

Einwendungen gegen den Einsatz von Mischoxid-Brennelementen
im Atomkraftwerk Brunsbüttel

Vorlage, erstellt für GREENPEACE Deutschland

U. Fink und H. Hirsch, Gruppe Ökologie Hannover

18. November 1990

EINWENDUNG GEGEN DAS VORHABEN DER HAMBURGISCHEN ELECTRICI- TÄTWERKE (HEW), IM AKW BRUNSBÜTTEL PLUTONIUMHALTIGE MISCHOXID-BRENNELEMENTE EINZUSETZEN

Bereits 1986 stellte die Betreibergesellschaft des AKW Brunsbüttel bei der schleswig-holsteinischen Landesregierung den Antrag, die 14. Teilgenehmigung für das AKW so zu erweitern, daß neben "normalen" Uranoxid-Brennelementen auch plutoniumhaltige Mischoxid-(MOX)-Brennelemente im Reaktor eingesetzt werden können. Die derzeitige Kieler Reaktorsicherheitsbehörde hat nun beschlossen, diese geplante Veränderung des Reaktorbetriebes als eine wesentliche Änderung im Sinne des § 7 Absatz 1 des Atomgesetzes einzustufen und ein Verfahren mit Öffentlichkeitbeteiligung eingeleitet - entgegen der bisher geübten Praxis von AKW-Betreibern und Genehmigungsbehörden, den Einsatz von MOX-Brennelementen klammheimlich durch Erweiterung von Teilgenehmigungen zu ermöglichen. Wir begrüßen es, daß der Minister für Soziales, Gesundheit und Energie diesen Weg beschritten hat. Beim Einsatz von MOX-Brennelementen handelt es sich nämlich um einen von der Öffentlichkeit wenig beachteten Einstieg in die Plutonium-Wirtschaft. Die mit der Auslegung der Planunterlagen und anschließender Erörterung einhergehende öffentliche und fachwissenschaftliche Diskussion ist dringend erforderlich.

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

Plutonium entsteht während des Reaktorbetriebes aus gewöhnlichem Uranbrennstoff. Ursprünglich war geplant, dieses Plutonium als Brennstoff für schnelle Brutreaktoren bereitzustellen. Um dies zu ermöglichen, wurde unter großen Schwierigkeiten und mit vielen technischen Problemen die Technologie der Wiederaufarbeitung für Leichtwasserreaktor-Brennstoffe entwickelt, mit der Plutonium aus den abgebrannten Brennelementen abgetrennt werden kann.

So wurden insbesondere in der großen kommerziellen Wiederaufarbeitungsanlage 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 Wiederaufarbeitung die absolute Priorität bei der "Entsorgung" ausgedienter 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 (zu den Einzelheiten s. u.);
- 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 die Hamburgischen Electricitätswerke nun planen und beantragen, im Lauf der nächsten Jahre den Anteil an MOX-Brennstoff am gesamten Reaktorkern in Brunsbüttel bis auf 25 % zu steigern, so wird damit diese unsinnige und gefährliche "Notlösung" festgeschrieben.

Es ist auch nicht zu erwarten, daß die Betreiber von Atomkraftwerken sich langfristig mit einer "nur" 25 %igen Bele-

gung des Reaktorkerns mit MOX-Brennelementen begnügen werden. In anderen Reaktoren wird bereits bis zu 30 % MOX eingesetzt, und die französische Atomwirtschaft beispielsweise untersucht die Möglichkeiten eines 100 %igen Einsatzes von MOX-Brennstoff in Reaktorkernen [2]. (Um keine Mißverständnisse aufkommen zu lassen sei darauf hingewiesen, daß eine solche Strategie natürlich nicht alle AKW einschließen kann.)

Probleme des Einsatzes von MOX-Brennstoff

Das AKW Brunsbüttel steht nicht isoliert in der Atomenergie-landschaft. 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 Aus-

sendung 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." [8]

Hier wird deutlich, unter welchem Zeitdruck die Rezyklisierung 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 Atomsprengekörpers 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. Einsatz im Reaktor

In einem Atomreaktor ist die Steuerung und Moderation des Neutronenflusses von größter Bedeutung. Flußdichte und Energiespektrum der Neutronen müssen genau reguliert werden, damit es weder zu einer unkontrollierten Kettenreaktion noch zu einer unbeabsichtigten Beendigung der Kernspaltung kommt. Durch den Einsatz von MOX-Brennstoff wird die Regelung des Neutronenflusses im Reaktorkern komplizierter (infolge der neutronenabsorbierenden Wirkung von Pu-238, Pu-240, Pu-242 und des sich aufbauenden Am-241).

Die Effektivität der Neutronenabsorberstäbe wird durch den Einsatz von MOX-Brennstoff herabgesetzt. Zur Ausgleichung dieses Effekts erhöht man in französischen Druckwasserreaktoren die Anzahl der Kontrollstäbe. Dies hat jedoch insofern seine Grenzen, als in den zur Zeit in Betrieb befindlichen Reaktoren die Anzahl der Stellen für zusätzliche Kontrollstäbe begrenzt ist [2]. Dem vorliegenden Sicherheitsbericht [9] ist nicht zu entnehmen, welche Überlegungen hinsichtlich dieses Problems für den Siedewasserreaktor Brunsbüttel angestellt worden sind.

Ebenso wird bei Einsatz von MOX-Brennstoff die Wirksamkeit von Borsäure, die im Kühlmittel gelöst ist, verringert. Nun ist zwar in einem Siedewasserreaktor wie Brunsbüttel im Reaktorbetrieb keine Borsäure im Kühlwasser vorhanden; Sie wird jedoch zum langfristigen Unterkritisch-Halten des Reaktors eingespeist. Auch hier ist dem Sicherheitsbericht [3] nicht zu entnehmen, wie das Problem gelöst werden soll, daß der Reaktor schwieriger im abgeschalteten Zustand zu halten ist.

Die Wärmeleitfähigkeit von MOX-Brennstoff ist schlechter als die von Uran-Brennstoff, was besondere Maßnahmen zur Vermei-

derung zu großer lokaler Temperaturerhöhungen im Reaktorkern erforderlich macht.

Auch bei der Lagerung von abgebrannten MOX-Brennelementen im Kühlbecken des Reaktors ist der Einsatz stärkerer Neutronenabsorber erforderlich.

Das Inventar des Reaktors an langlebigen Alphastrahlern wird durch den Einsatz von MOX-Brennstoff erhöht. Ein abgebranntes MOX-Brennelement enthält, wie bereits erwähnt, ein Vielfaches an Plutonium und Americium, verglichen mit einem abgebrannten Uran-Brennelement, so daß die Auswirkungen von katastrophalen Unfällen - sei es im Reaktor, sei es beim Abtransport - noch vergrößert werden.

4. 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.

5. 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 (s.o.).

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].

6. 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, insbesondere Curium-244, aber auch Plutonium, führt dazu, daß die Spezifikationen für die Abfälle nicht eingehalten werden kön-

nen. 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.

7. 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 "Sicherheitsbericht Einsatz von Mischoxid-Nachladebrennelementen" [9] ist unvollständig, irreführend und ausgesprochen dünn. Er ermöglicht es sogenannten Dritten, also den betroffenen Bürgerinnen und Bürgern nicht, sich ein Bild von den möglichen Auswirkungen zu machen, die die Änderung des Reaktorbetriebes mit sich bringt. Der Sicherheitsbericht enthält lediglich allgemeine Aussagen und Behauptungen, die nicht belegt werden. Literaturhinweise und Quellenangaben fehlen, so daß potentielle Einwenderinnen und Einwender auch

nicht in die Lage versetzt werden, selbst die Behauptungen zu überprüfen.

Im Sicherheitsbericht fehlen insbesondere

- Angaben über die Art der Beladung des Reaktorkerns mit MOX-Brennelementen und
- Angaben über die geplante Abbrandstrategie.

Diese Angaben sind notwendig, um eine mögliche Erhöhung des Gefahrenpotentials durch Unfälle beurteilen zu können.

Es fehlen weiterhin

- Angaben zu Aktivitätsabgaben im Normalbetrieb, sowohl hinsichtlich der Nuklidzusammensetzung als auch der Aktivität der einzelnen Nuklide.

Dies macht es unmöglich abzuschätzen, ob und wieviel sich die Strahlenbelastung durch radioaktive Emissionen über Abluft und Abwasser im bestimmungsgemäßen Betrieb erhöhen wird. Die qualitativen Bemerkungen des Sicherheitsberichts sind hierzu bei weitem nicht ausreichend.

Es fehlen weiterhin

- Angaben darüber, wie gewährleistet werden soll, daß die durch MOX-Einsatz verringerte Wirksamkeit von Neutronenabsorbern bei Betrieb und insbesondere bei Abfahren des Reaktors ausgeglichen wird.

Das Fehlen solcher Überlegungen läßt auch gleichzeitig große Zweifel an der Fachkompetenz der Antragstellerin aufkommen.

Es fehlt weiterhin

- der Nachweis, daß ein Brennelementabsturz - wie am 11. Juni 1989 im AKW Krümmel geschehen - im AKW Brunsbüttel nicht passieren kann. Wenn im Sicherheitsbericht behauptet wird (Kapitel 4.6), die Vorsorge gegen Handhabungsstörfälle sei ausreichend, weil den Forderungen der KTA-Regeln entsprochen würde, so ist das als unzureichend anzusehen.

Es fehlen weiterhin jegliche Angaben

- zum Ab- und Antransport der Mischoxid-Brennelemente sowie insbesondere
- zur "Entsorgung" der abgebrannten MOX-Brennelemente.

Von geringerer Bedeutung, aber kennzeichnend für die Qualität des Sicherheitsberichtes und damit für das Ausmaß der Achtung der Betreiberfirma vor potentiellen Einwenderinnen und Einwendern ist folgender Sachverhalt:

In unserer Einwendung haben wir mehrfach darauf verwiesen, daß abgebrannter MOX-Brennstoff einen höheren Gehalt an langlebigen Aktiniden aufweist. Im Sicherheitsbericht liest man nun jedoch in Tabelle 2:

- * Aktivitätsinventar an Aktiniden (total) in einem MOX-Reaktorkern: $9,04 \times 10^{19}$ Bq;
- * Aktivitätsinventar an Aktiniden (total) in einem Uran-Reaktorkern: $9,12 \times 10^{19}$ Bq.

Also doch weniger Aktiniden nach MOX-Einsatz? Ja - allerdings gilt das nur für eine sehr kurze Zeitspanne, direkt am Ende eines Zyklus. Die erhöhte Aktinidenaktivität in einem Uran-Reaktorkern ist zurückzuführen auf kurzlebige Isotope, insbesondere das aus Uran-235 entstehende Uran-237 mit einer Halbwertszeit von 6,75 Tagen. Da MOX-Brennstoff weniger U-235 enthält als reiner Uran-Brennstoff, wird in ihm auch weniger U-237 aufgebaut.

Wir halten es für eine grobe Irreführung, wenn im Sicherheitsbericht ohne jeden Kommentar das Inventar direkt am Ende eines Zyklus betrachtet wird. Hier sind die kurzlebigen Aktiniden noch nicht zerfallen. Sicherlich sind sie bei Unfällen während des Reaktorbetriebes oder kurze Zeit nach dem Abschalten von großer Bedeutung, auch wenn sie aufgrund ihrer Kurzlebigkeit weniger stark radiotoxisch wirken. Aber der Gehalt an langlebigen Transuranen, die die Gefährlichkeit bei Lagerung, Transport usw. bestimmen, liegt in abgebranntem MOX-Brennstoff erheblich über demjenigen in abgebranntem Uran-Brennstoff.

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,
herausgegeben 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