

*Handwritten:* Kip/Jund...  
FOX / BE

Greenpeace e.V. Vorsetzen 55, Hafen-Hof, 2000 Hamburg 11, Tel. (040) 3 11 86-0, Telefax 3 11 86 141, Telex 2 164 831 gpd

An  
das Staatsministerium  
für Landesentwicklung und Umweltfragen  
Rosenkavalierplatz 1  
8000 München 81

Hamburg, den 22. April 1991

EINWENDUNG GEGEN DAS VORHABEN DER RWE ENERGIE AG, DER BAYERN-  
WERK AG UND DER KERNKRAFTWERK GUNDREMMINGEN BETRIEGSGESELL-  
SCHAFT MBH, IM AKW GUNDREMMINGEN NEBEN DEN BEREITS GEWENHIG-  
TEN URAN-BRENNELEMENTEN IN ZUKUNFT AUCH PLUTONIUMHALTIGE  
MISCHOXID-BRENNELEMENTE EINZUSETZEN

Die Umweltschutzorganisation GREENPEACE lehnt den Einsatz von  
plutoniumhaltigen Mischoxid-Brennelementen zur Energieerzeu-  
gung in Atomkraftwerken grundsätzlich ab. Es handelt sich  
hierbei um eine energiepolitisch völlig unnötige, jedoch mit  
zusätzlichen Gefahren verbundene Folge einer verfehlten Atom-  
energiepolitik. Der Einsatz von plutoniumhaltigem Brennstoff  
in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren ist darüber-  
hinaus nicht mehr als eine improvisierte Notlösung.

Plutonium entsteht während des Reaktorbetriebes aus gewöhnli-  
chem Uranbrennstoff. Ursprünglich war geplant, dieses Pluto-  
nium als Brennstoff für schnelle Brutreaktoren bereitzustel-  
len. Um dies zu ermöglichen, wurde unter großen Schwierigkei-  
ten und mit vielen technischen Problemen die Technologie der  
Wiederaufarbeitung für Leichtwasserreaktor-Brennstoffe ent-  
wickelt, mit der Plutonium aus den abgebrannten Brennele-  
menten abgetrennt werden kann.

So wurden insbesondere in der großen kommerziellen Wiederauf-  
arbeitungsanlage La Hague (Frankreich) viele Tonnen Plutonium  
produziert, während gleichzeitig die Zukunft der Brüter-  
Technologie immer ungewisser wurde und heute ein Einstieg in  
die Brüter-Wirtschaft in größerem Maßstab überhaupt nicht  
mehr absehbar ist. Die politische Festlegung, der Wiederauf-  
arbeitung die absolute Priorität bei der "Entsorgung" ausge-  
dienter Brennelemente einzuräumen, führte dann dazu, daß die  
Plutonium-Halden immer mehr anwuchsen.



Um die Absurdität dieser Entwicklung zu verschleiern, beschloß die Atomindustrie in Frankreich, Deutschland und einigen anderen Staaten, dieses abgetrennte Plutonium in Leichtwasserreaktoren (Druck- und Siedewasserreaktoren) einzusetzen -

- obwohl damit erhebliche sicherheitstechnische Probleme verbunden sind;
- obwohl keinerlei wirtschaftliche Anreize existieren - im Gegenteil: Nach Aussagen des staatlichen französischen Elektrizitätskonzerns EDF ist die Produktion von MOX-Brennstoff 3,5 bis 5mal teurer als jene von Uranbrennstoff (1);
- obwohl auch aus physikalischen, neutronenökonomischen Gründen ein Einsatz von Plutonium in Leichtwasserreaktoren nicht besonders sinnvoll ist. Durch die langsamen (thermischen) Neutronen dieses Reaktortyps werden nämlich vor allem Neutroneneinfänge durch schwere Atomkerne verursacht. Auf diese Weise entstehen überproportional große Mengen an Transuranen, die als Neutronenfänger wirken, wie Plutonium-238, Plutonium-240, Plutonium-242 und nicht zuletzt das aus Plutonium-241 entstehende Americium-241;
- obwohl damit vermehrt sehr langlebige, hochradiotoxische Abfälle produziert werden, die das Problem der sicheren Endlagerung verschärfen..

Wenn nun geplant und beantragt wird, MOX-Brennstoff einzusetzen, so wird damit diese unsinnige und gefährliche "Notlösung" festgeschrieben.

Bei einem MOX-Anteil von 25% am Gesamt-Kern ist es bereits fraglich, ob ein Siedewasserreaktor in einer Störfallsituation noch ausreichend steuerbar ist. Im Falle Gundremmingen sollen aber bis zu 38% der Brennelemente durch MOX-Brennelemente ersetzt werden.

#### Probleme des Einsatzes von MOX-Brennstoff

Das AKW Gundremmingen steht nicht isoliert in der Atomenergielandschaft. Es wäre deshalb eine nicht zu rechtfertigende, verkürzte Betrachtungsweise, nur den Einsatz von MOX-Brennelementen im Reaktor selbst zu betrachten. Vielmehr müssen alle Stationen der Brennstoffspirale einbezogen werden, weil sich an jeder teils neue, teils eine Verschärfung bereits bekannter Probleme ergeben.



Insbesondere ist nochmals zu betonen, daß es sich hier um einen Einstieg in die Plutonium-Wirtschaft handelt. Plutonium - stellvertretend versinnbildlicht durch das Isotop 239 - ist jedoch nicht nur ein excellenter Kernbrennstoff und Bombenrohstoff, sondern auch ein hochgefährliches Gift: Es hat eine sehr lange physikalische Halbwertszeit, seine Alphastrahlung ist von großer biologischer Schädlichkeit und es verbleibt - nach Aufnahme in den menschlichen Körper - lange Jahre in strahlenempfindlichen Organen (3). Alphastrahlendes Plutonium kann Knochenkrebs auslösen, Leukämie, Lungenkrebs und andere Tumorarten auslösen. Es wird auch vermutet, daß es imstande ist, das körpereigene Immunsystem zu schwächen (4) - mit allen Folgen einer erhöhten Anfälligkeit für Krankheiten.

Die Inhalation von Plutonium ist einer der Hauptaufnahmewege in den menschlichen Körper, vor allem bei routinemäßiger oder unfallbedingter Freisetzung aus Atomanlagen und bei Transportunfällen. Aber auch die Aufnahme mit der Nahrung - von größter Bedeutung hinsichtlich der Freisetzung aus einem Endlager - ist ein wichtiger Aufnahmeweg. Die Annahme, Plutonium würde nur in sehr vernachlässigbarem Ausmaß im Verdauungstrakt resorbiert, mußte in den letzten Jahren revidiert werden: Die von der Internationalen Strahlenschutzkommission empfohlenen Resorptionsraten liegen im Jahr 1986 um das 30- bis 1000fache höher als die im Jahre 1972 empfohlenen (4; 5).

Besonders gefährdet durch Plutoniumaufnahme mit der Nahrung sind Neugeborene, weil sie das Gift um Größenordnungen besser resorbieren als Erwachsene (6). Sie, die zugleich zu den strahlenempfindlichsten Gruppen gehören, bedürfen eines besonderen Schutzes. Gegen Plutonium ist jedoch ein solcher Schutz unmöglich.

Die gleichen Aussagen gelten auch für die anderen Transurane wie Neptunium, Americium und Curium.

Bereits frischer MOX-Brennstoff hat aufgrund des Plutoniumgehaltes eine höhere Radiotoxizität als frischer Uran-Brennstoff. Abgebrannter MOX-Brennstoff enthält eine wesentlich größere Menge an Aktiniden als abgebrannter Uranbrennstoff. Das Ausmaß der Erhöhung hängt ab von Abbrand, Anfangsanreicherung usw.; für einen Abbrand von 33.000 MWd/t und eine Kühlzeit von 3 Jahren gilt beispielsweise, daß

- ca. 7 mal mehr Americium-241
- ca. 25 mal mehr Curium-244
- ca. 6 mal mehr Alpha-Plutonium

in abgebranntem MOX-Brennstoff vorhanden ist (7).



Dieser höhere Gehalt an Aktiniden (der noch zunimmt mit weiteren Rezyklierungen) verursacht die höhere radiologische Giftigkeit von MOX-Brennstoff, die sich an allen Stationen der Verarbeitung, des Transportes, des Einsatzes und der Lagerung von MOX-Brennstoff zeigt. Eine umfassende Betrachtung der radiologischen Auswirkungen der MOX-Brennstoff-Spirale ist bisher jedoch noch nicht erfolgt - ein weiterer Beleg dafür, wie sehr es der Atomindustrie an vorausschauender Planung und Absicherung ihrer Handlungen mangelt.

### 1. Brennelement-Fertigung

Die Herstellung von plutoniumhaltigen MOX-Brennelementen ist für die Beschäftigten mit einer höheren Strahlendosis verbunden als die Produktion von reinen Uran-Brennelementen. Dies liegt - jedenfalls hinsichtlich der äußeren Strahlenbelastung - weniger an den Isotopen des Plutoniums selbst als vielmehr an Americium-241. Dieses Isotop baut sich auf durch den Beta-Zerfall von Pu-241 (Halbwertszeit 14 Jahre); es hat eine Halbwertszeit von etwa 450 Jahren und wandelt sich unter Aussendung von Alphateilchen in das sehr langlebige Neptunium-237 um.

Die dabei gleichzeitig entstehende durchdringende Gammastrahlung führt zu einer äußeren Strahlenbelastung der Beschäftigten, die auch durch zusätzliche Strahlenschutzmaßnahmen nicht auf Null gedrückt werden kann.

Je mehr Americium-241 sich im durch den Wiederaufarbeitungsprozeß abgetrennten Plutonium aufgebaut hat - d.h. je länger das Plutonium gelagert wird - desto schwieriger und gefährlicher wird die Verarbeitung. Deshalb ist in den Anlagen, die Mischoxid-Brennelemente herstellen, der Gehalt an Americium 241 begrenzt auf 10.000 bis 15.000 ppm. Dieser Konzentration entspricht ein Plutonium"alter" von 2 bis 3 Jahren (2). Nach Angaben der AKW-Betreiber zeigt eine Anschätzung, "daß schon nach 3-4 Jahren Lagerung des Plutoniums eine Strahlenbelastung erzeugt wird, die ein Verarbeiten unmöglich macht." (3)

Hier wird deutlich, unter welchem Zeitdruck die Rezyklierung von Plutonium steht, sobald es einmal beim Wiederaufarbeitungsprozeß abgetrennt worden ist.

### 2. Transporte frischer MOX-Brennelemente

Transporte von radioaktiven Stoffen zu einer Atomanlage hin oder von ihr weg sind noch immer nicht Teil von Genehmigungsverfahren, obwohl der Betrieb einer Atomanlage ohne sie



unmöglich ist und Transporte eine große Zahl von Menschen, auch in größerer Entfernung von einer Anlage, betreffen.

Frischer MOX-Brennstoff weist eine etwas höhere Radioaktivität, Wärmestrahlung und radiologische Giftigkeit auf als frische Uran-Brennelemente. Von größerer Bedeutung ist jedoch, daß Plutonium aus frischen MOX-Brennelementen durch - etwa im Vergleich zur Wiederaufarbeitung von abgebranntem Kernbrennstoff - relativ einfache Verfahren abgetrennt werden kann. Theoretisch reichen bereits zwei Siedewasser-Mischoxid-Brennelemente von jeweils 170 kg und einer Anfangsanreicherung von ca. 3 % spaltbarem Plutonium, um mehr als die für den Bau von einer Atombombe benötigte Menge Plutonium zu gewinnen!

Dies macht solche Brennstoffe für kriminelle oder terroristische Gruppen oder auch Agenten fremder Staaten, die sich in den Besitz von Plutonium zur Herstellung eines Atomsprengkörpers setzen wollen, interessant. Es kann nicht davon ausgegangen werden, daß in diesem Fall die Gefährlichkeit von Plutonium eine ausreichend abschreckende Wirkung hat.

Diese Überlegungen gelten auch für Transporte von Plutoniumdioxid, das nach der Abtrennung von der Wiederaufarbeitungsanlage zu den Brennelement-Fertigungsfabriken transportiert werden muß.

### 3. Transport und Zwischenlagerung abgebrannter MOX-Brennelemente

Der Abtransport bestrahlter MOX-Brennelemente nach den Jahren des Einsatzes im Reaktor ist gefährlicher als der Antransport. Aufgrund des höheren Gehaltes an Aktiniden ist die von abgebranntem MOX-Brennstoff ausgesandte Neutronenstrahlung erheblich intensiver als die von Uran-Brennstoff. Dies wird durch die Abschirmwirkung der Transportbehälter nicht ausgeglichen:

Die Ortsdosisleistung an der Oberfläche von Behältern und in 1 m Abstand sind bei abgebrannten MOX-Brennelementen etwa doppelt so hoch wie bei abgebrannten Uran-Brennelementen. Messungen an Behältern mit abgebrannten MOX-Brennelementen aus dem AKW Philippsburg zeigen darüberhinaus, daß die nach den Transportvorschriften zulässigen Höchstwerte von 2 mSv/h (an der Oberfläche) bzw. 0,1 mSv/a (in 1 m Abstand) teilweise fast erreicht wurden (10).

Dies führt zu einer - verglichen mit abgebranntem Uranbrennstoff - höheren Strahlenbelastung nicht nur für das Transportpersonal und für den Begleitschutz, sondern auch für die Anwohner von Transportstrecken.



Auch bei der Zwischenlagerung und - falls die Brennelemente nicht wiederaufgearbeitet werden - der Vorbereitung zur Direkten Endlagerung in einer Konditionierungsanlage führen MOX-Brennelemente zu einer stärkeren Strahlenbelastung des Personals.

#### 4. Wiederaufarbeitung von MOX-Brennstoff

Aufgrund der intensiven Neutronenstrahlung ist die Wiederaufarbeitung von abgebrannten MOX-Brennelementen besonders schwierig. Es werden erhöhte Anforderungen an die Abschirmung in der Anlage, sowie an die Maßnahmen zur Verhinderung von Kritikalität (unkontrollierte Kettenreaktion) gestellt. In großen kommerziellen Wiederaufarbeitungsanlagen wird deshalb MOX-Brennstoff nicht in reiner Form verarbeitet, sondern nur "verdünnt", d.h. gemischt mit Uran-Brennstoff.

Die radioaktiven Emissionen an langlebigen Alpha-Strahlern aus der Wiederaufarbeitungsanlage nehmen zu. Auch die Abgaben von radioaktiven Jod-Isotopen werden erhöht: So entstehen kurzlebige Jod-Isotope wie Jod-133 aus der Spontanspaltung von Curium-244, von dem abgebrannter MOX-Brennstoff ein Vielfaches enthält, verglichen mit abgebranntem Uran-Brennstoff.

Wird das Plutonium mehrmals "rezykliert" - das heißt aus abgebranntem MOX-Brennstoff gewonnen, erneut als Brennstoff eingesetzt, durch Wiederaufarbeitung nochmal abgetrennt usw. - so nimmt die Giftigkeit sowohl der abgebrannten Brennelemente als auch der Wiederaufarbeitungsabfälle mit jedem Zyklus weiter zu.

Die Häufigkeit der Rezyklierungen ist deshalb auch begrenzt. Wurde früher der Öffentlichkeit noch vorgegaukelt, mit Plutonium stünde ein unbegrenzter, auf unabsehbare Zeit einsetzbarer Energieträger zur Verfügung, so ist heute klar, daß wiederaufgearbeitetes Plutonium höchstens ein- bis zweimal in heutigen Reaktoren rezykliert werden kann (11). Die französische Energiewirtschaft geht in ihren Zukunftsszenarien sogar noch einen Schritt weiter: Danach werden bestrahlte MOX-Brennelemente nicht wiederaufgearbeitet, sondern direkt in ein (nicht vorhandenes) Endlager gebracht (7).

#### 5. Hochaktive Abfälle

Auch bei der Verglasung der hochradioaktiven Abfälle aus der Wiederaufarbeitung verursacht MOX-Brennstoff neue Probleme, wie aus französischen Untersuchungen bekannt wurde. Der bereits mehrfach erwähnte höhere Gehalt an Aktiniden, insbe-



sondere Curium-244, aber auch Plutonium, führt dazu, daß die Spezifikationen für die Abfälle nicht eingehalten werden können. Die von der französischen Sicherheitsbehörde (SCSIN) genehmigten Spezifikationen betragen <110 g Plutonium und <90 g Cm-244 pro Behälter (12). Eine Mischung von MOX- und Uranbrennstoff im Verhältnis 1:10 unterschreitet mit 95 g/Container knapp die Spezifikation für Plutonium; mit 105 g Cm-244 pro Behälter wird jedoch die Spezifikation für dieses Nuklid bereits bei so geringem MOX-Anteil überschritten.

Wenn sich der MOX-Anteil vergrößert - z.B. bis auf ein Viertel - dann können nicht nur die Spezifikationen für Curium-244 nicht mehr eingehalten werden, sondern auch die Spezifikationen für Plutonium werden überschritten.

#### 6. Endlagerung

Der Einsatz von MOX-Brennstoff schafft zusätzliche Probleme bei der Endlagerung. Werden MOX-Brennelemente wieder aufgearbeitet, so weist der dabei entstehende radioaktive Abfall eine erheblich höhere Langzeit-Giftigkeit auf als Abfall aus der Wiederaufarbeitung von Uran-Brennstoff. Analog ist bei einer Direkten Endlagerung (ohne Wiederaufarbeitung) die Langzeit-Toxizität der MOX-Brennstoffe höher als der Uran-Brennstoffe.

Auch hier ist von Bedeutung, daß die Internationale Strahlenschutzkommission die Toxizität von Plutonium und anderen Transuranen, aufgenommen mit der Nahrung, höher als früher einschätzt (4).

#### Der vorgelegte Sicherheitsbericht

Der vorgelegte Sicherheitsbericht ist unvollständig und geeignet, die betroffenen BürgerInnen hinsichtlich des Gefährdungsausmaßes zu täuschen. Er enthält nur sehr allgemeine Angaben und Behauptungen, die kein objektives Bild der möglichen Auswirkungen liefern, die mit der Verwendung von MOX-Brennelementen verbunden sein können. Literaturangaben zum Einsatz von MOX-Brennelementen in Siedewasserreaktoren fehlen.

Außerdem fehlen:


- Genauere Angaben über die Art der Beladung des Reaktorkerns mit MOX-Brennelementen,



- hinreichend genaue Angaben zur geplanten Abbrandstrategie,
- Angaben darüber, wie gewährleistet werden soll, daß die durch MOX-Brennelemente verringerte Wirksamkeit von Neutronenabsorbern beim Betrieb und insbesondere beim Abfahren des Reaktors ausgeglichen werden soll,
- Angaben über die Auswirkungen eines Brennelement-Absturzes vom Kran zum Trockenlager, der in seiner Ausführung nicht den KTA-Regeln entspricht. Es fehlen Hinweise zum Brennelementabsturz im AKW-Krömmel am 11. Juni 1989 und dessen Auslegung nach KTA-Regeln. Es fehlen
- Angaben zum An- und Abtransport der MOX-Brennelemente und zum Ausmaß des dadurch im Vergleich zu Uran-Brennelementen erhöhten Strahlenrisikos,
- Angaben über eine vor der Menschheit verantwortbare Entsorgung der Brennelemente, insbesondere
- Angaben über die Entsorgung derjenigen Brennelemente, die entsprechend der letzten Änderungsgenehmigung von der zum Empfang bestimmten Stelle nicht angenommen bzw. aus Gründen notwendiger Reparaturarbeiten zurückgesandt werden, einschließlich aller damit zusammenhängender Probleme. Daß es sich hier nicht um einen nur hypothetischen Fall handelt, geht daraus hervor, daß dafür eine eigene Änderungsgenehmigung erforderlich war.
- Zur Irreführung geeignet sind Inventarvergleiche von Uran-Brennelementen und MOX-Brennelementen mit gleichem Abbrand unmittelbar nach der Entladung aus dem Reaktor, wenn keine entsprechenden Vergleiche angeführt werden für die jeweils höchstzulässigen Abbrände.
- Zur Täuschung geeignet ist auch die Diskussion für MOX-Brennelemente mit mittlerem Abbrand. Wegen der zeitlich längeren Nutzungsdauer, dem sehr viel höheren Spitzenabbrand und der Tatsache, daß z.B. der Curium-Gehalt von einem bestimmten Abbrand an mit der vierten bis sechsten Potenz steigt und die Bildung bei hohen Anfangsgehalten an Plutonium im MOX-Brennelement bereits bei sehr viel niedrigeren Abbränden einsetzt, wird bei der Diskussion der Problematik am Beispiel von Elementen mit mittlerem Abbrand der Unterschied zu Uran-Brennelementen bagatellisiert.
- Zur Täuschung und Bagatellisierung geeignet sind auch die mangelhaften Angaben zu den Unterschieden in der Neutronenstrahlung hochabgebrannter MOX- und Uran-Brennelemente.



Greenpeace beantragt, den Sicherheitsbericht zu ergänzen und die ergänzte Form noch vor dem Erörterungstermin erneut öffentlich auszulegen.

  
Thilo Bode  
Greenpeace e.V.

#### Literaturverweise

- (1) Aussage von Jean Beaufrère, stellvertretender Generaldirektor der Brennstoffabteilung der EdF, in einem Interview mit wise-Paris am 11.05.1989
- (2) Electricité de France/COGEMA/Commissariat à l'Energie Atomique:  
Le recyclage du Plutonium dans les REP; Annexe 1.  
Mai 1990
- (3) H. Kuni:  
Gefahr von Strahlenschäden durch Plutonium. Konsequenzen für das Atom- und Strahlenschutzrecht aus medizinischer Sicht  
Gutachten im Auftrag der Landesregierung Nordrhein-Westfalen  
Marburg 1987
- (4) International Commission of Radiological Protection:  
The Metabolism of Plutonium and Related Elements.  
ICRP Publication Nr. 48,  
Oxford 1986
- (5) International Commission of Radiological Protection:  
The Metabolism of Compounds of Plutonium and other Actinides.  
ICRP Publication Nr. 19,  
Oxford 1972
- (6) M.F. Sullivan & L.S. Gorham:  
Can Information on the Gastrointestinal Absorption of Actinide Elements by Neonatal Rats, Guinea Pigs, Dogs and Swine be extrapolated to Man?  
Health Physics 54 (1988), S. 181



- (7) Electricité de France/COGEMA/Commissariat à l'Energie Atomique:

Le recyclage du Plutonium dans les REP; Annexe 3.  
Mai 1990

- (8) Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH:  
Schreiben vom 16.06.1988 an Sozialminister des Landes Schleswig-Holstein
- (9) Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH:  
Sicherheitsbericht Einsatz von Mischoxid- Nachladebrennelementen  
20.06.1990

- (10) Ministerium für Umwelt, Antwort auf eine Kleine Anfrage  
Transporte abgebrannter Brennelemente aus den Atomkraftwerken Obrigheim, Philippsburg I und II  
Landtag von Baden-Württemberg, Drucksache 10/3432 vom 01.06.90

- (11) R. Castaing & J.P. Schapira:  
Quelques problèmes posés par le recyclage du plutonium dans les réacteurs à eau légère  
In: Dossier de Presse: MOX et MELOX, vom 13. Dezember 1980 bis 14. Mai 1990,  
herausgeb. vom Secrétaire d'Etat auprès du Premier Ministre, chargé de l'environnement et de la prévention des risques technologiques et naturels majeurs

- (12) COGEMA:  
Specifications of vitrified residues produced from reprocessing at UP 2 or UP 3-A La Hague Plants;  
Second Series, July 1986