



---

Gesellschaft für  
Reaktorsicherheit (GRS) mbH

---

**OREST – eine direkte Kopplung  
von HAMMER und ORIGEN  
zur Abbrandsimulation  
von LWR-Brennstoffen**

– Version 1984 –

U. Hesse  
W. Denk  
H. Deitenbeck



---

Gesellschaft für  
Reaktorsicherheit (GRS) mbH

---

OREST – eine direkte Kopplung  
von HAMMER und ORIGEN  
zur Abbrandsimulation  
von LWR-Brennstoffen

– Version 1984 –

Ulrich Hesse  
Wolfgang Denk  
Helmuth Deitenbeck

---

GRS-63 (November 1986)  
ISBN 3-923875-12-6

## KURZFASSUNG

Mit dem GRS-System OREST wird mit Hilfe eines Brennstabmodells die Rechenmethodik zur Bestimmung des Nuklidinventars in abgebranntem LWR-Brennstoff verbessert, so daß in einem breiten Anwendungsbereich zufriedenstellende Abbrandresultate erzielt werden können. Dazu werden die erprobten und international anerkannten Rechencodes HAMMER (zur Flußberechnung und Resonanzbehandlung für die wichtigsten Aktiniden) und ORIGEN (Abbrandrechnung) unter Einschaltung eines Stabtemperaturprogramms und mehrerer Koppelmodule für den Datentransfer verwendet. Durch selbsttätigen Transfer der jeweils aktuellen HAMMER-Resultate (Neutronenspektrum, Wirkungsquerschnitte) innerhalb kurzer Abbrand-schritte werden bekannte ORIGEN-Schwächen vermieden.

In OREST konnte eine physikalisch befriedigende Rechenmethodik bei gleichzeitig einfacher Programmbedienung erreicht werden. Die Verifikation erfolgte anhand von Nachbestrahlungsanalysen von abgebrannten Urandioxid- und Mischoxid-Brennstoffen aus den Reaktoren Obrigheim und Trino-2.

## ABSTRACT

The GRS program system OREST improves the known ORIGEN burn-up code for isotope generation and depletion simulation in light water reactor fuels by a direct coupling with the known HAMMER code. After short burn-up steps, HAMMER is used for flux and cross-section calculations in the model of an extended grid of fuel rods, followed by a restart of the ORIGEN calculations. So a physically satisfactory method of burn-up simulations could be reached.

The program loops HAMMER-ORIGEN, including rod temperature calculations and strongly networked data transfers, are automatically generated and controlled by OREST. System handling of OREST is made easy by improved input routines for the HAMMER-ORIGEN data needs. OREST was successfully tested against measured isotope concentrations in irradiated uranium and uranium-plutonium dioxide fuels from the reactors Obrigheim and Trino-2.

## INHALT

	Seite
1. Grundlagen der OREST-Abbrandrechnungen	1
1.1 Kopplung eines 1-d-Spektralcodes an einen 0-d-Abbrandcode (Module HAMMER und ORIGEN)	4
1.2 Neutronenflußberechnung und ORIGEN-Spektralindizes (Module HAMMER und THERES)	5
1.2.1 Kopplung THERMOS/HAMLET-Flüsse	6
1.2.2 Dreigruppendarstellung des Neutronenflusses in ORIGEN	6
1.2.3 Numerische Umformung der HAMMER-Flußresultate auf ORIGEN-Format	8
1.3 Wirkungsquerschnittsberechnung im ORIGEN-Bild (Module HAMMER und THERES)	10
1.4 Brennstoffgemisch-Berechnung (Module ACOND und POISON)	12
1.4.1 Berechnung von Kernzahldichten und Molen bei Rechenstart (Modul ACOND)	12
1.4.2 Berechnung der Kernzahldichten für HAMMER während des Abbrandes (Modul POISON)	13
1.5 Brennstab-Temperaturberechnung (Modul STATEM)	14
1.6 Kühlmitteldichte, Boratgehalt und HAMMER-Moderatortemperatur (Modul STATEM)	17
1.7 Thermisch nutzbare Energie pro Spaltung (Modul POISON)	19
1.8 Multiplikationsfaktor und Neutronenbilanz (Module HAMMER, POISON und INTER)	22
1.8.1 Berechnung der Entwicklung des Multiplikationsfaktors innerhalb eines Abbrandschrittes	22
1.8.2 Neutronenbilanz in der Brennstoffzelle (Modul INTER)	24
1.9 Rückkopplung des 0-d-Abbrandcodes an den Zellcode (Modul POISON)	25
1.10 Unterteilung der Leistungsgeschichte in Abbrandsteps	26
1.11 Zusammenfassung wichtigster Ergebnisse während des Abbrandes (Modul INTER)	27

2.	OREST-Eingabedaten	28
2.1	Handhabung des OREST-Systems am GRS-Rechner	28
2.1.1	Panel 1	29
2.1.2	Panel 2	29
2.1.3	Panel 3	30
2.1.4	Panel 4	31
2.1.5	Panel 5	34
2.1.6	Panel 6	35
2.2	Handhabung des OREST-Systems unter Verwendung des Moduls ORESTLE	35
2.3	Beschreibung der Eingabedaten des OREST-Systems	35
2.3.1	Brennelement-Geometriedaten	35
2.3.2	Kühlmitteldaten, Druck, Temperatur und Dampfblasengehalt	39
2.3.3	Bestrahlungsgeschichte	40
2.3.4	"BASIS"-Angabe	41
2.3.5	Eingabedaten des Brennstoffgemisches	41
3.	Datentransfer und Programmablauf OREST	44
3.1	OREST-Eingabe-Programmsystem OEP	46
3.2	OREST und die Programmmodule	53
3.3	Datensätze in OREST	58
	Schrifttum	65
	Anhang 1: Verwendete Symbole und ihre Bedeutung	
	Anhang 2: OREST-Testlauf	

BILDER UND TABELLEN

	Seite
Bild 1: LWR-Reaktor- und Brennelementdaten und ihr Einfluß auf das Abbrandergebnis	3
Bild 2: OREST-Flußdiagramm, Programmschleifen und Datentransfer	45
Tab. 1: Wärmeleitfähigkeiten	16
Tab. 2: Thermisch nutzbare Energien pro Spaltung und (n- $\gamma$ )-Reaktion für eine Auswahl wichtiger Nuklide	21
Tab. 3: Anzahl der Neutronen pro Spaltung für die Energiebereiche 0 bis 0.5 eV, 0.5 eV bis 1 MeV, 1 bis 10 MeV	23
Tab. 4: Eingabebeispiel einer Brennstoffzusammensetzung (Mischoxid mit Gadolinium-Vergiftung)	32
Tab. 5: Effektive Gitterteilung PEFF (cm) in DWR-Brennelementen am Beispiel BE 14x14-16 des Druckwasserreaktors Obrigheim	38
Tab. 6: Effektive Gitterteilung PEFF (cm) in SWR-Brennelementen am Beispiel BE 6x6 und 7x7 bei 0 % Dampfblasengehalt	39
Tab. 7: Zeiteinheiten und interne Umrechnungsfaktoren	41
Tab. 8: In OREST im Brennstoffgemisch eingebbare Elemente bzw. Isotope für HAMMER und ORIGEN (OREST-Version 1984)	42
Tab. 9: Liste der Programme und Panels von OEP	53
Tab. 10: OREST-Module	54
Tab. 11: OREST-Dateien	59

## 1. GRUNDLAGEN DER OREST-ABBANDRECHNUNGEN

OREST stellt ein Zellabbrandverfahren dar, das den Abbrand von LWR-Brennstoffen im Modell einer Brennstabzelle simuliert. Die Zelle ist durch einen Brennstoffbereich (Pellet), einen Heliumspalt, einen Hüllrohrbereich und einen Moderatorbereich ( $H_2O$ ) beschrieben. Die Brennstoffzusammensetzung innerhalb des Pellets wird zu Beginn und während des Abbrandes als gleichverteilt angenommen.

Die neutronenphysikalischen Berechnungen innerhalb der Stabzelle werden vom eindimensionalen Spektralcode HAMMER /SUI 67/ durchgeführt, der an den nulldimensionalen Abbrandcode ORIGEN /BEL 73/ gekoppelt ist, um nach Bestimmung des Neutronenspektrums und der Wirkungsquerschnitte eine genaue Berechnung der Reaktionsraten und damit des Nuklidinventars im Brennstoff zu erreichen.

Die reflektierende Randbedingung der äußersten Zellabmessung simuliert im Modell der Wigner-Zelle ein ausgedehntes Stabgitter ohne Neutronenleckagen.

Die HAMMER-Resultate (Flüsse, Reaktionsraten und Querschnitte) aus dem Brennstoffbereich werden nach Transformation auf die ORIGEN-Struktur dem Abbrandcode übergeben. In den Abschnitten 1.1 bis 1.3 wird auf diese Kopplung und auf die in OREST durchgeführten Fluß- und Querschnittsberechnungen detailliert eingegangen.

Eine Reihe von Hilfsprogrammen dient dem Datentransfer oder rechnet Inputdaten in programmadaquate Größen um:

- Aus allgemeinen Eingabedaten über die Brennstoffzusammensetzung werden die für den Spektralcode und den Abbrandcode notwendigen Materialdaten zu Rechenbeginn und während des Abbrandes bereitgestellt (Abschnitt 1.4).
- Ein Brennstabtemperatur-Modul liefert die notwendigen Werte für die Beschreibung der Dopplerverbreiterungen der Resonanzen wichtiger Uran- und Transuranisotope in Abhängigkeit von Stabgeometrie und temporärer Leistung (Abschnitt 1.5).

- Aus allgemeinen Reaktordaten (Druck, Temperatur und Blasengehalt des Kühlmittels) wird die Kühlmitteldichte berechnet (Abschnitt 1.6).
- Die thermisch nutzbare Energie pro Spaltung wird während des Abbrands problemabhängig errechnet und als Eingangswert an den Abbrandcode übergeben (Abschnitt 1.7).
- Um zu überprüfen, ob der Brennstoff den angesetzten Abbrand reaktivitätsmäßig erreichen kann, werden von einem Programmmodul innerhalb jedes Abbrandschrittes die Veränderung des Spalt- und Einfangsquerschnitts im Brennstoff erfaßt und die Entwicklung von Zellmultiplikationsfaktor und Neutronenbilanz bestimmt (Abschnitt 1.8).
- Der Code HAMMER kann nur eine begrenzte Anzahl an wichtigen Nukliden im Brennstoff berücksichtigen. Deshalb wird eine Analyse des aktuellen Brennstoffgemischs durchgeführt, um das von ORIGIN während eines Abbrandschrittes berechnete Nuklidgemisch in seinen Absorptions- und Spalteigenschaften möglichst vollständig in den Spektralcode rückzuführen (Abschnitt 1.9).
- Die eingegebene Bestrahlungsgeschichte wird in geeignete Abbrandsschritte unterteilt (Abschnitt 1.10).

Bild 1 zeigt die von OREST berücksichtigten Einflüsse von Brennstoffleistung, Stabgeometrie, Kühlmitteldaten, Stabtemperaturen und Neutronenspektren auf das Abbrandergebnis.

In OREST werden also über die Kopplung des Stabtemperaturprogramms, des Spektralcodes und des Abbrandcodes die Reaktor- und Brennelementdaten erfaßt und damit die neutronenphysikalischen Verhältnisse im Brennstoff während des Abbrandes problemabhängig beschrieben. Dies bedeutet eine Verbesserung der Rechenmethodik gegenüber früheren Codes:

Zwar läßt sich im separat verwendeten Abbrandcode ORIGIN über extern zu errechnende "Spektralindizes" das im Brennelement herrschende Neutronenspektrum flexibel eingeben, jedoch kann die Verhärtung des Spektrums während des Abbrands nicht berücksichtigt werden. Zudem nimmt die zugrundeliegende Querschnittsbibliothek keine Rücksicht auf die tatsächliche Brennstoffzusammensetzung. In den Weiterentwick-

## OREST-DATEN-KOPPLUNG

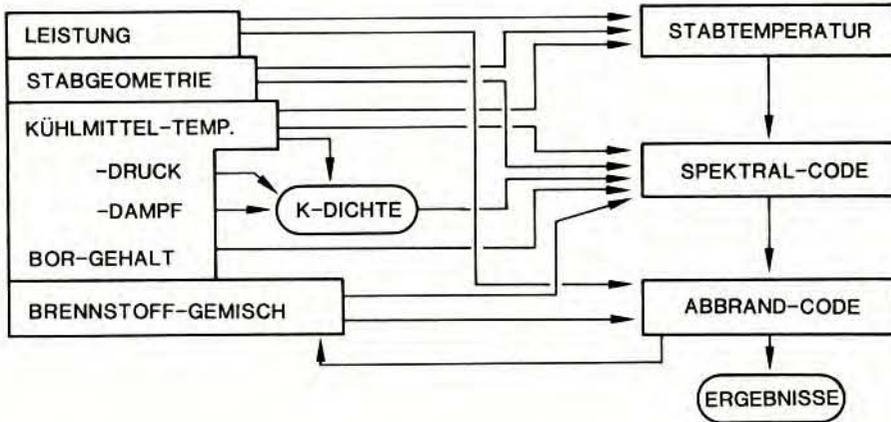


Bild 1:

LWR-Reaktor- und Brennelementdaten und ihr Einfluß auf das Abbrand-ergebnis

lungen ORIGEN-2 /CRO 80/ und KORIGEN /FIS 83/ ist der Benutzer auf die Verwendung von Eingruppen-Querschnittsbibliotheken angewiesen, die nur für eine begrenzte Anzahl von Abbrandproblemen zutreffen.

Dagegen bietet das Programmsystem OREST folgende Vorzüge:

- Jede gängige LWR-Geometrie kann bei beliebiger Leistungsgeschichte und Brennstoffzusammensetzung behandelt werden, einschließlich MOX-Brennstoff. Die vorgegebene Leistungsgeschichte wird vom System in Abbrandschritte von etwa 3-5 GWd/t selbsttätig unterteilt.
- Es kann der Abbrand von SWR- und DWR-Elementen bei variierendem Dampfblasengehalt bzw. variierender Kühlmitteltemperatur in Axialzonen unterteilt berechnet werden.
- Es können in sich konsistente Rezyklierrechnungen erstellt werden.
- Die Anforderungen an den Systembenutzer sind durch selbsterklärende Eingabemöglichkeit am Bildschirm gering. Offensichtliche Eingabefehler werden sofort rückgemeldet.

Zur Kontrolle des Rechenablaufs werden temporäre Resultate wie Stableistung, Stabtemperatur, Multiplikationsfaktor, Neutronenspektrum, Wirkungsquerschnitte, Energie pro Spaltung und die wichtigsten Beiträge zur Absorption und Spaltung ausgegeben. Diese Daten stellen wichtige Informationen über die Qualität der eingegebenen Randbedingungen dar.

Die Rechengrundlagen des Programmsystems OREST, verifiziert anhand umfangreicher Vergleichsrechnungen zu Nachbestrahlungsanalysen von abgebrannten Urandioxid- und Mischdioxid-Brennstoffen /HES 84; HES 85; HES 85a/, werden in den folgenden Abschnitten 1.1 bis 1.11 beschrieben. Die hier verwendeten mathematischen Symbole sind in Anhang 1 erläutert.

### 1.1 Kopplung eines 1-d-Spektralcodes an einen 0-d-Abbrandcode (Module HAMMER und ORIGEN)

In einem nulldimensionalen Abbrandprogramm wird die Veränderung der Nuklidinventare aller  $n$  Isotope durch Neutroneneinfang über Raten-Gleichungen der Form

$$R^j(i,t) = N(i,t) \hat{\phi}(t) \hat{\sigma}^j(i) \quad i = 1,n \quad (1)$$

gelöst. Der Querschnitt  $\hat{\sigma}^j(i)$  wird durch Vorgabe eines Neutronenspektrums  $\phi(E)$  aus Mehrgruppenbibliotheken kondensiert:

$$\hat{\sigma}^j(i) = \int \phi(E) \sigma^j(i,E) dE / \int \phi(E) dE \quad i = 1,n \quad (2)$$

Die Reaktionsraten in Gleichung (1) werden deshalb entscheidend vom Verlauf von  $\sigma^j(i,E)$  und  $\phi(E)$  mit der Neutronenenergie  $E$  beeinflusst.

Zur Berechnung der spektralen Neutronenflüsse und der Wirkungsquerschnitte wurde der Zellcode HAMMER /SUI 67/ gewählt, der für eindimensionale zylindrische Systeme Neutronenflüsse in 84 Energiegruppen erstellt. In Verbindung mit umfangreichen Querschnittsbibliotheken (Kerndaten ENDF-B) besitzt er folgende Vorzüge:

- Lösung der integralen Boltzmann-Transportgleichung, schnelle Rechenlaufzeiten;
- Feinunterteilung des thermischen Energiebereichs in 30 Gruppen; damit können die für relevante Spaltmaterialien wichtigen thermischen Flüsse und Querschnitte ausreichend genau modelliert werden;
- Unterteilung des epithermischen und schnellen Energiebereichs in 54 Gruppen mit expliziter Resonanzbehandlung im Brennstoffgemisch vorgegebener Temperatur.

Zur Bestimmung der Nuklidinventare wurde der Code ORIGEN /BEL 73/ gewählt, der gegenüber späteren Programm-Weiterentwicklungen folgende Vorzüge besitzt:

- Die Eingabe des Neutronenspektrums ist möglich.
- Die Querschnittsbibliotheken liegen im Dreigruppenbild vor, so daß für alle Nuklide die Auswirkungen von spektralen Veränderungen im Neutronenfluß auf die Reaktionsraten berücksichtigt werden können. Dabei ist im Rahmen der Bell'schen Einteilung /BEL 73/ (Abschnitt 1.2) von Fluß und Querschnitt die Flexibilität dieser Grobgruppenbibliothek auch bei stärkeren Flußveränderungen gewährleistet.

Während die ursprüngliche ORIGEN-Bibliothek für einen bestimmten LWR-Abbrand und für eine bestimmte Brennstoffzusammensetzung optimiert war, bestehen durch die HAMMER/ORIGEN-Kopplung derartige Einschränkungen nicht mehr, da HAMMER die tatsächliche Brennstoffzusammensetzung erfaßt und das aktuelle Spektrum sowie auch die aktuellen Wirkungsquerschnitte der wichtigsten Isotope an ORIGEN weitergibt.

## 1.2 Neutronenflußberechnung und ORIGEN-Spektralindizes (Module HAMMER und THERES)

HAMMER liefert für die Neutronenflüsse in 30 thermischen und 54 epithermischen bzw. schnellen Gruppen zwei getrennte Ergebnisse (THERMOS- und HAMLET-Rechnung). Sie werden vom OREST-Modul THERES zu einem konsistenten 84-Gruppenfluß gekoppelt. Aus dem mittleren Neutronenfluß im Brennstoffbereich werden die ORIGEN-Spektralindizes berechnet.

### 1.2.1 Kopplung THERMOS/HAMLET-Flüsse

Die Kopplung der Geschwindigkeits- und Lethargieflüsse der HAMMER-Module THERMOS bzw. HAMLET zu einem einheitlichen 84-Gruppenspektrum in der Lethargiedarstellung erfolgt über die folgende Beziehung:

$$\phi(u)_{\text{prop.}} = \phi(v) \frac{v}{2} \quad (3)$$

Die Ankopplung wird schließlich durch einen Proportionalitätsfaktor C ermöglicht, mit dem die THERMOS-Flüsse zu multiplizieren sind:

$$C = \frac{k^\infty \cdot \text{ABS (HAMLET)} - \text{PROD (HAMLET)}}{\text{PROD (THERMOS)} - k^\infty} \quad (4)$$

Dabei geht in Gleichung (4) ein, daß die Neutronenabsorption in THERMOS definitionsgemäß gleich 1,000 gesetzt ist.

In seltenen Fällen, in denen durch einen Nulldurchgang von Nenner und Zähler die numerische Lösung von Gleichung (4) erschwert ist, wird eine Kopplung über die Flüsse durchgeführt. Dabei wird angenommen, daß im Schnittstellenbereich der Flußverlauf proportional  $1/E$  ist.

### 1.2.2 Dreigruppendarstellung des Neutronenflusses in ORIGEN

Zur Spektralberechnung nach /BEL 73/ wird der für Neutronen in Leichtwasserreaktoren relevante Energiebereich von 0 bis 10 MeV in 3 Energiegruppen eingeteilt. Die verwendeten Symbole sind in Anhang 1 erläutert. Auf isotopenspezifische Indizierungen wird hier jedoch verzichtet.

Die Gleichung (1) führt im 3-Gruppenbild zu

$$R(t) = R_t(t) + R_e(t) + R_f(t) \quad (5)$$

Unter Einbeziehung von Nuklidinventaren, Gruppenflüssen und -querschnitten läßt sich Gleichung (5) schreiben als

$$R(t) = N(t) \cdot \{ \hat{\phi}_t(t) \cdot \hat{\sigma}_t + \hat{\phi}_e(t) \cdot \hat{\sigma}_e + \hat{\phi}_f(t) \cdot \hat{\sigma}_f \} \quad (6)$$

wobei ORIGEN nur den thermischen Fluß  $\phi_t$  als Bezugsgröße verwendet:

$$R(t) = N(t) \cdot \hat{\phi}_t(t) \cdot \{ \hat{\sigma}_t + \hat{\sigma}_e \cdot Q_t^e + \hat{\sigma}_f \cdot Q_t^f \} \quad (7)$$

Damit gilt nach /BEL 73/:

$$\hat{\sigma}_t = \text{SIGTH} \cdot \text{THERM} \quad (8)$$

$$\hat{\sigma}_e \cdot Q_t^e = \text{RITH} \cdot \text{RES} \quad (9)$$

$$\hat{\sigma}_f \cdot Q_t^f = \text{SIGMEV} \cdot \text{FAST} \quad (10)$$

Dabei werden in ORIGEN die Flußverhältnisse

$$Q_t^e = \hat{\phi}_e(t) / \hat{\phi}_t(t) \quad \text{und} \quad Q_t^f = \hat{\phi}_f(t) / \hat{\phi}_t(t)$$

während des Abbrands als zeitlich konstant angesehen.

Die Qualität einer Ratenberechnung im Dreigruppenbild kann dann erheblich verbessert werden, wenn - wie im Bell'schen Modell /BEL 73/ - bekannte Phänomene von Querschnitts- und Flußverläufen innerhalb der Grobgruppen einfließen:

- Viele Nuklide besitzen im thermischen Energiebereich einen Querschnittsverlauf SIGTH proportional  $1/v$  ( $1/v$ -Absorber). Diese Annahme (und nicht, wie oft zitiert, die Neutronentemperatur) und die Verwendung der Identität  $\phi(v) = n(v) \cdot v$  führen nach Gleichung (8) auf die Bestimmungsgleichung für THERM:

$$\text{THERM} = \int n(v) \, dv / (\int n(v) \, v \, dv) \quad (11)$$

mit der Neutronendichteverteilung  $n(v)$  0 bis 0.5 eV.

- Im mittleren Energiebereich bis etwa 500 keV folgt der Neutronenfluß bei Leichtwasserreaktoren in etwa einem  $1/E$ -Verlauf, wie er von der Theorie für homogene Wasser-Brennstoffgemische gefordert wird. Die Annahme eines  $1/E$ -Verlaufs und die Interpretation von RITH als einem Resonanzintegral ergeben mit Gleichung (9):

$$\text{RITH} \cdot \text{RES} = \left( Q_t^e \int_a^b \sigma(E) \frac{dE}{E} \right) / \left( \int_a^b \frac{dE}{E} \right) \quad (b = 10^6) \quad (12)$$

$$(a = 0.5)$$

$$\text{RES} = Q_t^e / 14.509$$

- Im schnellen Energiebereich zeigt der Neutronenfluß etwa ein Spaltneutronenspektrum. Diese Annahme führt zum Spektralindex FAST. Unterstellt man deshalb für den Energiebereich ab 1 MeV ein Flußspektrum

$$\phi(E) \sim \chi(E) = 0.770 \cdot E \cdot e^{-E/1.29} \quad (13)$$

proportional der Spaltquellverteilung der Neutronen für U-235 mit

$$\int_b^c \chi(E) dE = 1/1.45 \quad (c = 10^7)$$

$$(b = 10^6)$$

so ergibt Gleichung (10)

$$\text{SIGMEV} \cdot \text{FAST} = \frac{\int \chi(E) \sigma(E) dE}{\int \chi(E) dE} \cdot Q_t^f \quad (14)$$

$$\text{FAST} = 1.45 \cdot Q_t^f$$

wobei

$$\text{SIGMEV} = \int_b^c \sigma(E) \cdot \chi(E) dE$$

### 1.2.3 Numerische Umformung der HAMMER-Flußresultate auf ORIGEN-Format

Im Modul HAMMER wurde ein Ausgabekanal für folgende Daten geschaffen:

- Geometriedaten der Stabzelle
- Materialdaten (Kernzahldichten und Isotopenkennung)
- THERMOS-Flüsse pro Ortsintervall
- HAMLET-Zell-Volumenflüsse
- Zellmultiplikationsfaktor

- HAMLET-Spaltraten pro Gruppe und Isotop in der Zelle
- Neutronen pro Spaltungen analog
- HAMLET-Neutronenabsorptionsraten analog
- HAMLET-Flüsse pro Ortsintervall

Diese Daten werden vom Modul THERES erfaßt. Ein Teil der HAMMER-Bibliothekdaten sind von THERES selbst aufgerufen:

- Anzahl der Neutronen pro Spaltung im thermischen Bereich,
- Gruppengrenzen und Mittelwerte für Neutronengeschwindigkeiten, -energien und -lethargien für 84 Gruppen,
- Aktivierungs- und Spaltquerschnitte aller HAMMER-Isotope im thermischen Bereich.

Im THERES-Rechenablauf werden nun folgende Operationen durchgeführt:

- Volumenwichtung der Flüsse pro Ortsintervall zu zonengemittelten Flüssen,
- Berechnung der Aktivierungsrate pro Gruppe und pro Isotop (HAMLET),
- Transformation der HAMLET-Zellflüsse auf den Pelletbereich,
- Transformation der THERMOS-Flüsse in die Lethargiedarstellung,
- Berechnung der Gesamtneutronenproduktion bzw. -absorption in der Zelle (HAMLET),
- Berechnung der Gesamtneutronenproduktion in der Zelle (THERMOS),
- Berechnung der Kopplungskonstanten zwischen THERMOS- und HAMLET-Flüssen,
- Kopplung der THERMOS/HAMLET-Flüsse im Brennstoffbereich unter Beachtung der Überlappung in Gruppe 30 bzw. 54 zu einem 84-Gruppenfluß in Lethargiedarstellung,
- Berechnung der Neutronendichte-Verteilungsfunktion  $n(v)$  und des Spektralindex THERM nach Gleichung (11) durch numerische Integration (Gruppe 84 mit Gruppe 57),

- Berechnung von RES nach Gleichung (12) durch numerische Flußintegration von
$$\hat{\phi}_e$$
 (Gruppe 56 mit Gruppe 10) und
$$\hat{\phi}_t$$
 (Gruppe 84 mit Gruppe 57),
- Berechnung von FAST nach Gleichung (14) durch numerische Flußintegration  $\hat{\phi}_f$  (Gruppe 9 mit Gruppe 1).

### 1.3 Wirkungsquerschnittsberechnung im ORIGIN-Bild (Module HAMMER und THERES)

Für eine Reihe von Isotopen muß die explizite Berechnung von ORIGIN-kompatiblen Querschnitten SIGTH, RITH und SIGMEV durchgeführt werden, falls die Bell'schen Annahmen nicht oder ungenügend erfüllt sind und gleichzeitig genaue Reaktionsratenberechnungen gefordert werden.

Die Notwendigkeit der Querschnittsberechnung liegt vor

- bei Non-1/v-Absorbern im thermischen Bereich (z.B. Pu-239, Pu-241, Am-241, Sm-149 usw.). Die Verwendung des Punktquerschnitts bei 0.0253 eV würde zu falschen Reaktionsraten führen. SIGTH muß deshalb aus dem aktuellen Neutronenspektrum  $\phi(v)$  unter der Verwendung der genauen Querschnittsverläufe  $\sigma(v)$  neu errechnet werden:

$$\text{SIGTH} = \frac{\int_0^a \phi(v) \sigma(v) dv}{\int_0^a \phi(v) dv} \quad (a = 0.5 \text{ eV}) \quad (15)$$

- bei Störung des 1/E-Verlaufs des Flusses im epithermischen Bereich. Ab 500 keV weicht der Fluß im LWR-Brennstoff deutlich vom angenommenen Verlauf ab und wird vom Spaltspektrum geprägt. Weiterhin führen Flußeinbrüche durch Absorptionsresonanzen (in U-238, Pu-240 usw.) zu Selbstabschirmungseffekten, die durch effektive Resonanzintegrale beschrieben werden müssen. In diesen Fällen muß RITH aus dem aktuellen Neutronenspektrum  $\phi(E)$  und dem Querschnittsverlauf  $\sigma(E)$  neu errechnet werden:

$$\text{RITH} = 14.509 \cdot \int_a^{c,d} \phi(E) \sigma(E) dE / \int_a^{c,d} \phi(E) dE \quad \begin{matrix} (c = 10^6) \\ (d = 10^7) \end{matrix} \quad (16)$$

In ORIGIN wird bei n-γ-Reaktionen auf die explizite Angabe eines Wirkungsquerschnitts oberhalb 1 MeV verzichtet. Deshalb ist hier die Integrationsgrenze (d) in Gleichung (16) auf 10 MeV anzusetzen. Für die Resonanzspaltung gilt c = 1 MeV, da der anschließende Energiebereich mit dem Spektralindex FAST und einem Querschnitt SIGMEV separat beschrieben ist;

- bei Störung des Flußverlaufs im schnellen Bereich. Einen nicht unerheblichen Beitrag zur Neutronenbilanz leistet mit etwa 6-8 % der Schnellspaltanteil von U-238. Zur genaueren Berechnung dieses Spaltquerschnitts muß aber der Flußverlauf oberhalb 1 MeV bekannt sein, wenn dessen spektrale Verteilung von der Bell'schen Annahme eines Spaltspektrums abweicht.

Bei expliziter Kenntnis von Querschnitts- und Flußverlauf aus den HAMMER-Resultaten läßt sich der Querschnitt SIGMEV problemabhängig berechnen:

$$\text{SIGMEV} = \frac{1}{1.45} \cdot \int_c^d \phi(E) \sigma(E) dE / \int_c^d \phi(E) dE \quad (17)$$

Die Berechnung der effektiven Querschnitte wird im Modul THERES wie folgt durchgeführt:

- Erfassen der von HAMLET errechneten Aktivierungs- und Spaltraten pro Isotop in 54 Gruppen,
- Umrechnen in mikroskopische Querschnitte pro Isotop unter Verwendung der Kernzahldichten, der Zellgeometrien und der HAMLET-Flüsse im Pelletbereich,
- Ankoppeln der thermischen Querschnitte pro Isotop zu 84-Gruppenquerschnitten,
- Transformation in die ORIGIN-Struktur unter Verwendung der bereits errechneten Spektralindizes.

#### 1.4 Brennstoffgemisch-Berechnung (Module ACOND und POISON)

OREST übergibt die Brennstoffzusammensetzung dem Spektral- und dem Abbrandcode in zwei Darstellungen:

- für HAMMER: Kernzahldichten in der Einheit  $1/(\text{cm} \cdot \text{barn})$ ,
- für ORIGIN: die Anzahl der Mole pro gewählter Rechenbasis (BASIS).

Die Berechnung dieser Daten wird zu Rechenbeginn vom Modul ACOND aus allgemeinen Materialangaben des Benutzers übernommen.

Während der Rechnung wird pro Abbrand-Schritt das von ORIGIN ermittelte Nuklidinventar über das Programm-Modul POISON in den Spektralcode rückgeführt.

##### 1.4.1 Berechnung von Kernzahldichten und Molen bei Rechenstart (Modul ACOND)

Grundlage des Moduls ist Aufbau und Lösung eines linearen Gleichungssystems nach dem mathematischen Verfahren der Gauss-Elimination. Die Informationen über ein Materialgemisch stellen Bestimmungsgleichungen für  $n$  Unbekannte (Kernzahldichten) dar:

$$a(i,1) \cdot N(1) + a(i,2) \cdot N(2) \dots + a(i,n) \cdot N(n) = b(i) \quad i = 1, n \quad (18)$$

Die Bestimmungsgleichungen lassen sich in Matrix-Schreibweise darstellen als

$$\hat{A} \cdot \vec{N} = \vec{B} \quad (19)$$

$\hat{A} \hat{=}$   $(n,n)$ -Matrix

$\vec{N} \hat{=}$  Vektor der gesuchten  $n$  Kernzahldichten im frischen Brennstoff

$\vec{B} \hat{=}$  Zuordnungsvektor

Alle Daten in der Matrix  $\hat{A}$  und den Vektoren  $\vec{N}$  und  $\vec{B}$  beziehen sich auf Kernzahldichten. Über allgemeine Brennstoffangaben werden Matrix und Zuordnungsvektor errechnet. Dem Unbekanntenvektor  $\vec{N}$  ist gleichzeitig ein Vektor für Atom- und Molgewichte zugeordnet, da viele Angaben zur Brennstoffzusammensetzung (Partialdichten, Gewichtsprozente) sich auf

Massen beziehen, die in Kernzahldichten umgerechnet werden müssen.

$$N(i) \cdot MAS(i) = \rho(i) \cdot NA \quad i = 1, n \quad (20)$$

$NA \hat{=} \text{Avogadro-Konstante}$

Zur Identifikation von Elementen und Isotopen liegt ein Periodensystem vor, das im Umfang der ORIGEN-Bibliothek entspricht. Damit lassen sich durch Angabe von Molekülzusammensetzungen, Isotopenverteilungen oder Mischungsverhältnissen auch komplizierte Materialzusammensetzungen berechnen.

Für die ORIGEN-Eingabe werden die errechneten Kernzahldichten in Mole umgerechnet, wobei mit Rücksicht auf die rechentechnischen Besonderheiten von ORIGEN nach "light elements" (Sauerstoff und eventuelle Zusatzmaterialien) und Aktiniden aufgeteilt wird.

$$MOL(i) = BASIS \cdot \rho(i) / (\rho_{SM} MAS(i)) \quad i = 1, n \quad (21)$$

Ein Eingabebeispiel für ACOND ist in Abschnitt 2.1.4 angegeben.

#### 1.4.2 Berechnung der Kernzahldichten für HAMMER während des Abbrandes (Modul POISON)

Nach Abbrandschritten von 3-5 Gwd/tSM werden die ORIGEN-Zwischenergebnisse zum Zeitpunkt  $t$  gespeichert und eine neue Spektralberechnung eingeschaltet. Die Umrechnung der temporären ORIGEN-Ergebnisse aller  $m$  Isotope in Kernzahldichten wird vom Modul POISON mit den Gleichungen (20) und (21) durchgeführt:

$$N(j, t) = MOL(j, t) \cdot \rho_{SM} \cdot NA / BASIS \quad j = 1, m \quad (22)$$

Die direkte Rückführung ist derzeit Sauerstoff (0-16) und für die Isotope Xe-135, U-235, U-236, U-238, Np-237, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Pu-242, Am-241 und Am-243 möglich. Der Abgleich der danach noch fehlenden Spaltproduktvergiftung erfolgt mit Hilfe des HAMMER-Materials "long lived fission products" (siehe Abschnitt 1.9).

### 1.5 Brennstab-Temperaturberechnung (Modul STATEM)

Zur Berechnung von Neutroneneinfangsraten im Brennstoff muß die Aufweitung der Resonanzlinien (U-238, Pu-240 usw.) bei unterschiedlichen Brennstofftemperaturen (Doppler-Effekt) beachtet werden.

Pro Abbrandstep wird in OREST deshalb die Brennstofftemperatur in Abhängigkeit von der temporären Brennstoffleistung und der Stabgeometrie neu bestimmt. Die rechnerische Behandlung ist für alle beim stationären LWR-Betrieb auftauchenden Fälle ausreichend genau.

Der Temperaturberechnung im Programmmodul STATEM liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Die Temperaturberechnung wird im stationären Fall durchgeführt. Damit entfällt die Berücksichtigung spezifischer Wärmen.
- Der Brennstab wird als unendlich langer Zylinder betrachtet. Damit kann der Wärmestrom in axialer Richtung als Null angesetzt werden.
- Gültigkeit des Fourierschen Gesetzes, das die Wärmestromdichten an Temperaturgradienten koppelt.
- Newtonsches Abkühlungsgesetz beim Wärmeübergang von der Hülle zum Kühlmittel vorgegebener Temperatur (Proportionalität der Wärmestromdichte in das Kühlmittel zur Temperaturdifferenz zwischen Hülle und Kühlmittel).
- Isotrope Wärmeleitfähigkeiten aller Materialien.
- Vernachlässigung von Wärmestrahlung.

Differentialgleichungen zur Temperaturberechnung lauten unter diesen Annahmen:

- Kopplung des Wärmestroms  $J(r)$  und der Wärmequellendichte  $WQ(r)$ :

$$\operatorname{div} [\vec{J}(r)] - WQ(r) = 0 \quad (23)$$

- Kopplung Wärmestrom  $J(r)$ , Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  und Temperatur  $T(r)$  (Fouriersches Gesetz):

$$\vec{J}(r) = - \lambda \cdot \vec{\operatorname{grad}} [T(r)] \quad (24)$$

- Kopplung des Wärmestroms am äußeren Hüllrohrradius  $r_0$  über die Wärmeübergangszahl  $\alpha$  an die Kühlmitteltemperatur TMPK.

$$\dot{J}(r_0) = -\alpha \cdot (TMPK - T(r_0)) \quad (25)$$

Gleichung (24) in Gleichung (25) eingesetzt ergibt:

$$\text{div} \{-\lambda \cdot \text{grad} [T(r)]\} - WQ(r) = 0 \quad (26)$$

Zur numerischen Lösung von Gleichung (26) wird der Brennstab (Pelletbereich, Heliumspalt, Hüllrohr) in N Radialintervalle unterteilt. Unter der Annahme, daß innerhalb dieser Fein-Intervalle die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  und die Wärmequellichten WQ als konstant angenommen werden dürfen, kann Gleichung (26) in Zylinderkoordinaten direkt integriert werden. Damit steht ein Satz von N analytischen Temperaturgleichungen zur Verfügung, die über folgende Randbedingungen gekoppelt sind:

- An den Intervallgrenzen entspricht der linksseitige dem rechtsseitigen Wärmestrom.
- Analoges gilt für die Temperaturen an den Intervallgrenzen.
- Der Wärmestrom im Zentrum ist Null.
- Der Wärmestrom in das Kühlmittel ist durch die temporäre Brennstoffleistung vorgegeben.

Pro Zone (Brennstoff, Helium, Zirkalloy) sind in STATEM jeweils 5 Intervalle angesetzt. Der radiale Verlauf der Wärmequellichte WQ(r) für die Brennstoffzone entspricht dem thermischen Neutronenfluß und damit in guter Näherung der tatsächlichen Wärmequellichte (thermische Spaltungen dominieren). Die absolute Größe der Wärmequellichte  $\hat{WQ}$  wird aus den Benutzerangaben "Leistung in MW/Basis" und der errechneten Schwermetallldichte  $\rho_{SM}$  gebildet:

$$\hat{WQ} = \frac{\int WQ(r) dV}{\text{Volumen}} = 10^6 \cdot LW \cdot \rho_{SM} \quad (27)$$

Die Stabileistung ST kann über den Pelletdurchmesser PLD direkt errechnet werden zu

$$ST = \hat{WQ} \cdot PLD^2 / (4 \pi) \text{ (W/cm)} \quad (28)$$

Die Berechnung verwendet temperaturabhängige Wärmeleitfähigkeiten für  $UO_2$ , Helium und Zirkalloy /WAG 77/ nach Tabelle 1. Die Wärmeübergangszahl  $\alpha$  zum Kühlmittel der Temperatur TMPK ist pauschal mit

$$\alpha = 3.00 \text{ (W/cm}^2 \cdot \text{K)}$$

festgelegt. Eine detailliertere Kopplung an thermodynamische Verhältnisse im Reaktor ist nicht enthalten.

Tab. 1:

Wärmeleitfähigkeiten (W/cm K)

Temperatur °C	Brennstoff $\lambda$ ( $UO_2$ )	Helium $\lambda$ (He)	Hüllrohr $\lambda$ (Zr)
bis 100	0.0705	0.0014	0.140
200	0.0611	0.0022	0.155
300	0.0530	0.0022	0.163
400	0.0473	0.0027	0.175
500	0.0426	0.0027	0.186
600	0.0387	0.0032	0.200
700	0.0355	0.0032	0.212
800	0.0327	0.00375	0.230
900	0.0304	0.00375	0.245
1.000	0.0284	0.0042	0.265
1.100	0.0266	0.0042	0.290
1.200	0.0253	0.0046	0.315
1.300	0.0242	0.0046	0.350
1.400	0.0233	0.0050	0.385
1.500	0.0217	0.0050	0.430
1.600	0.0217	0.0054	Rechenstop
1.700	0.0221	0.0054	
1.800	0.0229	0.0058	
1.900	0.0237	0.0058	
2.000	0.0242	0.0062	
> 2.000	Rechenstop	Rechenstop	

In der numerischen Behandlung wird ein iteratives Verfahren, ausgehend von den Kühlmitteltemperaturen als Startwert für alle Bereiche, verwendet. Die Richtigkeit von Programmablauf und Ergebnissen wurde an analytisch berechenbaren Problemen nachgewiesen.

### 1.6 Kühlmitteldichte, Boratgehalt und HAMMER-Moderatortemperatur (Modul STATEM)

Die Kühlmitteldichte, die in den Spektral-Rechnungen erheblichen Einfluß auf die Moderation der Neutronen, auf den thermischen Fluß im Brennstoff und damit auf das Abbrandergebnis hat, wird aus Kühlmittel- druck, -temperatur und Dampfblasengehalt analytisch errechnet. STATEM übernimmt die in /SCH 63/ angegebenen analytischen Gleichungen für Kühlmittel- und Dampfdichten. Die Wasserdichte  $\rho_M$  bei Druck PRES und Temperatur TMPK wird aus dem spezifischen Volumen berechnet:

$$\frac{1/\rho_M}{\text{m}^3/\text{kg}} = \frac{G}{W_{\sigma,\tau}^{1/3,4}} - H + K\tau + (n-\tau)^2 [L + (n-\tau)^8 M] - \frac{N(q+r\sigma+\sigma^2)}{z+\tau^{11}} \quad (29)$$

Darin sind

$$\begin{aligned} \sigma &= \text{PRES}/p_k \\ \tau &= (\text{TMPK}+273,16)/T_k \\ p_k &= 221,287 \text{ bar} \\ T_k &= 647,3 \text{ }^\circ\text{K} \\ W_{\sigma,\tau} &= U_\tau + [kU_\tau^2 + 1(\sigma-m\tau)]^{1/2} \\ U_\tau &= f - g\tau^2 - h\tau^{-6} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{lll} G = 4,17 \cdot 10^{-1} & f = 3,7 \cdot 10^8 & m = 1,500705 \\ H = 1,139706 \cdot 10^{-4} & g = 3,122199 \cdot 10^8 & n = 6,537154 \cdot 10^{-1} \\ K = 9,949927 \cdot 10^{-5} & h = 1,999850 \cdot 10^5 & q = 6,25 \cdot 10^1 \\ L = 7,241165 \cdot 10^{-5} & k = 1,72 & r = 1,310268 \cdot 10^1 \\ M = 7,676621 \cdot 10^{-1} & l = 1,362926 \cdot 10^{16} & z = 1,5108 \cdot 10^{-5} \\ N = 1,052358 \cdot 10^{-11} & & \end{array}$$

Die Dampfdichte  $\rho_D$  beim Druck PRES und der Temperatur TMPK wird aus dem spezifischen Volumen des Dampfes berechnet:

$$\frac{1/\rho_D}{\text{m}^3/\text{kg}} = \frac{\bar{R}\tau}{\sigma} - \frac{A-E(c-\sigma)\tau^{2 \cdot 2,82}}{\tau^{2,82}} - \left[ \frac{B-(d\sigma-\tau^3)D\sigma}{\tau^{14}} + \frac{C}{\tau^{32}} \right] \sigma^2 - (1-e\sigma)F\tau \quad (30)$$

$$\bar{R} = \frac{R}{M} \frac{T_k}{p_k} \frac{\text{kg}}{\text{kg/kmol}} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

wobei  $R = 8,31415 \text{ [kJ/kmol } ^\circ\text{K]} = 1,9858 \text{ [kcal/kmol } ^\circ\text{K]}$  und  $M = 18,0160$ .  
Zahlenwerte:

$$\begin{array}{lll} \bar{R} = 1,34992 \cdot 10^{-2} & D = 6,70126 \cdot 10^{-4} & c = 1,55108 \\ A = 4,7331 \cdot 10^{-3} & E = 3,17362 \cdot 10^{-5} & d = 1,26591 \\ B = 2,93945 \cdot 10^{-2} & F = 8,06867 \cdot 10^{-5} & e = 1,32735 \\ C = 4,35507 \cdot 10^{-6} & & \end{array}$$

Die effektive Wasserdichte bei Anwesenheit eines Dampfanteils VDEF (Vol.-%) ergibt sich aus Wasserdichte  $\rho_M$  und Dampfdichte  $\rho_D$  zu

$$\rho_M^{eff} = \rho_M(1 - \text{VDEF}/100) + \rho_D \cdot \text{VDEF}/100 \quad (31)$$

#### ● Borvergiftung

In HAMMER ist die (zeitabhängige) Borvergiftung im Kühlmittel in Gewichtsanteilen Borat ( $B_2O_3$ ) anzugeben. Die Benutzerangabe für die Borvergiftung 'BOR' in "ppm" (parts per million) wird deshalb umgerechnet:

$$\text{Wt\% (Borat)} = \text{BOR} \cdot 69,617 \cdot \rho_M(100 - \text{VDEF}) / (10^6 \cdot 21,62 \cdot \rho_M^{eff}) \quad (32)$$

Dabei wird berücksichtigt, daß sich der Boranteil nur in der flüssigen, nicht jedoch in der gasförmigen Phase des Kühlmittels befinden kann. Die in HAMMER (Routine MATC) irreführende, frühere Umrechnung auf Kernzahldichten für  $B_1O_3$  wurde korrigiert.

#### ● Moderatortemperatur in HAMMER

Die HAMMER-WQ-Bibliothek erlaubt diskrete Temperaturen von  $20^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $127^\circ$ ,  $227^\circ$ ,  $303^\circ$  und  $327^\circ$  im Kühlmittel. Entspricht die vom OREST-Benutzer definierte Kühlmitteltemperatur TMPK keinem dieser Werte exakt, wird für HAMMER diejenige Zahl aus vorstehenden Temperaturen entnommen, die dem Wert TMPK am nächsten kommt. Zwischenwert-Interpolationen werden noch nicht durchgeführt.

### 1.7 Thermisch nutzbare Energie pro Spaltung (Modul POISON)

Eine der Randbedingungen der OREST-Abbrandrechnungen ist die pro Basis Schwermetall gezogene Leistung in Megawatt. In ORIGIN wird über diese Information mit dem makroskopischen Spaltquerschnitt und der thermisch nutzbaren Energie pro Spaltung der zugehörige Neutronenfluß bestimmt.

Ursprünglich war für die Energie pro Spaltung in /BEL 73/ ein Pauschalwert von 200 MeV angesetzt, der bei mittleren  $\text{UO}_2$ -Abbränden gut erfüllt ist. Mit steigendem Plutoniumanteil oder mit wesentlichen  $(n,\gamma)$ -Prozessen im Brennstoff ergeben sich höhere Energien.

Im Programmodul POISON werden die Rechenergebnisse des vorangegangenen Abbrandsteps erfaßt und aus dem aktuellen Nuklidinventar ein neuer Wert für die Energie pro Spaltung (EMEAN) errechnet, der im nächsten Bestrahlungslauf verwendet wird. Dabei werden folgende zwei Prozesse separat berücksichtigt:

#### 1) (thermisch nutzbare) Spaltenergie aus Spaltprozessen:

- a) kinetische Energie der Spaltprodukte (EFR)
- b) Energie der prompten Gammastrahlung (EGP)
- c) Energie der prompten Spaltneutronen (ENP)
- d) Energie der verzögerten Neutronen (END)
- e) Energie der verzögerten Gammastrahlung (EGD)
- f)  $\beta$ -Energie aus Spaltproduktzerfällen (EB)

#### 2) $(n,\gamma)$ -Prozesse im Brennstoff (ENG)

Jedoch werden Energiebeiträge aus

- $\alpha$ -Zerfällen im Brennstoff
- n-Einfang im Hüllrohr
- n-Einfang im Moderator (Borvergiftung)

derzeit nicht behandelt.

Die prompten Prozesse 1a), 1b), 1c) und 2) sind direkt an den Neutronenfluß im Brennstoff gekoppelt. Die verzögerten Prozesse 1d), 1e)

und 1f) können im Vergleich zu den Standzeiten im Reaktor ohne Fehler ebenfalls als prompt angesehen werden.

Für jedes Spaltisotop  $i$  kann deshalb ein Wert  $EFIS(i)$  additiv angegeben werden:

$$EFIS(i) = EFR(i) + EGP(i) + ENP(i) + END(i) + EGD(i) + EB(i) \quad (33)$$

Daraus läßt sich die Leistungsdichte LFIS aus Spaltreaktionen errechnen:

$$LFIS(t) = \hat{\phi}(t) \cdot \sum_i N(i,t) \cdot \hat{\sigma}_{fis}(i) \cdot EFIS(i) \quad (\text{MeV/cm}^3 \cdot \text{s}) \quad (34)$$

$i = 1, n$

Die Leistungsdichte LNG aus (n- $\gamma$ )-Reaktionen wird analog beschrieben als

$$LNG(t) = \hat{\phi}(t) \cdot \sum_i N(i,t) \cdot \hat{\sigma}_{cap}(i) \cdot ENG(i) \quad (\text{MeV/cm}^3 \cdot \text{s}) \quad (35)$$

$i = 1, n$

Zusammen mit der Spaltrate SPR

$$SPR(t) = \hat{\phi}(t) \cdot \sum_k N(k,t) \cdot \hat{\sigma}_{fis}(k) \quad (\text{Spaltungen/cm}^3 \cdot \text{s}) \quad (36)$$

$k = 1, n$

ergibt sich

$$EMEAN(t) = \frac{\sum_i N(i,t) \cdot \{\hat{\sigma}_{fis}(i) \cdot EFIS(i) + \hat{\sigma}_{cap}(i) \cdot ENG(i)\}}{\sum_k N(k,t) \cdot \hat{\sigma}_{fis}(k)} \quad (37)$$

(MeV/Spaltung)

Tabelle 2 enthält für eine Auswahl der wichtigsten Spalt- und Aktivierungsprodukte im Brennstoff die isotopspezifischen Spalt- und n- $\gamma$ -Energiebeiträge pro Reaktion nach /SHE 81; LED 67/ einschließlich der Zusatzanteile durch nachfolgende Zerfälle, die wegen kurzer Halbwertszeiten als prompt bezeichnet werden können.

Mit den Nukliden in der Tabelle 2 werden praktisch alle Spaltbeiträge (bis auf etwa ein Promille) und mehr als 95 % aller Aktivierungsbeiträge erfaßt.

Für nicht in der Liste aufgeführte Materialien sind in POISON folgende Pauschalangaben angesetzt:

EFIS(i)	=	0.0 MeV, falls Spaltquerschnitt	=	0
EFIS(i)	=	200 MeV, falls Spaltquerschnitt	>	0
ENG(l)	=	5.5 MeV, falls Kernladung	≥	90
ENG(l)	=	7.5 MeV, falls Kernladung	<	90

Tab. 2:

Thermisch nutzbare Energien pro Spaltung und (n-γ)-Reaktion für eine Auswahl wichtiger Nuklide

● Aktiniden	EFIS (MeV) /SHE 81/	ENG (MeV) /LED 67/	Beitrag zu ENG durch
92 U-235	193.73	6.54	
92 U-238	191.95	5.12	+ 0.32 (U-237-Zerfall)
92 U-238	194.79	4.80	+ 0.86 (U-239/Np-239-Zerfall)
93 Np-237	193.87	5.49	+ 0.81 (Np-238-Zerfall)
94 Pu-239	199.92	6.53	
94 Pu-240	197.02	5.23	
94 Pu-241	201.98	6.31	
94 Pu-242	199.13	5.04	+ 0.19 (Pu-243-Zerfall)
95 Am-241	201.97	7.06	
● Spaltprodukte			
42 Mo-95	-	9.16	
43 Tc-99	-	6.64	+ 1.49 (Tc-100-Zerfall)
44 Ru-101	-	9.22	
45 Rh-103	-	7.01	+ 0.15 (Rh-104-Zerfall)
45 Rh-105	-	6.57	+ 3.22 (Rh-106-Zerfall)
47 Ag-109	-	6.82	+ 0.38 (Ag-110-Zerfall)
54 Xe-131	-	8.93	
54 Xe-135	-	7.57	
55 Cs-133	-	6.70	
55 Cs-134	-	9.08	
60 Nd-143	-	7.83	
61 Pm-147	-	5.88	+ 1.72 (Pm-148-Zerfall)
61 Pm-148 m	-	7.30	+ 0.43 (Pm-149-Zerfall)
61 Pm-148	-	7.25	+ 0.38 (Pm-149-Zerfall)
62 Sm-149	-	7.98	
62 Sm-150	-	5.60	
62 Sm-151	-	8.23	
62 Sm-152	-	5.88	+ 0.33 (Sm-153-Zerfall)
63 Eu-153	-	6.39	
63 Eu-154	-	8.18	
63 Eu-155	-	6.33	+ 1.74 (Eu-156-Zerfall)

### 1.8 Multiplikationsfaktor und Neutronenbilanz (Module HAMMER, POISON und INTER)

Der Spektralcode HAMMER liefert am Anfang jedes Abbrandsteps den Zell-Multiplikationsfaktor  $k^\infty$  für ein unendlich ausgedehntes Stabgitter ohne Leckage. Die gleichzeitig gerechnete Neutronenflußverteilung wird im nachfolgenden ORIGEN-Lauf als konstant angenommen, was bei kurzen Abbrandsschritten von 3 bis 5 Gwd/tSM gut erfüllt ist. Unter diesen Bedingungen läßt sich die Entwicklung des Multiplikationsfaktors durch die Nuklidveränderungen berechnen und für den Gesamtabbrand eine Neutronenbilanz angeben, die zur Bestimmung von Maximalabbränden und zur Überprüfung der Abbrandsimulation dient.

#### 1.8.1 Berechnung der Entwicklung des Multiplikationsfaktors innerhalb eines Abbrandsschrittes

Innerhalb eines ORIGEN-Abbrandsschrittes verändert sich durch Spalt-, Aktivierungs- und Zerfallsprozesse das Nuklidinventar und damit der Multiplikationsfaktor. Dessen Variation wird vom Modul POISON unter der Annahme ab Zeitpunkt  $t_0$  konstanten Neutronenspektrums gerechnet. Aus den Neutronenflüssen und Nuklidinventaren können Produktion  $PROD(t)$  und Absorption  $ABS(t)$  von Neutronen im Brennstoffbereich (Pellet) in Abhängigkeit von der Bestrahlungszeit  $t \geq t_0$  ermittelt werden.

$$PROD(t) = \hat{\phi}(t) \cdot \sum_i N(i,t) \int \phi(E) \cdot v(i,E) \cdot \sigma_{fis}(i,E) dE / \int \phi(E) dE \quad (38)$$

$$ABS(t) = \hat{\phi}(t) \cdot \sum_i N(i,t) \{ \hat{\sigma}_{fis}(i) + \sigma_{cap}(i) \} \quad i = 1, n \quad (39)$$

Für die Brennstoffzelle (einschließlich Hülle und Moderator, aber ohne Leckagen) ist der HAMMER-Multiplikationsfaktor zum Zeitpunkt  $t_0$  bestimmt durch das Verhältnis der Neutronenproduktion zur totalen Neutronenabsorption in der Zelle.

$$k^\infty(t_0) = PROD(t_0) / ABS(t_0, cell) \quad (40)$$

wobei

$$ABS(t_0, cell) = ABS(t_0) + ABS(t_0, nonfuel) \quad (41)$$

Damit lautet die Entwicklung des Zellmultiplikationsfaktors innerhalb eines Abbrandschrittes unter Annahme konstanten Fluß-Spektrums:

$$k^\infty(t) = \text{PROD}(t) / \{ \text{ABS}(t) - \text{ABS}(t_0) + \text{PROD}(t_0) / k^\infty(t_0) \} \quad t \geq t_0 \quad (42)$$

Die Produktions- und Absorptionsraten im Brennstoff nach den Gleichungen (38) und (39) werden mit den ORIGEN/HAMMER-Daten für die Spektralindizes, den 3-Gruppenquerschnitten und zusätzlich 3-Gruppendaten  $\nu$  für die Neutronen pro Spaltung (siehe Tabelle 3) errechnet. Die  $\nu$ -Daten sind den HAMMER-Bibliotheken entnommen.

Tab. 3:

Anzahl der Neutronen pro Spaltung für die Energiebereiche 0 bis 0.5 eV, 0.5 eV bis 1 MeV, 1 bis 10 MeV

Isotop	Energiebereich		
	thermisch	mittel	schnell
Pa-233	-	2.80	2.80
U-233	2.50	2.50	3.04
U-234	-	2.80	2.80
U-235	2.43	2.46	2.98
U-236	-	2.38	2.99
U-238	-	2.40	2.81
Np-237	2.34	2.47	3.57
Pu-238	2.76	2.75	3.24
Pu-239	2.89	2.89	3.41
Pu-240	2.89	2.89	3.41
Pu-241	3.03	3.03	3.58
Pu-242	-	2.85	3.41
Am-241	3.09	3.10	3.76
Am-242 m	3.18	3.18	3.00
Am-243	-	3.05	3.59
Cm-242	3.00	3.00	3.00
Cm-244	3.23	3.23	3.77
Cm-245	3.30	3.30	3.77

Schließlich kann die Entwicklung der im Brennstoffgemisch mittleren Zahl von Neutronen pro Spaltung als Quotient aus Produktionsrate und Spaltrate berechnet und ausgegeben werden:

$$\hat{v}(t) = \frac{\text{PROD}(t)}{\text{SPR}(t)} \quad (43)$$

wobei die Spaltrate  $\text{SPR}(t)$  im Nenner bereits nach Gleichung (36) bestimmt ist.

### 1.8.2 Neutronenbilanz in der Brennstoffzelle (Modul INTER)

Im OREST-Modell eines ausgedehnten Gitters identischer Brennstabzellen ist bei frischem Brennstoff der Neutronenmultiplikationsfaktor größer als 1.000, wird mit zunehmendem Abbrand sinken und schließlich im allgemeinen den Wert 1.000 unterschreiten.

Die hier im Zellenmodell ermittelten temporären Überschüsse und Defizite der Neutronenproduktion sind in der Reaktorpraxis durch BE-Mischbelegung und Steuereinrichtungen ausgeglichen, so daß der Reaktor einen Core-Multiplikationsfaktor von 1.000 aufweist (stationärer Betrieb) und zu jedem Zeitpunkt die Anzahl der produzierten Neutronen den absorbierten oder Leckage-Neutronen entspricht.

Im Auswertemodul INTER wird anhand der HAMMER/ORIGEN/POISON-Ergebnisse abgeschätzt, inwieweit in der Brennstoffzelle im Laufe des Abbrandes die Neutronenbilanz erfüllt ist. Der stationäre Multiplikationsfaktor der realen Reaktorbelegung wird in OREST durch geeignete Integration des zeitlich sich verändernden Zellmultiplikationsfaktors angenähert. Damit sind Aussagen möglich, ob mit den gewählten Spaltmaterialanteilen im Brennstoff (Anreicherung, Plutoniumgehalt) die vorgegebenen Abbrände reaktivitätsmäßig erreicht werden können.

Unter Verwendung der Gleichung (38) (Neutronenproduktionsrate in der Zelle), Gleichung (39) (Neutronenabsorptionsrate im Brennstoffbereich) und Gleichung (41) (Neutronenabsorptionsrate außerhalb des Brennstoffbereichs) läßt sich die Entwicklung der Neutronenbilanz BILANZ während des Zellabbrandes zum Zeitpunkt  $t$  bestimmen:

$$\text{BILANZ}(t) = \frac{\int_0^t \text{PROD}(t) dt}{\int_0^t \text{ABS}(t, \text{cell}) dt} \quad (44)$$

BILANZ(t) entspricht dem Quotienten der Zeitintegrale von Neutronenproduktionsraten und Absorptionsraten in der gesamten Zelle und kann unter Verwendung von Gleichung (40) noch umgeformt werden zu

$$\text{BILANZ}(t) = \frac{\int_0^t \text{PROD}(t) dt}{\int_0^t \{\text{PROD}(t)/k^\infty(t)\} dt} \quad (45)$$

Sekundäre Neutronenverluste durch Core-Leckagen und Absorptionen in Strukturmaterialien werden mit Gleichung (45) nicht erfaßt. Typische DWR-Werte liegen hier bei 3.5 bis 5 %, so daß bei Standardabbränden schließlich eine Neutronenbilanz von etwa 1.035 bis 1.050 vorliegen sollte. Werte darüber zeigen, daß der Brennstoff reaktivitätsmäßig nicht ausgenutzt wurde. Werte darunter deuten an, daß der Abbrand zu hoch gewählt sein kann, so daß der Brennstoff auf Kosten der Umgebung mehr Neutronen absorbiert, als er selbst im Laufe des Abbrands erzeugt.

#### 1.9 Rückkopplung des 0-d-Abbrandcodes an den Zellcode (Modul POISON)

Nach kurzen Abbrandsteps von 3 bis 5 Gwd/tSM wird von OREST selbsttätig eine HAMMER-Rechnung zwischengeschaltet, um die Rückwirkung der veränderten Materialzusammensetzung auf Spektrum und Eingangsquerschnitte zu erfassen. Jedoch kann nur eine begrenzte Auswahl von Isotopen (Sauerstoff, Xe-135, U-235, U-236, U-238, Np-237, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-241, Pu-242, Am-241, Am-243) direkt in den Brennstoffbereich der HAMMER-Stabzelle nach Gleichung (22) rückgeführt werden. Diese Materialliste erfaßt praktisch zu 100 % den Gesamtspaltquerschnitt in LWR-Brennstoffen. Restabweichungen liegen bei UO<sub>2</sub>-Stäben unter 0.1 %, bei MOX-Brennstäben unter 0.3 %. Die Rückführung von Xe-135 allein ist zur Beschreibung der gesamten Spaltproduktvergiftung und darüber hinausgehender Isotope unvollständig. Deshalb wird die gesamte Neutronenabsorption der ORIGEN-Isotope mit der (noch unvollständigen) Neutronenabsorption der Materialauswahl für HAMMER verglichen. Zur Rückführung der fehlenden ORIGEN-Aktivierung in HAMMER wird das HAMMER-Material "long lived fission products" (LLFP) verwendet, dessen ORIGEN-Querschnitt ebenfalls über HAMMER/THERES-Berechnungen problemabhängig vorliegt.

Fordert man reaktivitätsmäßige Konsistenz zwischen ORIGEN-Rechenergebnissen zum Abbrandzeitpunkt  $t$  für den nachfolgenden Rechenlauf des Spektralcodes, dann wird über die Gleichungen (38), (39) und (41) folgende Differenz an Neutronenabsorption festgestellt:

$$\begin{aligned} \text{DABS}(t, \text{HAMMER}) = & \{ \text{ABS}(t) - \text{ABS}(t, \text{HAMMER}) \} - \{ \text{PROD}(t) - \text{PROD}(t, \text{HAMMER}) \} \cdot \\ & \cdot \{ \text{ABS}(t) - \text{ABS}(t_0, \text{nonfuel}) \} / \text{PROD}(t) \end{aligned} \quad (46)$$

Die Umrechnung der Gleichung (46) in die gesuchte Kernzahldichte für "long lived fission products" lautet:

$$N(\text{LLFP}, t) = \frac{\text{DABS}(t, \text{HAMMER})}{\hat{\phi}(t) \cdot \hat{\sigma}_{\text{cap}}(\text{LLFP})} \quad (47)$$

#### 1.10 Unterteilung der Leistungsgeschichte in Abbrandsteps

Der vom Benutzer vorgegebene Abbrandverlauf (Zeitangaben, Leistungsangaben, variable Borvergiftung) wird vom OREST-System nach folgenden Kriterien selbsttätig in einzelne Abbrandsteps unterteilt, um eine möglichst kontinuierliche Spektralnachführung zu erreichen:

- Maximalabbrand pro Abbrandstep kleiner 3 bzw. 4 bzw. 5 bzw. 6 bzw. 7 GWd/tSM für den 1. bzw. 2. bzw. 3. bzw. 4. und für alle folgenden Steps.
- Maximale Anzahl der Zeitschritte pro Abbrandstep gleich 10. Die Leistung im letzten Zeitschritt darf nicht Null sein.
- Maximaler Abbrand pro Zeitschritt 1 GWd/tSM.
- Maximale Variation der Bor-Vergiftung 200 ppm. Bei kleineren Variationen wird pro Abbrandstep bzw. HAMMER-Spektralrechnung ein Mittelwert errechnet.

### 1.11 Zusammenfassung wichtigster Ergebnisse während des Abbrandes (Modul INTER)

Jeder OREST-Computerausdruck enthält in 5 Listen eine Wiedergabe seiner Eingabedaten und eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse aller Programmodule während der Abbrandsimulation (siehe Anhang 2).

In Liste 1 (INPUT DATA) sind die Stabgeometriedaten, die Kühlmittel-daten und die Brennstoffzusammensetzung bei Beladung aufgeführt.

In Liste 2 (OREST SUMMARY RESULTS FOR TOTAL BURNUP) sind die wichtigsten, über den gesamten Abbrandverlauf gemittelten Daten zusammengestellt. Zur Berechnung dieser Durchschnittswerte wurden drei unterschiedliche Mittelungsverfahren nach Zeit, Abbrand und Neutronen-fluenz gewählt. Sie werden numerisch durch Summationsprozeduren über alle OREST-Zeitschritte angenähert. Darüber hinausgehende Interpolationstechniken sind nicht eingesetzt.

In Liste 3 werden pro Abbrandstep die von STATEM (Temperaturen), HAMMER (Multiplikationsfaktor) und THERES (Spektralindizes für ORIGEN) ermittelten Resultate ausgegeben.

In den Listen 4 und 5 sind wichtige Daten pro Zeitschritt wiedergegeben:

- Entwicklung des Multiplikationsfaktors und der Neutronenbilanz,
- Absorptionsquerschnitte in Brennstoff und Anteil ( $\%$ ) der Spaltprodukte,
- Spaltquerschnitte und aktueller Anteil von 4 ausgewählten Spaltmaterialien in Prozent.

Anschließend folgen im Computerausdruck die ORIGEN-Ergebnisse und angewählte Modul-Ergebnisse von STATEM, THERES und POISON.

## 2. OREST-EINGABEDATEN

Es gibt zwei Möglichkeiten der Anwendung von OREST:

- auf der GRS-Rechenanlage unter Verwendung der interaktiven Eingabeprozedur,
- auf anderen IBM-kompatiblen Rechnern unter Verwendung des Moduls ORESTLE (in Vorbereitung).

### 2.1 Handhabung des OREST-Systems am GRS-Rechner

Die Handhabung des OREST-Systems wird am GRS-Rechner durch die interaktive Dateneingabe am Bildschirm erleichtert.

Die Reaktor- und Brennelementdaten, die Brennstoffzusammensetzung und die Leistungsgeschichte werden in vorbereitete Schreibpositionen eingetragen oder dort abgeändert und vom System sofort auf offensichtliche Fehler überprüft. Die Schreibpositionen sind mit erklärendem Text versehen, so daß die Anforderungen an den Systembenutzer relativ gering sind.

In Abschnitt 2.3 werden die Eingabedaten mit ihrem zulässigen Eingabebereich detailliert beschrieben.

Die Eingabedaten werden auf der benutzereigenen UID.S.FORT-Datei unter einem vom Benutzer (UID) spezifizierten MEMBER-Namen abgespeichert.

Der Aufruf von OREST erfolgt unter 'SFP U' im GRS-UTILITY-SELECTION MENUE durch Eingabe von 'OREST' in der Zeile 'ENTER USER APPLICATION'.

### 2.1.1 Panel 1

Schreibposition:	Erklärung:
1	MEMBER-Name (vom Benutzer zu wählen) Die OREST-Eingabedaten werden auf dem Datensatz UID.S.FORT(MEMBER) abgespeichert. Wenn dieses MEMBER schon existiert, werden die dort abgelegten Daten auf den Bildschirm gebracht.
2	Soll Input-MEMBER erzeugt werden? 'Nein' unterdrückt die Speicherung der Eingabedaten.
3	Kennzeichnungs-Parameter (Standard gleich 'A') für die zu erzeugenden OREST-Datensätze JCLDAT (JCL-Karten) und GENOUT
ENTER	bringt Panel 2

### 2.1.2 Panel 2

Schreibposition:	Erklärung:
Titel	Zeile für spätere Identifikation des Rechenlaufs
Geometriedaten	<u>Pelletdurchmesser PLD</u> (cm) <u>Hüllrohr (innen) HDI</u> (cm) <u>Hüllrohr (außen) HDA</u> (cm) Diese Angaben legen auch den Gasspalt zwischen Pellet und Hüllrohr sowie die Wandstärke des Hüllrohres fest. Wenn möglich, sind die Werte unter Betriebsbedingungen anzugeben. <u>Pitch PEFF</u> (cm) Gitterteilung Pitch > 0, quadratisches Gitter Pitch < 0, hexagonales Gitter Durch Angabe eines effektiven Pitches, der vom geometrischen Wert abweicht, kann der Einfluß von Gitterstörungen, wie z.B. Steuerstäbe, auf das lokale Neutronenspektrum beschrieben werden (Abschnitt 2.3.1).

Kühlmittel	<u>Temperatur TMPK</u> (°C) <u>Druck PRES</u> (bar) <u>Blasengehalt VDEF</u> (Volumenprozent) Auch für den Blasengehalt ist ein effektiver Wert anzugeben, wenn der Einfluß von Inhomogenitäten (z.B. Wasserkästen in SWR) beschrieben werden soll (Abschnitt 2.3.2). Bei einem Blasengehalt > 5 % wird angenommen, daß es sich um einen Siedewasserreaktor (SWR) handelt und damit kein Bor im Kühlmittel (s. Panel 3) möglich ist.
Ausgabesteuerung	<u>Mol, Grams, Curie, Power</u> Wahl der gewünschten ORIGEN-Resultate <u>ACOND, STATEM, HAMMER, POISON, THERES</u> Wahlmöglichkeit für Ausgabe von Detailoutput einzelner OREST-Module
Abbrandgeschichte	<u>BASIS</u> Angabe der zu bestrahlenden Masse an Gramm <u>Schwermetall</u> (empfohlener Wert: 1000000, siehe Abschnitt 2.3.4) <u>Nennleistung</u> Reaktornennleistung in MW/BASIS. Ist der Eintrag Null, wird in <u>Panel 3</u> bei der Beschreibung der Bestrahlungsgeschichte die Angabe in Absolutwerten (MW/BASIS) verlangt, sonst in Prozent der Nennleistung.
ENTER	bringt Panel 3

### 2.1.3 Panel 3

Schreibposition:	Erklärung:
T( )	In der Klammer ist die gewünschte Zeiteinheit während der Bestrahlung (SEC, MIN, HOR, DAY, MON, Y/2, -Y-) anzugeben. Die folgenden Schreibpositionen in der Zeile dienen zur Angabe der Zeitsteps. Wenn vor der Zeiteinheit ein 'D' steht, sind relative Zeiten anzugeben, sonst Absolutwerte (Abschnitt 2.3.3).

P	Zur unmittelbar darüberstehenden Zeitangabe gehörige Brennstoff-Leistung LW (MW/BASIS) bzw. in Prozent von 'Nennleistung' (Abschnitt 2.3.4).
BOR	Zur jeweiligen Zeitangabe gehöriger Borgehalt in ppm vom Kühlmittel (nur DWR)
EINGABE BEENDET?	<u>JA:</u> Bestrahlungsgeschichte vollständig beschreiben, weiter bei POSTIRRADIATION <u>NEIN:</u> Mit ENTER Fortsetzungspanel 3 holen
POSTIRRADIATION	Angabe der gewünschten Abklingzeiten, Syntax analog Bestrahlungszeit
ENTER	Panel 4 oder Folgepanel 3

#### 2.1.4 Panel 4

Die Materialzusammensetzung im frischen Brennstoff wird in Panel 4 definiert. Bei einem neu generierten Abbrandproblem, das noch nicht in UID.S.FORT definiert war, findet der OREST-Benutzer hier eine Pauschal-Brennstoffzusammensetzung  $UO_2$  mit folgenden Eigenschaften:

- Schmierdichte  $UO_2$  im Brennstoffpellet gleich 10.0 g/ccm,
- stöchiometrische Molekülzusammensetzung von  $UO_2$  aus 2 Sauerstoffatomen und einem Schwermetallatom,
- Isotopenvektor des Schwermetalls entsprechend Uran mit 3.2 WT% Anreicherung U-235, Rest U-238.

Diese Daten werden vom Benutzer nach genaueren Brennstoff-Informationen bezüglich Dichte, Anreicherung, Schwermetallzusammensetzung usw. abgewandelt. Tabelle 4 zeigt ein Beispiel einer MOX-Zusammensetzung. Die Bedeutung der Datenfelder in den Spalten "S", "C", "W", "N" und "D" ist im folgenden angeführt.

**Tab. 4:**

Eingabebeispiel einer Brennstoffzusammensetzung (Mischoxid mit Gadolinium-Vergiftung)

S	C	W	N	D
RHO	MOX	10.15	-	-
MOL	MOX	1.0	-	HEVIMET
-	-	2.0	-	0
GEM	HEVIMET	5.35	WTZ	PLUTO
-	-	REST	WTZ	URAN-NAT
ATO	URAN-NAT	0.72	WTZ	U -235
-	-	REST	WTZ	U -238
-	-	0.0055	WTZ	U -234
ATO	PLUTO	2.13	WTZ	PU-238
-	-	REST	WTZ	PU-239
-	-	26.81	WTZ	PU-240
-	-	10.23	WTZ	PU-241
-	-	7.48	WTZ	PU-242
RHO	GD	0.00001	-	-
END	-	-	-	-

Erlaubte Eingaben für S: RHO, MOL, GEM, ATO, KZD, END

Erlaubte Eingaben für N: WTZ, WT\_

**Spalte S:** Eingabe von Materialspezifikationen mit folgenden Code-Wörtern aus maximal 3 Buchstaben:

**RHO:** Partialdichte im Brennstoff (g/ccm) für den folgenden Materialnamen in der Spalte C

**MOL:** Molekülspezifikation des Materials in der Spalte C aus den Materialien in der Spalte D

**GEM:** Gemischzusammensetzung des Materials in der Spalte C aus den Materialien in der Spalte D

**ATO:** Isotopenvektor des Materials in der Spalte C aus den Isotopen in der Spalte D

**KZD:** Kernzahldichte des Materials in der Spalte C

**END:** Ende der Brennstoffbeschreibung

Spalte C: Eingabe von Materialnamen aus maximal 8 Zeichen

Vom Benutzer können für zusammengesetzte Materialien, wie Moleküle, Gemische und Elemente, beliebige Textnamen gewählt werden. Weiterhin sind die HAMMER-Materialien nach Tabelle 8 und weitere Elemente und Isotope nach Abschnitt 2.3.5 linksbündig unter Beachtung genauer Schreibweise eingebbar.

Spalte W: Eingabe von Zahlenwerten in Floatingpoint-Darstellung

bei RHO: Dichte in g/ccm

bei MOL: stöchiometrische Einheiten von Material in Spalte D

bei GEM: Gewichtsanteile, falls WT\_ in Spalte N,  
Gewichtsprozent, falls WT% in Spalte N oder  
linksbündig "REST" angeben

bei ATO: analog wie GEM

bei KZD: Kernzahldichte in (1/cm · barn)

Spalte N: Eingabe von Code-Wörtern

WT\_: Angaben in Gewichtsanteilen für GEM und ATO (Spalte C)  
Letztes Zeichen ist eine Leertaste.

WT%: Angabe analog in Gewichtsprozent

Spalte D: Materialnamen analog Spalte C

● Prüfen der eingegebenen Daten

Folgende Eingabefehler werden vom System entdeckt:

- Zahlenangaben in Spalte W müssen größer Null sein.
- Die MOL- und RHO-Spezifikationen in Spalte S dürfen nicht mit einer Codierung in Spalte N gekoppelt sein.
- Die Codierungen in Spalte S oder Spalte N müssen den erlaubten Code-Wörtern entsprechen.

- Die Beschreibung muß mit END in Spalte 5 abgeschlossen sein.
- Alle Schwermetalle (Uran- und Plutoniumisotope) müssen unter einem Materialnamen 'HEVIMET\_' (letztes Zeichen = Leertaste) zusammengefaßt sein.

● Abspeichern der angegebenen Daten

Nach der Brennstofftabelle verlangt das Datenfeld "SPEICHERN DER EINGEGEBENEN DATEN?" vom Benutzer die Entscheidung "JA" oder "NEIN". Mit "NEIN" wird ihm zur Fortsetzung der Brennstofftabelle ein Folge-Panel 4 eingespielt. Mit "JA" wird das gesamte Abbrandproblem auf der Benutzerdatei UID.S.FORT abgespeichert und zur Vorbereitung des OREST-Laufs das Panel 5 am Bildschirm eingespielt.

2.1.5 Panel 5

In Panel 5 sind 8 Datenfelder vorbereitet, um die JCL-Karten im Datensatz UID.A.JCLDAT zu vervollständigen.

Schreibposition:	Erklärung:
ACCOUNT-NUMBER	Hier ist die gültige Rechennummer einzutragen, unter der die OREST-Rechnungen laufen sollen.
UNIQUE	Beim Rechenlauf werden eine Reihe von Datensätzen mit UID.UNIQUE gekennzeichnet. Bei zwei gleichzeitig laufenden OREST-Rechnungen unter gleichem UID sind deshalb unterschiedliche UNIQUE-Parameter angegeben.
TIME	Standard 200 Sekunden; diese Zeitangabe reicht etwa für eine 7fache Programmschleife aus. Bei komplizierten Rechnungen (viele Zeit- und Abbrandsteps) muß der Zeitparameter hochgesetzt werden.
LINES	Standard 30, ausreichend für alle gängigen Probleme

REGION	Standard 2, ausreichend für OREST-Version 1984
JOBNAME	Zur Kennzeichnung der Jobs sind 5 Buchstaben zulässig
OUTPUT	Standard A, Outputklasse
ROUTE-PRINT	Standard U1, Druckerausgang

#### 2.1.6 Panel 6

Mit dem Eintrag "EDIT" auf Panel 6 können die JCL-Karten im Datensatz UID.A.JCLDAT überprüft und eventuell abgeändert werden. Nach Betätigen der ENTER-Taste wird das "PASSWORD" des OREST-Benutzers abgefragt und der Rechenlauf gestartet. Anschließend wird wiederum zu Panel 1 für weitere Eingaben zurückgekehrt.

### 2.2 Handhabung des OREST-Systems unter Verwendung des Moduls ORESTLE

(In Vorbereitung für Version OREST-85)

### 2.3 Beschreibung der Eingabedaten des OREST-Systems

Die meisten Datenfelder enthalten selbsterklärende Hinweise über Dimension und Bedeutung, so daß sich eine detaillierte Beschreibung erübrigt. Einige Eingabedaten haben jedoch starke neutronenphysikalische Rückwirkungen auf das OREST-Abbrandmodell, so daß sie näher beschrieben werden müssen.

#### 2.3.1 Brennelement-Geometriedaten

Im Zellabbrandsystem OREST wird das Reaktorbrennelement durch ein ausgedehntes Stabgitter gleichartiger Brennstäbe angenähert. Die einzelne Stabzelle wird durch die vier Geometriedaten PLD, HDI, HDA und PEFF beschrieben.

- Pelletdurchmesser PLD (cm)

Die OREST-Version 1984 beschränkt sich auf Brennstofftabletten ohne Zentralloch (Volltabletten). Eingetragen wird vom Benutzer der aus Literaturangaben bekannte Pelletdurchmesser. Ist ein deutliches Pelletschwellen im Laufe des Abbrands belegbar, so kann dies durch leicht erhöhte Durchmesserangaben pauschal für den gesamten Abbrandverlauf berücksichtigt werden. Wichtig ist hier jedoch, die Brennstoffdichte analog zu reduzieren.

- Innerer Hüllrohrdurchmesser HDI (cm)

Mit der Angabe des inneren Hüllrohrdurchmessers (HDI) ist gleichzeitig der Heliumspalt (HS) definiert

$$HS = (HDI-PLD)/2 \text{ (cm)}$$

Dieser Spalt HS hat aufgrund der relativ schlechten Wärmeleitfähigkeit (Tab. 1) relevante Auswirkungen auf die Brennstofftemperaturen. Um offensichtliche Eingabefehler zu unterbinden, warnt das System den Benutzer am Bildschirm, wenn

$$HS > 0.03 \text{ cm bzw. (HDI-PLD) > 0.06 cm}$$

ist.

- Äußerer Hüllrohrdurchmesser HDA (cm)

Mit Angabe des äußeren Hüllrohrdurchmessers (HDA) ist gleichzeitig die Wanddicke WD des Hüllrohres festgelegt:

$$WD = (HDA-HDI)/2 \text{ (cm)}$$

In der OREST-Version 1984 wird dieser Zone das Hüllrohrmaterial Zirkalloy der Dichte 6.5 g/ccm fest zugeordnet. Diese Zuordnung ist im Datensatz UID.A.GENOUT starr vorgegeben, der alle notwendigen Input-Daten für den OREST-Lauf einschließt. Dieser Datensatz enthält in den Steuerdaten für das Modul HAMMER die Festlegung von Zone 2 und Zone 3 auf Zirkalloy (ID = 202). Bei Abbrandrechnungen für Brennelemente mit Stahlhüllrohren sind unmittelbar vor dem SUBMIT folgende Arbeiten durchzuführen:

Im Datensatz UID.UNIQUE.GENOUT ist in der

11. und 13. Zeile nach "HAMMER": 202 in 201 (HAMMER-Codierung),  
13. Zeile nach "HAMMER": 6.5 in 7.7 (Stahldichte g/ccm)

zu ändern. Nach Abspeichern von GENOUT (PF3-Taste) kann nun der OREST-Lauf gestartet werden.

In der Version OREST-85 (in Vorbereitung) können weitere Hüllrohrmaterialien angewählt werden.

● Effektive Gitterteilung PEFF (cm)

In OREST lassen sich quadratische und hexagonale Gitterteilungen der Brennstäbe (Pitch) beschreiben:

- Pitch für quadratische Brennstoffzellen durch Angabe einer positiven Zahl,
- Pitch für hexagonale Brennstoffzellen durch Angabe einer negativen Zahl.

Die Zahlenangabe für Pitch wird in der HAMMER-Spektralberechnung zum Außenradius der Wigner-Zelle umgerechnet. Diese stellt eine Approximation eines ausgedehnten Brennstoffgitters dar. Störungen des Gitters, beispielsweise in einem DWR-Element durch wassergefüllte und deshalb neutronenmoderierende Steuerstabführungsrohre, werden in OREST durch einen "effektiven Pitch" beschrieben, der im allgemeinen von der physikalischen Gitterteilung des Brennelements abweicht.

Die Ermittlung von PEFF ist dann in der OREST-Version 1984 extern vorzunehmen. Grundlage derartiger Berechnungen (im allgemeinen 2dimensionale Spektral-Rechnungen) muß es sein, das Neutronenspektrum im realen Brennelement auf die Wigner-Zelle abzubilden. Damit wird es möglich, OREST-Abbrandrechnungen auch für Bereiche lokal stark gestörter Neutronenflüsse, wie am Core-Rand, in MOX-Randstäben usw. durchzuführen.

Näherungsweise kann bei einfachen Brennelementabbrandrechnungen (DWR) der Wert von PEFF durch geometrische Betrachtung der zusätzlichen

Moderationsanteile erhalten werden, die durch die wassergefüllten Steuerstab-Führungsrohre eingebracht werden. Beim SWR-Brennelement sind aufgrund des heterogenen Aufbaus aus Brennstabzellen, umgeben von Brennelementkästen mit Wasserspalt, genauere Untersuchungen notwendig.

In den Tabellen 5 und 6 sind beispielhafte GRS-Ergebnisse von PEFF für DWR- und SWR-Brennelemente angeführt, gerechnet mit dem Monte-Carlo-Code KENO-IV /PET 75/.

Tab. 5:

Effektive Gitterteilung PEFF (cm) in DWR-Brennelementen am Beispiel BE 14x14-16 des Druckwasserreaktors Obrigheim

Brennelement:	14 · 14 - 16
Gitterteilung nach Datenblatt	1.430 (cm)
PEFF (UO <sub>2</sub> , 3 % U-235)	1.475 (cm)
PEFF (MOX in MOX-Umgebung)	1.484 (cm)
PEFF (MOX in UO <sub>2</sub> -Umgebung)	1.502 (cm)
Diesen GRS-Rechenergebnissen liegen folgende BE-Eingangsdaten zugrunde:	
PLD (Pelletdurchmesser)	0.925 (cm)
HDI (Hüllrohr-Innendurchmesser)	0.930 (cm)
HDA (Hüllrohr-Außendurchmesser)	1.071 (cm)
Anzahl Brennstäbe	180
Anzahl Führungsrohre (Stahlmantel, wassergefüllt)	16
SDI (Führungsrohr - Innendurchmesser)	1.278 (cm)
SDA (Führungsrohr - Außendurchmesser)	1.372 (cm)
Wasserspalt zwischen den Brennelementen	0.0 (cm)

Alle PEFF-Daten wurden bei üblichen DWR-Bedingungen, 150 bar, 300 °C und 500 ppm Bor, bestimmt. Alle Angaben ohne Gewähr.

Tab. 6:

Effektive Gitterteilung PEFF (cm) in SWR-Brennelementen am Beispiel BE 6 x 6 und 7 x 7 bei 0 % Dampfblasengehalt

Brennelement:	6 x 6	7 x 7
Gitterteilung nach Datenblatt	1.781 (cm)	1.875 (cm)
PEFF (UO <sub>2</sub> , ca. 2.5 % U-235)	2.004 (cm)	2.047 (cm)
PEFF (MOX in MOX-Umgebung)	2.070 (cm)	2.124 (cm)
PEFF (MOX in UO <sub>2</sub> -Umgebung)	2.096 (cm)	2.152 (cm)
Die effektiven Gitterteilungen wurden bei 0 % Dampfblasengehalt (VDEF) gerechnet, da in OREST die VDEF-Angabe separat möglich ist. Den GRS-Rechnungen sind folgende Eingangsdaten unterstellt:		
PLD (Pelletdurchmesser)	1.230 (cm)	1.230 (cm)
HDI (Hüllrohr innen)	1.267 (cm)	1.267 (cm)
HDA (Hüllrohr außen)	1.429 (cm)	1.429 (cm)
Anzahl BE-Stäbe	36	49
Innenmaß BE-Kasten	11.350 (cm)	13.400 (cm)
Außenmaß BE-Kasten	11.660 (cm)	13.820 (cm)
Wasserspalt im Mittel	0.310 (cm)	0.420 (cm)

Alle PEFF-Daten wurden bei üblichen SWR-Bedingungen, 70 bar und 270 °C im Kühlmittel, bestimmt. Alle Angaben ohne Gewähr.

### 2.3.2 Kühlmitteldaten, Druck, Temperatur und Dampfblasengehalt

Der Kühlmitteldruck PRES wird vom Benutzer in der Einheit "bar" angegeben und während des OREST-Laufs konstant gehalten. Letzteres gilt auch für die Kühlmitteltemperaturen TMPK, die in °C anzugeben sind. Die Eingabewerte dürfen den in /SCH 63/ beschriebenen Gültigkeitsbereich nicht verlassen.

In OREST ist es möglich, bei bekanntem Axialverlauf der Brennstoffleistung das zu untersuchende DWR-Brennelement in geeignete Axialabschnitte zu unterteilen. Jedem Axialabschnitt läßt sich eine zugehörige Axial-Kühlmitteltemperatur zuordnen, die entweder bereits bekannt

ist oder durch Interpolation zwischen Eintritts- und Austrittstemperatur bestimmt wird.

Analoge Axialabbrandrechnungen werden beim SWR bei konstantem Druck und konstanter Temperatur in OREST durch Axial-Variation des Dampfblasengehalts VDEF durchgeführt. Beim Siedewasserreaktor ist jedoch zu beachten, daß bei höherem Dampfblasengehalt im Brennelementkasten der Wasserspalt stark zur Neutronenmoderation in der gesamten Makrozelle beiträgt. Dieser Moderationseffekt muß also über einen "effektiven Dampfblasengehalt" VDEF beschrieben werden.

Zur Bestimmung von VDEF, vom OREST-Benutzer in der Version von 1984 extern vorzunehmen, müssen analog PEFF die Neutronenflüsse in der SWR-Makrozelle bei variablem Dampfanteil im Brennelementkasten berechnet und auf die Stabzelle übertragen werden.

In sehr grober Näherung für das in Tabelle 6 spezifizierte SWR-Brennelement 7x7 läßt sich VDEF in der OREST-Zelle dem aktuellen Dampfblasengehalt VD im Brennelementkasten zuordnen nach

$$VDEF \sim 0.63 * VD \text{ (UO}_2\text{-Brennstoff)}$$

so daß die üblichen Betreiberangaben von etwa 40 % Dampfblasenanteil eine OREST-Eingabe von rund 25 % erfordern. Der genaue Zahlenwert hängt jedoch stark vom expliziten Brennelementaufbau, von der Dicke des Wasserspalts und vom gewählten Brennstoff MOX oder UO<sub>2</sub> ab.

### 2.3.3 Bestrahlungsgeschichte

Die vom Benutzer gewählten Zeiteinheiten sind an die in Tabelle 7 aufgeführten internen Umrechnungsfaktoren gebunden.

Tab. 7:

Zeiteinheiten und interne Umrechnungsfaktoren

Zeiteinheit	Bedeutung	Interner Umrechnungsfaktor	
		in Sekunden	in Tagen
(D)SEK	Sekunde	1	
(D)MIN	Minute	60	
(D)HOR	Stunde	3 600	
(D)DAY	Tag	86 400	1
(D)MON	Monat	2 628 000	30.42
(D)Y/2	Halbjahr	15 768 000	182.50
(D)-Y-	Jahr	31 536 000	365.00

2.3.4 "BASIS"-Angabe

Alle ORIGIN-Resultate (Nuklidinventare) sind Konzentrationsangaben, bezogen auf den Wert 'BASIS' in Gramm. Gleichzeitig sind alle Leistungsangaben auf Megawatt pro 'BASIS' definiert. Der Zahlenwert wird vom OREST-Benutzer festgelegt in Gramm "HEVIMET". Übliche Zahlenangaben sind beispielsweise "1000000." gleich einer Tonne Schwermetall. Werden aktuelle Brennelementgewichte in Gramm Schwermetall eingetragen, müssen Leistungsangaben nach Literaturstellen (üblicherweise Megawatt/tSM) überprüft und vor der OREST-Eingabe gegebenenfalls auf 'BASIS' umgerechnet werden.

Der mögliche Zahlenumfang für 'BASIS' reicht in OREST von 1 bis "10000000." Gramm. Eventuelle Stellen hinter dem Punkt können nicht beachtet werden.

2.3.5 Eingabe des Brennstoffgemisches

In den Panels für die Brennstoffzusammensetzung lassen sich die Materialgemische in direkt lesbarer Form eingeben. Es lassen sich Moleküle, Isotopenvektoren, Gemischzusammensetzungen, Dichten und kompli-

zierte Verknüpfungen über Hilfsmaterialien angeben, die im Endeffekt bis auf Elemente (bis Quecksilber) oder Isotope (Aktiniden) aufgeschlüsselt sein müssen.

Tab. 8:

In OREST im Brennstoffgemisch eingebbare Elemente bzw. Isotope, die von HAMMER (Spektralrechnung) und ORIGEN (OREST-Version 1984) gleichzeitig berücksichtigt werden

Name (linksbündige Schreibweise OREST/ACOND)		Identifikationsnummer (intern generiert)	
		HAMMER	ORIGEN
B	(Bor)	5000.	50000
O	(Sauerstoff)	8000. *)	80000
FE	(Eisen)	26000.	260000
NI	(Nickel)	28000.	280000
CD	(Cadmium)	48000.	480000
GD	(Gadolinium)	64000.	640000
TH-232		90232.	902320
PA-231		91231.	912310
U -233		92233.	922330
U -234		92234.	922340
U -235		92235. *)	922350
U -236		92236. *)	922360
U -238		92238. *)	922380
NP-237		93237. *)	932370
PU-238		94238. *)	942380
PU-239		94239. *)	942390
PU-240		94240. *)	942400
PU-241		94241. *)	942410
PU-242		94242. *)	942420
AM-241		95241. *)	952410
AM-242M		195242.	952421
AM-243		95243. *)	952430
CM-242		96242.	962420
CM-244		96244.	962440
CM-245		96245.	962450
CM-246		96246.	962460

\*) wird automatisch in HAMMER rückgeführt

In Tabelle 8 sind die in der OREST-Version 1984 verfügbaren Elemente bzw. Isotope angegeben, die gleichzeitig von HAMMER und ORIGEN erfaßt werden können. Aus rechentechnischen Gründen dürfen von diesen HAMMER-Materialien nur maximal 14 Elemente bzw. Isotope angewählt werden. Auf deren genaue Schreibweise ist bei der Eingabe zu achten;

sie ist für die OREST-Eingabe folgendermaßen festgelegt:

- linksbündig,
- zwei Positionen für die Elementbezeichnung (AL für Aluminium, FE für Eisen, U\_ für Uran usw.),
- bei Isotopen folgt ein Gedankenstrich und die Anzahl der Nukleonen,
- restliche Positionen mit Leertaste füllen.

Nach gleicher Syntax können noch weitere, über die Tabelle 8 hinausgehende Materialien eingegeben werden, die jedoch nur von ORIGEN erfaßt werden:

- alle leichten Elemente mit natürlichem Vorkommen bis maximal HG (Quecksilber). Die Isotopen-Aufteilung wird von ORIGEN nach 'natural abundance'-Werten intern im Rahmen der Bibliothek 'light elements' vorgenommen;
- weitere Isotope im Rahmen der Bibliothek 'actinides and daughters': BI-209, RN-222, RA-206; TH-230, TH-234, U\_-232, U\_-237, PU-236, PU-244, CM-243, CM-247, CM-248, CF-249, CF-250, CF-251.

Ein ausführliches Eingabebeispiel einer MOX-Brennstoff-Zusammensetzung mit einer Reihe von (willkürlichen) Verunreinigungen ist Anhang 2 zu entnehmen.

Die interne Rückführung in HAMMER muß jedoch auf eine wesentlich geringere Zahl von Materialien begrenzt bleiben. Diese sind in der Tabelle 8 mit "\*" bezeichnet. Zusätzlich werden 'long lived fission products' und XE-135 rückgeführt. Diese HAMMER-Materialien und alle weiteren Spaltprodukte sind jedoch nicht eingebbar. Die OREST-Auswahl (Version 1984) ist auf die gängigen Anreicherungen mit U-235 in  $UO_2$  und Plutonium in MOX ausgelegt.

### 3. DATENTRANSFER UND PROGRAMMABLAUF OREST

Das OREST-Programmsystem besteht aus selbständig ablaufenden Modulen (Bild 2 oben) unterschiedlicher Rechenfunktionen (Bild 2 unten), deren Input- und Outputdaten verkoppelt sind (feine Linien). Die dicken Linien entsprechen dem Programmablauf.

Die Eingabedaten des Systembenutzers gehen primär in die Brennstoffberechnung, in die Temperaturberechnung, in die Flußberechnung und in die Abbrandberechnung ein. Nach diesem primären Datentransfer in das System wird ein sekundärer Datentransfer gestartet. Die Brennstoffberechnung übergibt benötigte Daten in die Flußberechnung und in die Abbrandberechnung. Der folgende dritte Datenstrom führt von der Flußberechnung über die Abbrandbibliothek in die Abbrandberechnung und in die Brennstoffanalyse. Die nun ermöglichte Abbrandberechnung übergibt als vierten Datentransfer die Rechenergebnisse an die Absorption- und Spaltanalyse mit Rücklauf der Daten an die Brennstoffberechnung. Damit ist die Programmschleife geschlossen. Die OREST-Rechenergebnisse aller Module liegen auf einem Datensatz bereit und können von weiteren Modulen für weitergehende Rechnungen verarbeitet werden. In OREST selbst werden sie von 'INTER' für den Computerausdruck aufbereitet.

Das Steuersystem OREST, mit dem der Benutzer am Bildschirm interaktiv arbeitet, stellt für den Programmablauf zwei Hauptdatensätze - UID.A. JCLDAT und UID.A.GENOUT - auf. Dabei enthält UID.A.JCLDAT die JOB-CONTROL-Karten, die in drei Bereiche unterteilt werden können:

- Ein "Vorspann" löscht (vorsorglich) und allokiert anschließend die notwendigen Datensätze für Transfer und Speicherung der Input/Output-Informationen. Anschließend sind die JCL-Karten zur Berechnung des frischen Brennstoffs bereitgestellt.
- Es folgen die JCL-Karten zur Programmschleife (Temperatur-, Fluß-, Querschnitts-Abbrandrechnung und Materialrückführung).
- Ein abschließender Kartensatz ermöglicht den Rückgriff auf die Rechenergebnisse aller OREST-Programmodule zur Ausgabe auf den Drucker.

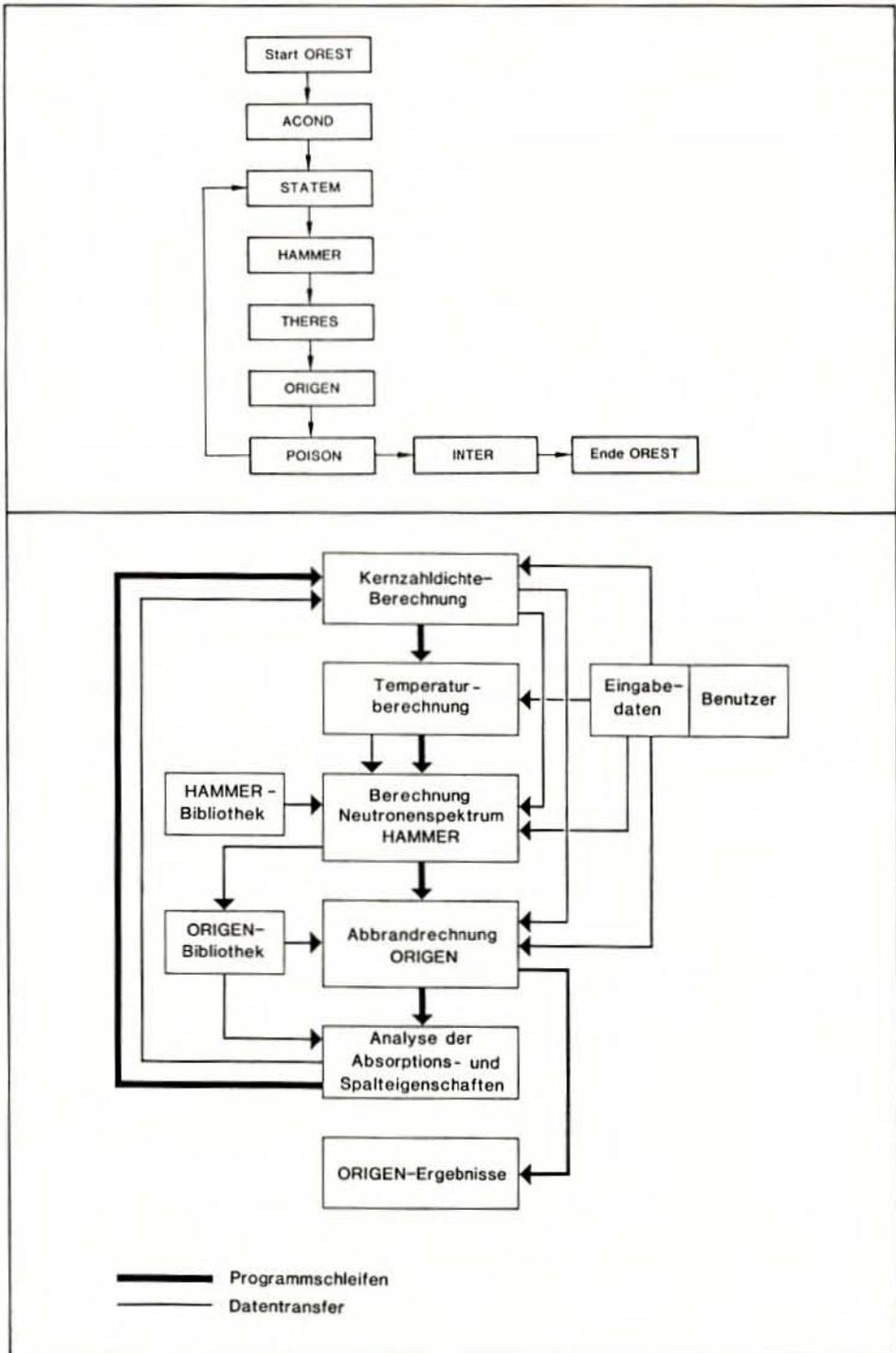


Bild 2:

OREST-Flußdiagramm, Programmschleifen und Datentransfer

Es wird darauf hingewiesen, daß die beiden Hauptdatensätze, im folgenden kurz JCLDAT und GENOUT genannt, auch unter Umgehung des Steuerprogramms OREST vom Benutzer generiert werden können. Damit lassen sich, mit Verzicht auf den Komfort der Panel-Eingabemöglichkeit, Abbrandrechnungen unabhängig von der speziellen Auslegung der GRS-Rechenanlage durchführen (Abschnitt 2.2 in Vorbereitung).

Abschnitt 3.1 gibt eine Übersicht über die im Steuerprogramm OEP von OREST ablaufenden Rechenvorgänge, die schließlich die beiden Hauptdatensätze JCLDAT und GENOUT erzeugen.

Abschnitt 3.2 gibt eine Kurzbeschreibung von der im JCLDAT aufgerufenen Programmmodule und INPUT/OUTPUT-Ansteuerung der verwendeten Datensätze wieder.

In Abschnitt 3.3 werden der formale Aufbau und die Funktion der OREST-Datensätze einschließlich JCLDAT und GENOUT aufgezeigt.

### 3.1 OREST-Eingabe-Programmsystem OEP

Zur Erstellung der Hauptdatensätze JCLDAT und GENOUT wurde das Eingabe-Programmsystem OEP geschaffen, mit dem der Benutzer bei der Eingabe des Abbrandproblems am Bildschirm interaktiv arbeitet. Aufgabe von OEP ist es,

- eine benutzerfreundliche Eingabe zu ermöglichen,
- eine weitgehende Prüfung der Eingabedaten auf syntaktische und semantische Richtigkeit durchzuführen,
- die JCL-Karten zum Start von OREST zu erstellen.

Mit Hilfe des OREST-Eingabe-Programmsystems OEP können entweder nacheinander oder unabhängig voneinander vier Aufgaben erfüllt werden:

- Über menütechnisch gesteuerte Bildschirmeingabe wird entweder ein neues Eingabe-Member erzeugt und in die UID.S.FORT des Anwenders geschrieben oder ein dort schon vorhandenes Member, im folgenden mit dem willkürlichen Namen 'TEST' angesprochen, modifiziert.

Die Eingabe von Zahlenwerten kann in jedem erlaubten Format der Programmiersprache PL1 erfolgen. Treten Eingabefehler auf, die durch umfangreiche Prüfroutinen erkannt werden, so werden am Bildschirm entsprechende Hinweise ausgegeben, und der Anwender wird zur Korrektur aufgefordert. Wird die HELP-Taste nach einem Eingabefehler betätigt, so wird am oberen Bildschirmrand eine einzeilige Beschreibung des Fehlers ausgegeben. Ein erneutes Betätigen der HELP-Taste liefert ebenso wie ein einmaliges Betätigen ohne vorhergehende Fehlermeldung eine ausführliche Beschreibung der erlaubten Eingaben. Durch Betätigen der PF3-Taste wird das vorhergehende Panel angezeigt und kann erneut modifiziert werden.

- Es wird ein Programm gestartet, das die in 'TEST' gespeicherten Daten aufbereitet und in dem Datensatz GENOUT ablegt.
- Mit Hilfe der in GENOUT gespeicherten Daten werden die JCL-Karten in JCLDAT zum Start eines OREST-Laufs erzeugt. Die zum Aufbau der Job- und Jobparm-Karte notwendigen Informationen werden über den Bildschirm angefordert.
- Die in JCLDAT erzeugten JCL-Karten können vom Anwender modifiziert und OREST damit separat gestartet werden.

Das OEP ist in das SPF-System integriert und wird unter 'SPF U' aufgerufen.

Nach Eingabe von 'OREST' unter 'SPF U' wird GENOC gestartet, das die notwendigen Dateiallokierungen vornimmt und den Aufruf der verschiedenen Programme steuert. Als erstes wird von GENOC ein Panel ausgegeben, über das der Anwender mitteilen muß, welche Aufgaben das OEP erfüllen soll. Je nach Eingabe werden dann die Programme GENORIP, GENOCOP und GENJCL aufgerufen, und die im JCLDAT gespeicherte JCL wird nach möglichen Modifikationen des Anwenders gestartet. Die vier im folgenden beschriebenen Programme sind in PL1 geschrieben. Die Programme GENORIP, GENOCOP, GENJCL und GENORIO verwenden die im Member IODAT abgelegten Eingabedaten, die über eine INCLUDE-Anweisung in die drei Programme eingefügt werden.

● GENORIP

Alle Manipulationen an den Daten von 'TEST' werden von GENORIP ausgeführt. GENORIP wird von GENOC aufgerufen und mit einem Parameter versorgt. Ist das erste Zeichen des Parameterstrings ein "C", so ist ein neues Member 'TEST' aufzubauen, ist das erste Zeichen ein "M", so ist ein bereits vorhandenes Member mit Namen 'TEST' zu modifizieren.

Von GENORIP werden nacheinander die Panels GENOPA1, GENOPA2 und GENOPA3 am Bildschirm gezeigt und die eingegebenen Daten geprüft. Je nach Datenmenge können GENOPA2 und GENOPA3 mehrfach am Bildschirm gezeigt und vom Anwender gefüllt werden. Ist bereits 'TEST' vorhanden, so werden vor dem Panel-Aufruf über das Unterprogramm GENORIO die zum entsprechenden Panel gehörenden Daten eingelesen.

In den ersten zwei Panels GENOPA1 und GENOPA2 werden Angaben zur Geometrie, zum Kühlmittel, zur Abbrandberechnung sowie zur Ausgabesteuerung angefordert. Bei der Eingabe der Daten wird geprüft, ob die eingegebenen Werte den folgenden Bedingungen genügen:

1.  $0.3 \leq \text{Pelletdurchmesser PLD} \leq 2$
2. Hüllrohr innen  $\text{HDI} > \text{PLD}$  und  $\leq 9999$
3. Hüllrohr außen  $\text{HDA} > \text{HDI}$  und  $\leq 9999$
4. Absolutwert der Gitterweite  $\text{PEFF} > \text{HDA}$  und  $\leq 9999$
5.  $0 < \text{Temperatur TMPK} \leq 500$ .
6.  $0 < \text{Druck PRES} \leq 200$ .
7.  $0 < \text{Blasengehalt VDEF} \leq 100$ .
8.  $0 < \text{BASIS} \leq 10000000$ .
  
9. Bei der Angabe zur Ausgabesteuerung sind nur leere Eingaben, 0 oder 1 zulässig.
  
10. Für die Bezeichnung der Zeiteinheit sind folgende Angaben zulässig: SEC, MIN, HOR, DAY, MON, Y/2, -Y-.  
Vor allen Einheitenbezeichnungen darf ein 'D' stehen (Relativzeiten).

11. Alle kumulierten Zeitangaben (bei Zeiteinheiten ohne 'D') müssen streng monoton steigend und innerhalb eines Panels lückenlos erfolgen.  
Es gilt:  $0 \leq T < 9999$  (Bestrahlungs- und Nachbestrahlungsstep).
12. Zu jeder Leistungsangabe muß eine Zeitangabe existieren.
13. Es gilt:  $0 \leq P(T) \leq 999$  (Leistung in MW pro BASIS)
14. Ist der Blasengehalt VDEF  $> 5 \%$ , so sind für den Borgehalt BOR(T) keine Angaben erlaubt, ansonsten gilt:
15.  $0 \leq BOR(T) \leq 9999$  (Borgehalt ppm).
16. Für die Einheitenbezeichnung zur Nachbestrahlungsperiode gelten die unter 10. und 11. beschriebenen Bedingungen.

Das Panel GENOPA2 (zur Leistungsgeschichte) kann bis 100mal wiederholt aufgerufen werden.

Das dritte Panel GENOPA3 enthält eine Tabelle mit Angaben zur Brennstoffzusammensetzung. Durch wiederholten Aufruf dieses Panels (maximal zehnmal) können bis zu 90 Zeilen eingegeben werden. Die Eingabe der Daten zur Brennstoffzusammensetzung wird beendet, wenn in Spalte S der String 'END' eingegeben und die Abfrage nach dem Speichern der eingegebenen Werte mit 'JA' beantwortet wird. Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein:

17. Für Spalte S sind außer der leeren Eingabe folgende Werte erlaubt: RHO, MOL, GEM, ATO, KZD, END.
18. Für Spalte N sind außer der leeren Eingabe folgende Werte erlaubt: WT\_, WT%.
19. Ist Spalte S weder leer noch 'END', so muß Spalte C beschrieben werden.
20. Spalte W muß entweder eine Zahl  $\geq 0$  oder den String 'REST' enthalten.
21. Hat Spalte S oder das letzte nichtleere vorhergehende S einen der Werte MOL, GEM oder ATO, so darf D nicht leer sein.
22. Es muß unter den Spalten C oder D mindestens einmal der String 'HEVIMET' eingegeben werden.

Ist die Eingabe beendet, so werden über das Unterprogramm GENORIO alle eingegebenen Werte zunächst in dem temporären Datensatz UID.

INPUT.DESIGN geschrieben, der später von GENOCOP als 'TEST' in die UID.S.FORT kopiert wird.

## ● GENOCOP

Aus einem manuell oder über das Programm GENORIP aufgebauten Member 'TEST' wird der Datensatz GENOUT erstellt. Das Programm GENOCOP wird von GENOC aufgerufen.

Über das Unterprogramm GENORIO werden die Daten aus 'TEST' zunächst eingelesen. Das interne Unterprogramm POINTS ersetzt "\_" am Ende der Daten durch Blanks.

GENOCOP generiert aus dem String für die Bestrahlungsgeschichte (Zeiten, Leistung, Borvergiftung) die diskreten Abbrandsteps.

1. Folgen in der Bestrahlungsgeschichte mehrere Zeitpunkte ohne Leistungsangabe aufeinander, so wird nur der letzte Zeitpunkt für GENOUT übertragen.
2. Im Feld TKUM sind alle Zeiten in Tagen angegeben. Um eine übersichtliche Ausgabe zu erhalten, wird die Zeiteinheit zum ersten (kleinsten) Zeitpunkt so gewählt, daß der umgerechnete Zeitwert den kleinstmöglichen Betrag größer als 1 enthält. Diese Einheit wird für alle folgenden Zeitpunkte so lange beibehalten, bis der Betrag der Zeitwerte größer als 999 wird. Danach wird die nächstgrößere Einheit gewählt.

Die Zeitpunkte sowie die zugehörigen Leistungs- und Bordaten werden pro Abbrandschleife blockweise in die Ausgabedatei GENOUT kopiert. Für den Beginn eines neuen Abbrand-Blocks entscheiden folgende Kriterien:

3. Der aktuelle Block enthält 10 Zeitpunkte.
4. Die Bezeichnung der Zeiteinheit ändert sich.
5. Bei einem Blasengehalt von 5 % oder weniger sind die innerhalb eines Blocks akkumulierten Schwankungen der Borvergiftung (ppm) größer als 200.
6. Ein Abbrandgrenzwert ist erreicht (siehe Abschnitt 1.10).

Wird ein Block übertragen, so wird der für den Block durchschnittliche Borgehalt ermittelt und übertragen. Sind alle Blöcke übertragen, so werden HAMMER-ORIGEN-Eingabematrizen übertragen und anschließend die ACOND-Daten der Brennstoffzusammensetzung nach GENOUT geschrieben.

● GENJCL

GENJCL wird von GENOC gestartet und dient zum Aufbau der JCL-Karten zum Start der OREST-Programme. Dem Programm wird von GENOC ein Parameter übergeben, der in den Stellen 1 bis 3 die Kennung UID des Anwenders enthält. JCL wird, abhängig von der Zahl der Abbrandblöcke in GENOUT, erzeugt und in der Datei JCLDAT abgelegt.

Es wird am Bildschirm ein Panel GENOPA4 generiert, um einige zum Ausfüllen der Job- und Jobparm-Karte notwendigen Informationen vom Benutzer anzufordern. Es sind dies:

1. ACCOUNT-Nummer
2. UNIQUE-Parameter
3. TIME-Parameter
4. LINES-Parameter
5. REGION-Parameter
6. JOB-Name
7. ROUTE PRINT-Angabe

Der UNIQUE-Parameter wird vom Programm zur Kennzeichnung von OREST-Datensätzen direkt übernommen. Wird kein LINES-Parameter angegeben, so wird dieser vom Programm errechnet und am Ende des Programms in die Jobparm-Karte übertragen. Für die Ermittlung der Zeilenanzahl gilt folgendes:

8. Für Systemausgaben und für das Programm ACOND werden 1000 Zeilen benötigt.
9. ORIGEN produziert pro Durchlauf  $5000 * (\text{Summe der eingegebenen Output-Indizes})$  Zeilen.

10. Die Anzahl der Zeilen pro Durchlauf der anderen übrigen Module ist 500 (STATEM), 3000 (HAMMER), 5000 (POISON) und 800 (THE-RES).

Abhängig von den Angaben zur Ausgabesteuerung werden Felder mit der entsprechenden JCL modifiziert. Die Benutzeridentifikation UID wird in die JCL-Felder eingetragen. Die Anzahl und Reihenfolge der einzelnen Programmaufrufe wird durch die Anzahl der Abbrand-Blöcke in GENOUT bestimmt.

#### ● GENORIO

GENORIO ist ein Unterprogramm, das von GENORIP und GENOCOP aufgerufen wird und das den Transport der Daten von und zum Eingabemember 'TEST' ausführt. Es ist mit zwei Parametern versehen. Der zweite Parameter wird von GENORIO selbst mit einem Fehlervermerk belegt, falls während des Programmlaufs Fehler auftreten. Der erste Parameter wird vom Hauptprogramm belegt und darf folgende Werte annehmen:

1. WRIT        Es sollen alle Daten aus dem Member IOBAT in TEST übertragen werden.
2. REA1        Es sollen die zum ersten Panel gehörenden Daten gelesen werden.
3. REA2        Es sollen die zum zweiten Panel gehörenden Daten gelesen werden.
4. REA3        Es sollen die zum dritten Panel gehörenden Daten gelesen werden.
5. REA4        Es sollen alle Daten gelesen werden.

Die leeren Daten des zweiten und dritten Panels werden nach dem Einlesen mit "\_" besetzt. Die von OEP verwendeten Programme und Panels sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tab. 9:

Liste der Programme und Panels von OEP

Name	in Datensatz	Bedeutung
GENORIP GENOCOP GENJCL GENORIO IODAT	A303.OREST.FORT	PL1-Programm (Source)
GENIV GENOPA1 GENOPA2 GENOPA3 GENOPA4	SYS1.APPL.ISRPLLB	Panel
GENORHO GENORH1 GENORH2 GENORH3 GENORH4	SYS1.APPL.ISRPLLB	Help-Panel
GENOOO	SYS1.APPL.ISRMLLB	Fehlermeldungen
GENORIP GENOCOP GENJCL	SYS1.APPL.ISRLLIB	gebundenes Programm
GENOC	SYS1.APPL.ISRCLIB	Clist-Programm

### 3.2 OREST und die Programmodule

Die OREST-Benutzereingabe wird vom OREST-Eingabeprogramm OEP geprüft und in den Datensatz GENOUT eingeschrieben. Der Datensatz stellt eine Sammlung maskierter Inputdatensätze für die Programme ACOND, STATEM, HAMMER, ORIGEN und POISON dar. Die Module sind in Tabelle 10 festgehalten. Spalte 1 gibt den Modulnamen wieder. In Spalte 2 sind die vom Modul aufgerufenen Datensätze aufgeführt. Dabei ist bei den mit "\*" versehenen Datensätzen die Kennzeichnung mit UID.UNIQUE zu ergänzen. Spalte 3 gibt die verwendete Nummer des Inputkanals, Spalte 4 die Nummer des Ausgabekanals wieder. Die Programmschritte 'DELETE' und 'ALLOC' löschen vorsorglich und allokiert neu eine Reihe von Datensätzen vor dem eigentlichen Programmablauf. Sie werden nicht weiter beschrieben.

Tab. 10:  
OREST-Module

Module	mit Datensatz	Units:	
		Input	Output
1	2	3	4
DELETE (1EFBR14)	* . OREST.OUTPUT * . SCRATCH * . MATRIX1 * . MATRIX2 * . MEMBER * . TEMP * . ORIOUT		
ALLOC (1EFBR14)	* . MEMBER * . SCRATCH * . MATRIX1 * . MATRIX2 * . TEMP * . ORIOUT * . OREST.OUTPUT		
GOACOND	* . OREST.OUTPUT * . GENOUT * . MEMBER	10	6 20
ACOND	* . OREST.OUTPUT * . MEMBER * . SCRATCH	5	6 10
ACHMED	* . GENOUT * . MATRIX1 * . OREST.OUTPUT * . SCRATCH	12 10	14 6
SIATEM	* . OREST.OUTPUT * . MATRIX1 * . MATRIX2	12	6 14
HAMFRED	* . MEMBER * . MATRIX2	10	20
HAMMER	(PRINTER auf Wunsch) A303.OREST.HAM1 A303.OREST.HAM2 * . MEMBER * . SCRATCH	9 10 5	6 13
THERES	* . OREST.OUTPUT * . SCRATCH * . MATRIX2 * . MATRIX1	10 12	6 14
GRAUSIG	* . MATRIX2 * . MATRIX1 * . MEMBER	12	14 20
ORIGEN	* . OREST.OUTPUT (letzter Step) A303.OREST.FORT (L1B1) A303.OREST.FORT (L1B2) A303.OREST.FORT (L1B3) A303.OREST.FORT (L1B4) A303.OREST.FORT (L1B5) A303.OREST.FORT (L1B6) * . ORIOUT (nur im letzten Step) * . MEMBER * . SCRATCH	15 15 15 15 15 15 39 5 40	6 40
POISON	* . OREST.OUTPUT * . SCRATCH A303.OREST.FORT (P01SLB0) * . MATRIX2 * . MATRIX1 * . TEMP	8 9 12 15	6 8 14 15
INTER	(SYSIN DD *) * . OREST.OUTPUT PRINTER	5 10	6

\* , Bei diesen Datensätzen ist die Spezifizierung zu vervollständigen durch UID.UNIQUE oder UID.A. bei GENOUT.

- Programmmodul GOACOND

GOACOND liest GENOUT und erstellt einen ACOND-Eingabedatensatz MEMBER. Die MEMBER-Eingabedaten werden für INTER auf OREST.OUTPUT bereitgestellt.

- Programmmodul ACOND

ACOND berechnet die Kernzahldichten (HAMMER), die "gram-atoms/basis" für ORIGEN und die Schwermetалldichte für POISON und schreibt sie auf einen temporären Datensatz SCRATCH. Gleichzeitig werden die Rechenergebnisse zum späteren Ausdruck (INTER) auf OREST.OUTPUT ausgegeben.

- Programmmodul ACHMED

ACHMED liest die ACOND-Rechenergebnisse von SCRATCH und übergibt an MATRIX1 die Kernzahldichten und ID-Nummern. Gleichzeitig liest ACHMED GENOUT und übergibt die Geometriedaten für die Pellet-, Helium-, Zirkalloy- und Kühlmittelzone an MATRIX1. Weiterhin übergibt ACHMED die von ACOND errechneten ORIGEN-Mole samt ID-Nummern und Zuordnung zu "light elements" und "actinides" an MATRIX1.

Die von ACOND errechnete Schwermetалldichte wird in MATRIX1 geschrieben. Die Benutzerangabedaten (Geometrie, Kühlmittel, Schwermetалldichte) werden auf OREST.OUTPUT ausgegeben.

- Programmmodul STATEM

STATEM liest aus MATRIX1 die Stabgeometriedaten, die Kühlmitteltemperatur, den Kühlmitteldruck, den Dampfblasengehalt, die Schwermetалldichte und die Borvergiftung (ppm). STATEM rechnet die volumengewichteten Temperaturen für Brennstoff, Helium und Stabhülle und bestimmt die resultierende Kühlmitteldichte, den Boratgehalt aus ppm Bor und die der Kühlmitteltemperatur nächstgelegene H<sub>2</sub>O-Temperatur der HAMMER-Bibliothek. Diese Daten werden in MATRIX2 eingetragen. Gleichzeitig werden die STATEM-Ergebnisse in OREST.OUTPUT abgespeichert.

- Programmmodul HAMFRED

HAMFRED generiert aus MATRIX2 einen lauffähigen Inputdatensatz MEMBER für HAMMER.

- Spektralcode HAMMER

Der Zellcode HAMMER /SUI 67/ rechnet aus dem Eingabedatensatz MEMBER für die Wignerzelle (Geometriedaten, Temperaturen, Brennstoffgemische bei der angegebenen Kühlmitteldichte samt Boratgehalt) den Multiplikationsfaktor, die 30-Gruppenflüsse im thermischen Energiebereich, die 54-Gruppenflüsse und Reaktionsraten (Absorption und Spaltung pro Nuklid) im epithermischen und schnellen Bereich und gibt Eingabedaten und Rechenergebnisse auf einen temporären Datensatz SCRATCH und auf Wunsch auf den Drucker. HAMMER greift auf die THERMOS-Bibliothek A303.OREST.HAM1 und auf die HAMLET-Bibliothek A303.OREST.HAM2 zurück. Die irreführende Umrechnung der Borwerte von  $B_1O_3$  statt  $B_2O_2$  auf B-10-Kennzahldichten (SUBROUTINE MATC) wurde in OREST-HAMMER korrigiert.

- Programmmodul THERES

THERES liest von SCRATCH die HAMMER-Eingabedaten und Rechenergebnisse, verknüpft die 30-Gruppenflüsse und 54-Gruppenflüsse zu 84 Gruppen, rechnet die Spektralindizes und mit den HAMMER-Reaktionsraten sowie der THERMOS-Bibliothek die 84-Gruppenquerschnitte pro Isotop und kondensiert sie zu 3 ORIGIN-Gruppen. Der HAMMER-Multiplikationsfaktor und die THERES-Rechenwerte werden samt einem "Lineprint"-Plot der Neutronenflüsse in der Brennstoffzone auf OREST.OUTPUT abgespeichert.

Der Multiplikationsfaktor und isotopweise die kondensierten ORIGIN-3-Gruppenquerschnitte werden zur späteren Verwendung von ORIGIN und POISON auf SCRATCH abgespeichert. Nach Lesen von MATRIX2 werden die Spektralindizes in MATRIX1 eingeschrieben.

● Programmmodul GRAUSIG

GRAUSIG liest MATRIX1, generiert daraus ein lauffähiges ORIGEN-Input-member MEMBER für den aktuellen Abbrandschritt und kopiert unter Reduktion um diesen Abbrandblock den Datensatz MATRIX1 auf MATRIX2.

● Abbrandcode ORIGEN

ORIGEN in OREST wurde auf die Erfassung der Pu-241-Spaltausbeuten erweitert. Gleichzeitig wird die Energie pro Spaltung EMEAN als Variable erfaßt.

Die Eingabedaten von ORIGEN /BEL 73/ werden von 8 Datensätzen geliefert:

- A303.OREST.FORT (LIB1 bis LIB6) entsprechen den ORIGEN-Bibliotheken "light elements..", "heavy metals..", "fission products" und den zugehörigen Gamma-Bibliotheken (LIB4 bis LIB6).
- MEMBER entspricht dem Inputdatensatz, der zusätzlich den Wert EMEAN enthält.
- Mit den Daten auf SCRATCH werden isotopweise Spalt- und Aktivierungsquerschnitte (HAMMER/THERES) auf den aktuellen Stand gebracht.

Die Spektralindizes und die ORIGEN-Rechenwerte (Mole) aller Abbrandzeitschritte werden, direkt anschließend an die Querschnitte, auf SCRATCH geschrieben. Bei Bestrahlungsende werden die ORIGEN-Rechenergebnisse für Mole, Massen, Zerfallsaktivitäten usw. auf OREST. OUTPUT abgespeichert.

● Programmmodul POISON

POISON liest aus SCRATCH den HAMMER-Multiplikationsfaktor, isotopweise die THERES-Querschnitte, die Spektralindizes und die ORIGEN-Resultate (Mole aller Nuklide für alle Zeitschritte). POISON erfaßt die ORIGEN-WQ-Bibliothek POISLIBO, überschreibt sie mit den HAMMER/THE-

RES-Querschnitten, rechnet die Energie pro Spaltung, die Kernzahl-dichten einer Standardauswahl an HAMMER-Materialien einschließlich dem Absorptionsausgleich mit den ORIGEN-Resultaten.

Alle POISON-Ergebnisse werden in OREST.OUTPUT festgelegt. Die Querschnittsangaben sind hier aus dem ORIGEN-Eingruppenbild ("thermal flux") auf den Gesamtneutronenfluß ("total flux") mit Hilfe der Spektralindizes transformiert. Die HAMMER-Kernzahldichten, die ORIGEN-Mole (unter Vernachlässigung von Rechenwerten kleiner  $10^{-20}$ ) und die neue Energie pro Spaltung EMEAN aus dem letzten ORIGEN-Zeitschritt werden über Einlesen von MATRIX2 auf MATRIX1 abgespeichert. Der nächste Abbrandstep wird wieder mit STATEM eingeleitet. Der Datensatz TEMP dient POISON zur temporären Datenabspeicherung.

- Programmmodul INTER

INTER liest OREST.OUTPUT und errechnet aus allen Zeitschritt-Ergebnissen über den Abbrandverlauf gemittelte Werte. Das Modul stellt die Benutzer-Eingabedaten und die wichtigsten Ergebnisse der Abbrandgeschichte neben den ORIGEN-Ergebnissen für den Drucker bereit. Gleichzeitig werden nach Benutzerwunsch die detaillierten Ergebnisse von STATEM, ACOND, THERES und POISON ausgegeben. Bei fehlerhaften OREST-Läufen gibt INTER den gesamten Datensatz OREST.OUTPUT mit einem Fehlerhinweis am Drucker zur Überprüfung wieder.

### 3.3 Datensätze in OREST

Nach Benutzereingabe in das OREST-Eingabeprogramm (OEP) oder das von der GRS-Rechenanlage unabhängige Hilfsprogramm ORESTLE sind die Problemdaten auf GENOUT abgespeichert. Gleichzeitig liegt ein lauffähiger JCL-Kartensatz auf JCLDAT bereit. Ein Großteil der verwendeten Datensätze wird nur temporär zum Datentransfer benötigt und ist nach dem OREST-Lauf nicht mehr verfügbar. Die endgültigen Rechenergebnisse aller Module bis auf HAMMER werden in OREST.OUTPUT bereitgestellt, von Modul INTER übernommen und auf den Drucker gebracht. Gleichzeitig sind auf ORIOUT und SCRATCH die ORIGEN-Resultate (Quellterme) für nachfolgende Abschirmrechnungen abgespeichert. Nach Beendigung des OREST-Laufs sind noch JCLDAT, GENOUT, SCRATCH,

OREST.OUTPUT und ORIOUT für eine weitere Verwendung vorhanden. Über JCLDAT läßt sich ein identischer OREST-Lauf starten, da GENOUT noch existiert. Die Struktur der Datensätze (Speicherbedarf, Rekord-Länge usw.) ist der Tabelle 11 zu entnehmen. Auf A303.OREST.LOAD sind die lauffähig gebundenen OREST-Module abgelegt, deren Programm-Source auf A303.OREST.FORT vorliegt.

Tab. 11:  
OREST-Dateien

Name	Kennzeichnung <sup>1)</sup>				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
* . OREST.OUTPUT	WORK03	PS	FB	133	TRK 100,50
* . SCRATCH	WORK04	PS	VBS	-	CYL 2,1
* . MATRIX1	-	PS	FB	80	CYL 2,1
* . MATRIX2	-	PS	FB	80	CYL 2,1
* . MEMBER	-	PS	FB	80	CYL 2,1
* . TEMP	-	PS	VBS	-	TRK 10,10
* . ORIOUT	WORK02	PS	VBS	-	CYL 4,4
A303.OREST.HAM1	USER81	PS	VBS	-	TRK 6,4
A303.OREST.HAM2	USER81	PS	VBS	-	TRK 6,4
A303.OREST.FORT	USER82	PO	FB	80	CYL 2,1
A303.OREST.LOAD	LOAD80	PO	U	-	CYL 4,1
UID.A.JCLDAT **)	WORK03	PS	FB	80	TRK 15,1
UID.A.GENOUT **)	WORK04	PS	FB	80	TRK 10,10

\* . Bei diesen Datensätzen ist die Spezifizierung zu vervollständigen durch UID.UNIQUE.

\*\* ) Parameter 'A' kann vom Benutzer modifiziert werden (Abschnitt 2.1.1).

- <sup>1)</sup> (1) = Volume serial (Plattenkennung)  
 (2) = Organisation  
 (3) = Blockung  
 (4) = Rekord-Länge  
 (5) = Speicherplatz (CYL = cylinder, TRK = tracks)

● GENOUT

UID.A.GENOUT stellt eine Sammlung vorbereiteter Inputdatensätze der OREST-Module dar, die in Verbindung mit den Datensätzen MATRIX1, MATRIX2 und MEMBER während des OREST-Laufs vollständig mit den notwendigen Eingabedaten erfüllt werden.

GENOUT wird durch die Programme OEP (Panelbedienung) oder ORESTLE (Batch-Lauf) gleichzeitig mit JCLDAT erstellt.

GENOUT ist ein fixformatierter Datensatz mit 80 Schreibpositionen pro Zeile und einem Speicherbedarf von mindestens 200 Karten.

Vor dem eigentlichen OREST-Lauf kann der Benutzer, wie in Abschnitt 2.3.1 beschrieben, durch Modifikation von GENOUT die hier festgelegte Hüllrohrzuordnung von "Zirkalloy" auf "Stahl" umstellen.

#### ● JCLDAT

UID.A.JCLDAT ist ein fixformatierter Datensatz mit 80 Schreibpositionen, mit dem der OREST-Lauf gestartet werden kann. JCLDAT wird vom OREST-Eingabeprogramm OEP (Panel) einschließlich der Job-Karten lauffähig generiert.

Bei Verwendung von ORESTLE (OREST-85 in Vorbereitung) werden die JCL-Karten dann in 3 Bereiche (Prozeduren) unterteilt:

- Prozedur "OREST1" mit vorsorglichem Löschen der verwendeten Datensätze OREST.OUTPUT, SCRATCH, MATRIX1, MATRIX2, MEMBER, TEMP und ORIOUT, dem Allokieren der erwähnten Datensätze und den Steps
  - GOACOND
  - ACOND
  - ACHMED
  
- Prozedur "OREST2" (ISTEP mal, wobei ISTEP+1 die vorgegebene Anzahl der Abbrandsteps der Spektralnachführungen ist) mit
  - STATEM
  - HAMFRED
  - HAMMER
  - THERES
  - GRAUSIG
  - ORIGEN
  - POISON
  
- Prozedur OREST3 wie OREST2, jedoch mit dem Step INTER.

- OREST.OUTPUT (Modulerggebnisse im Klartext)

UID.UNIQUE.OREST.OUTPUT dient zur Sammlung der Modulerggebnisse (außer HAMMER).

- ORIOUT (n- $\gamma$ -Quellterme von ORIGEN)

UID.UNIQUE.ORIOUT enthält für alle gewählten Nachbestrahlungszeit-schritte die ORIGEN-Neutronen- und -Gamma-Quellterme, bezogen auf die ORIGEN-Basis.

ORIOUT kann für nachfolgende Abschirmungsrechnungen weiter verwendet werden, beispielsweise mit dem GRS-Programm SOURCE für die 120-EURLIB-Gruppenstruktur.

Die Daten liegen auf dem VBS-Datensatz in folgender Struktur bereit:

```
WRITE (39) (TITLE (I), I = 1,18) (= Titel)
WRITE (39) M2, IACT, TCONST, TUNIT
      M2      = MOUT + 1
      MOUT    = Anzahl des Nachbestrahlungssteps
      IACT    = Anzahl der Aktiniden
      TCONST  = Anzahl der Sekunden pro Zeiteinheit
      TUNIT   = Zeiteinheit (A4,  $\alpha$ -numerisch)

DO 125 M = 1, M2
125 WRITE (39) (GSUM (N,M), N = 1,12)
      GSUM (N,M) Energieeintrag der "light element"-Gammas
              in Gruppe N zum Zeitpunkt M

DO 315 M = 1, M2
315 WRITE (39) (GSUM (N,M), N = 1,12)
      analog für "fission product"-Gammas

DO 415 I = 1, IACT
415 WRITE (39) NUCLI, (ALN (M), M = 1, M2)
      NUCLI  ORIGENID für Aktinid I
              (ALN (M) Alpha-Neutronenrate vom
              Nuklid I zum Zeitpunkt M)

DO 515 I = 1, IACT
515 WRITE (39) NUCLI, (SPN (M), M = 1, M2)
      analog "spontaneous fission"-Neutronenrate
```

```
DO 615 M = 1, M2
615 WRITE (39) (GSUM (N,M), N = 1,18)
      GSUM (N,M) Energieeintrag der Aktiniden-
      Gammas in Gruppe N zum Zeit-
      punkt M
```

Die Energie-Gruppeneinteilung ist im 12- bzw. 18-Gruppenbild der ORIGIN-Programmbeschreibung /BEL 73/ zu entnehmen.

● POISLIBO

POISLIBO in der A303.OREST.FORT ist eine fixformatierte Querschnittsbibliothek in Übereinstimmung mit den ORIGIN-Dateien. Sie besitzt folgenden Aufbau:

```
DO 2 L = 1,3
DO 1 I = 1,IBIB
1 WRITE (10,1000) ELE, MAS, MESO, SIG1, SIG2, SIG3,
                SIG4, SIG5, SIG6, JDORJ
1000 FORMAT (1X, 1A2, 1I3, 1A1, 3X, 6(1PE10.2), 1I8)
2 WRITE (10,1001)
1001 FORMAT (2H-1)
      IBIB = Anzahl der Nuklide der verschiedenen ORIGIN-
      Dateien
      ELE = Elementkennzeichnung
      MAS = Nukleonenzahl
      MESO = 'M' für Mesomer, sonst Leerzeichen
      SIG1 = SIGTH ("light elements")
      SIGNG ("actinides")
      SIGNG ("fission products")
      SIG2 = RITH ("light elements")
      RING ("actinides")
      RING ("fission products")
      SIG3 = SIGMEV * (FFNA + FFNP)
      für "light elements", sonst Ø
      SIG4 = SIGF ("actinides") sonst Ø
      SIG5 = RIF ("actinides") sonst Ø
      SIG6 = SIGFF ("actinides") sonst Ø
      JDORJ = ORIGIN-Identifikationsnummer des Isotops
```

Die Variablenbezeichnungen der rechten Seite entsprechen ORIGIN /BEL 73/.

Die Datei der Spaltprodukte wird vor dem Ende ergänzt durch die Werte für das HAMMER-Material "long lived fission product" mit

ELE	=	"FP"
MAS	=	33
SIG1	=	70
SIG2	=	125
SIG3 - SIG6	=	Ø
JDORJ	=	990330

● SCRATCH (Nuklidinventare ORIGEN)

UID.UNIQUE.SCRATCH enthält für alle gewählten Nachzerfallszeitschritte die ORIGEN-Nuklidinventare in 'gram atoms' pro gewählte ORIGEN-Basis. SCRATCH kann für nachfolgende Auswertungen beispielsweise mit dem GRS-Programm ORIMIX weiterverwendet werden.

Die Daten liegen auf dem VBS-Datensatz in folgender Struktur bereit und können wie folgt erfaßt werden:

```
DO 1 K = 1,8
1 READ (40) DUMMY (letzte THERES-Daten und ORIGEN-Ergebnisse des
                letzten Abbrandsteps werden überlesen)

READ (40) (TITLE(I), I = 1,18) (= Titel)

READ (40) THERM, RES, FAST

READ (40) BASIS, TCONST, TUNIT
        TCONST = Anzahl der Sekunden pro Zeiteinheit
        TUNIT  = Zeiteinheit (A4,  $\alpha$ -numerisch)
        BASIS  = ORIGEN-Rechenbasis (Gramm Schwermetall)

READ (40) MMN, MOUT (TIME(M), M = 1,MOUT)
        MMN    = (entfällt)
        MOUT   = Anzahl der Nachzerfallszeitschritte
        TIME(M) = Zeitschritte in Einheiten TUNIT

READ (40) ILITE, IACT, IFISP, ITOT
        ILITE  = Anzahl der 'light elements'-Isotope
        IACT   = analog Schwermetall-Isotope
        IFISP  = analog Spaltprodukt-Isotope
        ITOT   = ILITE + IACT + IFISP
```

READ (40) (NUCL(M), RMOL(M,J), J = 1,M2), M = 1,ITOT)

M2 = MOUT + 1

NUCL(M) = ORIGIN-ID für Isotop

RMOL(M,J) = Anzahl an 'gram atoms' des Isotops M zum Zeitpunkt J

Achtung: J = 1 entspricht 'discharge'

#### ● Übrige Datensätze

Die übrigen Datensätze sind entweder Bibliotheksdateien von HAMMER oder ORIGIN bzw. temporäre Datensätze.

Eine Dokumentation der überarbeiteten ORIGIN-Bibliotheken wird separat zu diesem Bericht erstellt.

SCHRIFTTUM

- /BEL 73/ Bell, M.J.:  
ORIGEN - The ORNL-Isotope Generation and Depletion Code  
ORNL-4628, UC-32-Mathematics and Computers, May 1973
- /CRO 80/ Croff, A.G.:  
A User's Manual for the ORIGEN-2 Computer Code  
ORNL/TM-7175 (1980)
- /FIS 83/ Fischer, U., und H.W. Wiese:  
Verbesserte konsistente Berechnung des nuklearen Inventars mit  
KORIGEN  
Kernforschungszentrum Karlsruhe, KfK-3014, 1983
- /HES 84/ Hesse, U.:  
Verifikation des Abbrandprogrammsystems OREST (HAMMER-ORIGEN)  
an den Nachbestrahlungsanalysen der Brennelemente BE-168, 170,  
171 und 176 des Reaktors Obrigheim  
GRS-A-962, 1984 (veröffentlicht in BMU-1986-117; ISSN 0724-3316)
- /HES 85/ Hesse, U.:  
Verifikation des Abbrandprogrammsystems OREST (HAMMER-ORIGEN)  
an Nachbestrahlungsanalysen von Mischoxid-Brennstoff des Reak-  
tors Obrigheim  
GRS-A-1085, 1985 (veröffentlicht in BMU-1986-116; ISSN 0724-3316)
- /HES 85a/ Hesse, U., und W. Denk:  
Ergebnisse des Abbrandsystems OREST für MOX- und UO<sub>2</sub>-Brennstoffe  
im Vergleich mit Nachbestrahlungsanalysen  
Tagungsbericht Jahrestagung Kerntechnik '85, Hrsg. Deutsches  
Atomforum, Bonn, ISSN 0720-9207
- /LED 67/ Lederer, C.M. et al.:  
Table of Isotopes  
6. Edition, John Wiley and Sons, New York, 1967
- /PET 75/ Petrie, L.M., und N.F. Cross:  
KENO-IV - An Improved Monte Carlo Criticality Program  
Oak Ridge National Laboratory, ORNL-4938, November 1975
- /SCH 63/ Schmidt, E.:  
VDI-Wasserdampf tafeln  
Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 6. Aufl.,  
Ausgabe B, 1963
- /SHE 81/ Sher, R., und C. Beck:  
Fission Energy Release for 16 Fissioning Nuclides  
Stanford University, NP1771, Final Report, March 1981
- /SUI 67/ Suich, J.E., und H.C. Honeck:  
The HAMMER-System - Heterogeneous Analysis by Multigroup  
Methods of Exponentials and Reactors  
TID-4500, January 1967
- /WAG 77/ Wagner, K., und T. Vollmer:  
Zusammenstellung von Stoffwerten für Wärmeleitwerte an LWR-  
Brennstäben und deren Simulatoren  
Kernforschungszentrum Karlsruhe, KfK-Ext. 15/77-2, August 1977

## Anhang 1

### Verwendete Symbole und ihre Bedeutung

<u>Symbole:</u>	<u>Bedeutung:</u>
ABS(t)	Neutronenabsorptionsrate im Brennstoff ( $1/\text{cm}^3 \cdot \text{s}$ )
ABS(t,HAMMER)	Neutronenabsorptionsrate im Brennstoff bei begrenzter HAMMER-Isotopenauswahl zum Zeitpunkt t ( $1/\text{cm}^3 \cdot \text{s}$ )
ABS(t,cell)	Neutronenabsorptionsrate in der Brennstabzelle zum Zeitpunkt t ( $1/\text{cm}^3 \cdot \text{s}$ )
ABS(t <sub>0</sub> ,nonfuel)	Neutronenabsorptionsrate in Hülle und Moderator ohne Brennstoffbereich zum Zeitpunkt t <sub>0</sub> (HAMMER) ( $1/\text{cm}^3 \cdot \text{s}$ )
$\alpha$	Wärmeübergangszahl Hülle zu Kühlmittel ( $\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{K}$ )
BASIS	Anzahl an Gramm Schwermetall, auf die sich die ORIGEN-Abbrandrechnung bezieht; Benutzerangabe
BILANZ(t)	Neutronenbilanz zum Abbrandzeitpunkt t; entspricht dem Quotienten des Zeitintegrals von Produktion und Absorption von Neutronen im Brennstabgitter
BOR	Borvergiftung im Kühlmittel (ppm Bor zu Wasser), Benutzerangabe
DABS(t,HAMMER)	Differenz an Neutronenabsorptionsrate zwischen ORIGEN (alle Isotope) und HAMMER (begrenzte Materialauswahl) zum Zeitpunkt t ( $1/\text{s} \cdot \text{cm}^3$ )
div	Divergenz (Operator) ( $1/\text{cm}$ )
EB	$\beta$ -Energie der Spaltproduktzerfälle (MeV)/Spaltung
EFIS(i)	thermisch nutzbare Energie (MeV)/Spaltung des Isotops i
EFR	kinetische Energie der Spaltprodukte (MeV)/Spaltung
EGD	Energie der verzögerten Gammastrahlung (MeV)/Spaltung
EGP	prompte $\gamma$ -Energie (MeV)/Spaltung
EMEAN(t)	thermisch nutzbare Energie pro Spaltung (MeV) zum Zeitpunkt t
END	Energie der verzögerten Neutronen (MeV)/Spaltung
ENG(i)	$\gamma$ -Energie nach n- $\gamma$ -Einfangprozessen (MeV)/Reaktion des Isotops i
ENP	Energie der prompten Spaltneutronen (MeV)/Spaltung
$\frac{\partial}{\partial \text{grad}}$	Gradient (Operator) ( $1/\text{cm}$ )
HDA	Hüllrohr-Außendurchmesser (cm), Benutzerangabe
HDI	Hüllrohr-Innendurchmesser (cm), Benutzerangabe

$\vec{j}(r)$	Wärmestromdichte in radialer Richtung $r$ ( $W/cm^2$ )
$k_{\infty}(t)$	Neutronenmultiplikationsfaktor des Brennstabgitters zum Zeitpunkt $t$
$\lambda(T)$	Wärmeleitfähigkeit ( $W/cm \cdot K$ )
LFIS(t)	Leistungsdichte im Brennstoff durch Spaltreaktionen zum Zeitpunkt $t$ ( $MeV/s \cdot cm^3$ )
LLFP	Index des HAMMER-Materials 'long lived fission products'
LANG(t)	Leistungsdichte im Brennstoff durch $n$ - $\gamma$ -Reaktionen zum Zeitpunkt $t$ ( $MeV/s \cdot cm^3$ )
LW	Brennstoff-Leistung in (MW/BASIS), Benutzerangabe
MAS(i)	Molekular- bzw. Atomgewicht des Materials $i$ (Element, Isotop, Molekül) im Brennstoff
MOL(i)	Anzahl der Mole pro Isotop $i$ und Basis im ORIGEN ("gram atoms")
NA	<u>Loschmidtsche Zahl</u> = $0.602252 \cdot 10^{+24}$ (Avogadro Konstante)
$N(i,t)$	Teilchendichte des Isotops $i$ zum Abbrandzeitpunkt $t$ ( $1/cm^3$ )
$n(v)$	Neutronendichteverteilung bezüglich Geschwindigkeit
$v(i,E)$	Anzahl der Neutronen pro Spaltung des Isotops $i$ in Abhängigkeit von der Neutronenenergie $E$
PEFF	effektive Gitterweite (cm), Benutzerangabe
$\phi(E)$	differentieller Neutronenfluß im Brennstoff bei der Energie $E$ (eV) ( $1/cm^2 \cdot s \cdot eV$ )
$\hat{\phi}_e(t)$	mittlerer Fluß, 0.5 eV bis 1 MeV
$\hat{\phi}_f(t)$	schneller Fluß, 1 MeV bis 10 MeV
$\hat{\phi}(t)$	effektiver Eingruppenfluß zum Abbrandzeitpunkt $t$ ( $1/cm^2 \cdot s$ )
$\hat{\phi}_t(t)$	thermischer ORIGEN-Eingruppenfluß 0 eV bis 0.5 eV
$\phi(u)$	Flußverlauf in der Lethargiedarstellung
$\phi(v)$	Flußverlauf in der Geschwindigkeitsdarstellung
PLD	Pelletdurchmesser (cm) im Brennstab, Benutzerangabe
PRES	Kühlmitteldruck (bar), Benutzerangabe

$PROD(t)$	Neutronenproduktionsrate im Brennstoff zum Zeitpunkt $t$ ( $1/cm^3 \cdot s$ )
$PROD(t, HAMMER)$	Neutronenproduktionsrate im Brennstoff bei begrenzter HAMMER-Isotopenauswahl zum Zeitpunkt $t$
$Q_t^e$	Flußverhältnis $\hat{\phi}_e(t)/\hat{\phi}_t(t)$ <u>mittel/thermisch</u>
$Q_t^f$	Flußverhältnis $\hat{\phi}_f(t)/\hat{\phi}_t(t)$ <u>schnell/thermisch</u>
$R_e(t)$	Reaktionsrate im mittleren Bereich, 0.5 eV bis 1 MeV
$R_f(t)$	analog im schnellen Bereich, 1 MeV bis 10 MeV
RITH	ORIGEN-Querschnitt (barn) im Bereich 0.5 eV bis 1 MeV (Spaltung Aktiniden) 0.5 eV bis 10 MeV (Aktivierung)
$R^j(i, t)$	Bildungsrate des Isotops $j$ , ausgehend vom Isotop $i$ zur Zeit $t$ in ( $1/cm^3 \cdot s$ )
$R_t(t)$	Reaktionsrate im thermischen Bereich 0 eV bis 0.5 eV zum Abbrandzeitpunkt $t$
$\rho_D$	Wasser-Dampfdichte bei Druck PRES und Temperatur TMPK ( $g/cm^3$ )
$\rho(i)$	Partialdichte des Materials $i$ im Brennstoff-Pellet ( $g/cm^3$ )
$\rho_M$	Wasserdichte des Kühlmittels bei Druck PRES und Tempera- tur TMPK ( $g/cm^3$ )
$\rho_m^{eff}$	effektive Wasserdichte mit Dampfanteil bei Druck PRES und Temperatur TMPK ( $g/cm^3$ )
$\rho_{SM}$	Partialdichte des Schwermetalls im Brennstoff-Pellet ( $g/cm^3$ )
$\hat{\sigma}_{cap}(i)$	Aktivierungsquerschnitt für n- $\gamma$ -Reaktion des Isotops $i$ (barn)
$\hat{\sigma}_e$	effektiver mittlerer Querschnitt, 0.5 eV bis 1 MeV
$\hat{\sigma}_f$	effektiver schneller Querschnitt, 1 MeV bis 10 MeV
$\hat{\sigma}_{fis}(i)$	effektiver Spaltquerschnitt des Spaltmaterials $i$ (barn)
$\sigma^j(i, E)$	Wirkungsquerschnitt des Isotops $i$ bei der Neutronenener- gie $E$ für Übergang zu Isotop $j$ (barn)
$\hat{\sigma}^j(i)$	effektiver Eingruppenquerschnitt des Isotops $i$ mit Über- gang zum Isotop $j$ (barn)
$\hat{\sigma}_t$	effektiver thermischer Querschnitt, 0 eV bis 0.5 eV

SIGMEV	ORIGEN-Querschnitt (barn) 1 MeV bis 10 MeV
SIGTH	Punktquerschnitt bei 2200 m/s (barn)
SPR(t)	Spaltrate im Brennstoff ( $1/\text{cm}^3 \cdot \text{s}$ ) zum Zeitpunkt t
ST	Brennstableistung (W/cm)
t	Zeitpunkt der Abbrandsimulation
t <sub>0</sub>	Zeitpunkt der vorhergehenden HAMMER-Rechnung
TMPK	Kühlmitteltemperatur (°C), Benutzerangabe
u	Neutronenlethargie
v	Neutronengeschwindigkeit in Vielfachen von 2200 m/s
VDEF	effektiver Dampfanteil im Brennstabgitter (Vol.-%)
WQ	Mittelwert der Wärmequellichte im Brennstoff ( $\text{W}/\text{cm}^3$ )
WQ(r)	radial abhängige Wärmequellichte im Brennstoff ( $\text{W}/\text{cm}^3$ )

## Anhang 2

### OREST-Testlauf

----- GRS-UTILITY SELECTION MENU -----

OPTION ==>

- 1 FHU - File Handling Utilities
- 2 SMU - Source Modification Utilities (FORTRAN)
- 3 SDU - Source Documentation Utilities (FORTRAN)
- 4 TU - Test Utilities (FORTRAN)

- A ACI - Accounting Information
- D DBMS - SYSTEM 2000 - Self Contained Facility
- M MANUAL- Program Product Manuals
- R RACF - RACF Interface
- U USER - Special Applications
- Z OTHER - Miscellaneous Utilities

OR ENTER USER APPLICATION ==> CREST\_

PRESS END KEY TO TERMINATE

- VERSION 1 19 ----- \* DISPLA UTILITY \*-----

FALLS EIN INPUT MEMBER ODER EIN MATRIX DATA SET ERZEUGT WERDEN SOLL,  
BITTE NAME DES NEUEN ODER SCHON VORHANDENEN INPUT MEMBERS  
( OHNE HOCHKOMMA ) EINGEBEN.

===> TEST

SOLL EIN INPUT MEMBER ERZEUGT WERDEN (JA/NEIN)? JA

UNIQUE FUER JCL-FILE : A  
(UID.U JCLDAT)

ENTER OR CHANGE DATA  
PF1 = HELP, PF3 = LEAVE WITHOUT ANY ACTION

---- VERSION 1.19 ----- \* OREST \* -----

TITEL: MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBLEM

GEOMETRIEDATEN:

PELLETDURCHMESSER (CM): 0.925  
 HUELLROHR (INNEN) (CM): 0.930  
 HUELLROHR (AUSSEN) (CM): 1.071  
 PITCH \* ) (CM): 1.484

ANGABEN ZUM KUEHLMITTEL:

TEMPERATUR (C): 299.  
 DRUCK (BAR): 151  
 BLASENGEHALT (VOL %): 0

ANGABEN ZUR AUSGABESTEUERUNG:

(0 = KEINE AUSGABE, 1 = AUSGABE)

MOL	GRAMS	CURIE	POWER-T		
0	1	0	0		
ACOND	STATEM	HAMMER	POISON	THERES	
1	1	1	1	1	

ANGABEN ZUR ABBRANDGESCHICHTE:

BASIS : 1000000 GRAMM (HEVIMET)

NENNLEISTUNG : \_\_\_\_\_ (NENNL  $\neq$  0  $\implies$  P = % NENNL.)

\* ) PITCH > 0  $\implies$  ANGABE QUADRATISCH, PITCH < 0  $\implies$  HEXAGONALGITTER

ZU WEITERER DATENEINGABE ENTER-TASTE BETAETIGEN

ENTER = CONTINUE, PF1 = HELP, PF3 = PROGRAMME MIT SAVE, PA1(2X) = CANCEL

----- VERSION 1.19 ----- \* OREST \* -----

ANGABEN ZUR LEISTUNGSGESCHICHTE

(MOEGLICHE EINHEITEN: SEC, MIN, HOR, DAY, MON, Y/2, -Y-)

(BEI RELATIVANGABEN STEHT VOR DER EINHEITENBEZEICHNUNG EIN D (DELTA).

T( DDAY ):	365	5	5	5	5	_____
P( * ) :	0 0	30	30	30	30	_____
BOR [PPM]:	500	500	500	500	500	0.0
		_____	_____	_____	_____	_____

NUR AUSFUELLEN, WENN KEINE WEITEREN ANGABEN ZUR LEISTUNGSGESCHICHTE VORLIEGEN:

EINGABE BEENDET? (JA/NEIN) JA \_

POSTIRRADIATION (EINHEITENBEZEICHNUNG WIE OBER)

T( -Y- ): 1 2 3 4 5 \_\_\_\_\_

\* ) ABSOLUTANGABE DER LEISTUNG

\*\* ) ANGABE DER LEISTUNG IN % DER NENNLEISTUNG

ZU WEITERER DATEINGABE ENTER-TASTE BETAETIGEN

PF1 = HELP, PF3 = RETURN ZUM ERSTEN PANEL, PA1(2X) = ABRUCH OHNE SAVE

----- VERSION 1.19 ----- \* OREST \*

ANGABEN ZUR BRENNSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

S	C	W	N	D
RHO	HEVIMET	8.26348		
MOL	MOX	1.0		HEVIMET
		2.0		0
GEM	HEVIMET	3.96455	WT%	PLUTO-AM
		REST		URAN-WAU
ATO	URAN-WAU	0.0079	WT%	U -234
		0.7042		U -235
		0.1210		U -236
		0.0001		U -232

ERLAUBTE EINGABEN FUER S:RHO,MOL,GEM,ATO,KZD,END

ERLAUBTE EINGABEN FUER N:WT,WT%

SPEICHERN DER EINGEGEBENEN WERTE? (JA/NEIN) NEIN

ZU WEITERER DATENEINGABE ENTER-TASTE BETAETIGEN

PF1 = HELP, PF3 = RETURN ZUM VORHERGEHENDEN PANEL, PA1(2X) = CANCEL

----- VERSION 1.19 ----- \* OREST \* -----

ANGABEN ZUR BRENNSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

S	C	W	N	D	
___	_____	REST	___	U -238	_____
AT0	PLUTO-AM	0.1387	WT%	PU-238	_____
___	_____	REST	___	PU-239	_____
___	_____	18.1729	___	PU-240	_____
___	_____	3.4934	___	PU-241	_____
___	_____	0.6551	___	PU-242	_____
___	_____	0.3420	___	AM-241	_____
___	_____	0.0001	___	PU-236	_____
GEM	TOTAL	REST	WT%	MOX	_____

ERLAUBTE EINGABEN FUER S:RHO,MGL,GEM,ATO,KZD,END

ERLAUBTE EINGABEN FUER N:WT,WT%

SPEICHERN DER EINGEGEBENEN WERTE? (JA/NEIN) NEIN

ZU WEITERER DATENEINGABE ENTER-TASTE BETAETIGEN

PF1 = HELP, PF3 = RETURN ZUM VORHERGEHENDEN PANEL, PA1(2X) = CANCEL

----- VERSION 1.19 ----- \* OREST \* -----

ANGABEN ZUR BRENNSTOFFZUSAMMENSETZUNG:

S	C	W	N	D
___	_____	1.0	___	STEEL
___	_____	0.01	___	GD
___	_____	0.0001	___	N
GEM	STEEL	REST	WT%	FE
___	_____	10.	___	NI
___	_____	2.1	___	CR
___	_____	0.01	___	CO
END	_____	_____	___	_____

ERLAUBTE EINGABEN FUER S:RHO,MOL,GEM,ATG,KZD,END

ERLAUBTE EINGABEN FUER N:WT,WT%

SPEICHERN DER EINGEGEBENEN WERTE? (JA/NEIN) JA

ZU WEITERER DATENEINGABE ENTER-TASTE BETAETIGEN

PF1 = HELP, PF3 = RETURN ZUM VORHERGEHENDEN PANEL, PA1(2X) = CANCEL

---- VERSION 1.19 ---- \* OREST \* -----

## ANGABEN ZUR JOBKARTE:

ACCOUNT-NUMMER	:	84801
UNIQUE (EIN BUCHSTABE)	:	C
TIME-PARAMETER (IN SEC)	:	00050
LINES-PARAMETER	:	010
REGION-PARAMETER	:	02
JOBNAME (MAX. 5 ALFA-ZEICHEN):	:	SAMPL
OUTPUT-KLASSE	:	F

\*F START TSU 2377 HSE 0001 0001 LOCAL HESSE ACCT 84801 4.06.02 PM 25 NOV 86 PKINTER2 SYS 5870 START F\*  
\*F START TSU 2377 HSE 0001 0001 LOCAL HESSE ACCT 84801 4.06.02 PM 25 NOV 86 PKINTER2 SYS 5870 START F\*

```
00000000000 RRRRRRRRRR EEEEEEEEEEE SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT 8888888888 44
000000000000 RRRRRRRRRRRR EEEEEEEEEEE SSSSSSSSSSSS TTTTTTTTTT 888888888888 444
00 00 RR RR EE SS SS TT 88 88 4444
00 00 RR RR EE SS SS TT 88 88 44 44
00 00 RR RR EE SS SS TT 88 88 44 44
00 00 RRRRRRRRRRRR EEEEEEEEEEE SSSSSSSSSSSS TTTTTTTTTT 8888888888 44 44
00 00 RRRRRRRRRRRR EEEEEEEEEEE SSSSSSSSSSSS TTTTTTTTTT 8888888888 44 44
00 00 RR RR EE SS SS TT 88 88 444444444444
00 00 RR RR EE SS SS TT 88 88 444444444444
000000000000 RR RR EEEEEEEEEEE SSSSSSSSSSSS TTTTTTTTTT 888888888888 44
000000000000 RR RR EEEEEEEEEEE SSSSSSSSSSSS TTTTTTTTTT 888888888888 44
```

```
GGGGGGGGGG RRRRRRRRRR SSSSSSSSSS
GGGGGGGGGG RR RR SS SSSSSSSSSS
GG RR RR SS
GG RR RR SS
GG RR RR SS
GG GG RR RR SS
```

```
SSSSSSSSS Y Y SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT EEEEEEEEEEE PPI PPI
SSSSSSSSS YY YY SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT EEEEEEEEEEE PPI PPI
SSSSSSSSS Y Y SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT EEEEEEEEEEE PPI PPI
SSSSSSSSS YY YY SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT EEEEEEEEEEE PPI PPI
SSSSSSSSS Y Y SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT EEEEEEEEEEE PPI PPI
SSSSSSSSS YY YY SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT EEEEEEEEEEE PPI PPI
SSSSSSSSS Y Y SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT EEEEEEEEEEE PPI PPI
SSSSSSSSS YY YY SSSSSSSSSS TTTTTTTTTT EEEEEEEEEEE PPI PPI
```



\*\*\*\*\* INPUT DATA \*\*\*\*\*

NOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBLEM ABBRAND: 600 TLD/BAS

GEOMETRIE

ROD GEOMETRY DATA :  
 DIAMETER PELLET (CM) : 0.9250  
 INSIDE DIAMETER CLADDING (CM) : 0.9390  
 OUTSIDE DIAMETER CLADDING (CM) : 1.0710  
 PITCH SQUARE (CM) : 4.880  
 PITCH GREATER ROD/ROD DISTANCE CORRECTS THE SPECTRAL MODERATION BY  
 CONTROL RODS (PWR) AND FUEL ELEMENT WATER GAPS (BWR)

REACTOR COOLANT DATA :  
 TEMPERATURE (DEG.CELSIUS) : 299.0  
 COOLANT PRESSURE (BAR) : 151.0  
 STEAM CONTENT (VOL %) : 0.0  
 CALCULATED DENSITY (G/CCM) : 0.7283

FUEL MIXTURE DATA :  
 CALC HEAVIEST DENSITY (G/CCM) : 8.2630  
 BASIS HEVIEST ORIGEN (G/CCM) : 1000000.

RHO	MOL	FUEL COMPOSITION	HEVIEST
		HEVIEST 8.26348	HEVIEST
		1.0	0
		2.0	PLUTO-AM
GEM		HEVIEST 3.96455	URAN-LAU
		REST 0.0079	WTX U -234
		0.7042	U -235
		0.1210	U -236
		0.0001	U -232
		REST 0.1387	U -238
		REST 18.1729	PU-238
		3.4934	PU-239
		0.051	PU-240
		0.3420	PU-241
		0.0001	AM-241
		REST 0.0001	PU-236
GEM		TOTAL REST	WTX
		1.0	STEEL
		0.01	GD
		0.0001	N
GEM		STEEL REST	WTX
		1.0	FE
		2.1	NI
		0.01	CR
			CO

	DICHTE	GESAMT	ANTEIL	ANTEIL	KERNZAHL-	ORIGEN	MOL/
	NUKlid	GEWICHT	PAR-DICHTE	WZ-%	ANTEIL		(HEVIEST)
			(G/CCM)		ANTEIL		
			(G/CCM)		ANTEIL		
			9.45980		4.071770-07	70000	8.181670-02
N			0.0001	0.0006	4.180780-02	80000	8.400710-03
O	15.9994	1.1107	11.7285	65.5978	2.303390-05	240000	4.628260+00
CR	51.9960	0.0020	0.0210	0.0361	8.975500-04	260000	1.803510+02
FE	55.8470	0.0832	0.8789	1.4083			

CO	58.9332	0.0000	0.0001	0.0002	9.677410-08	270000	1.944540-02
NI	58.7100	0.0095	0.1000	0.1524	9.714200-05	280000	1.951840+01
GG	157.2500	0.0009	0.0100	0.0057	3.626840-06	640000	7.287640-01
U -234	234.0400	0.0006	0.0068	0.0025	1.613280-06	922340	3.241670-01
U -235	235.0400	0.0559	0.5901	0.2247	1.431950-04	922350	2.877300+01
U -236	236.0400	0.0098	0.1014	0.0384	2.450040-05	922360	4.923020+00
U -238	238.0500	7.8697	83.1037	31.2194	1.591000-02	922380	4.009640+03
PU-238	238.0000	0.0000	0.0000	0.0000	8.380320-19	942380	1.679890-04
PU-239	239.0000	0.0005	0.0048	0.0018	1.149830-08	942390	2.310430-01
PU-240	240.0000	0.2529	2.6707	0.9999	6.372970-04	942390	1.780560+02
PU-241	241.0000	0.0595	0.6287	0.2344	1.493990-04	942400	3.001970+01
PU-242	242.0000	0.0114	0.1209	0.0449	2.860000-05	942410	5.746780+00
AM-241	242.0000	0.0021	0.0227	0.0084	5.341060-08	942420	1.073210+00
U -232	232.0000	0.0011	0.0118	0.0544	2.789910-06	952410	5.626040-01
		0.0000	0.0001	0.0000	2.060080-08	922320	4.139460-03
STEEL	58.0334	0.0947	1.0000	1.017820-03	2.007930-02		2.045180+02
URAN-LAU	238.0758	8.2635	87.2614	2.090390-02	4.200360-03		4.200360+03
HEVIEST	238.0758	0.3276	3.4595	8.245880-04	1.656900-02		1.656900+02
PLUTO-AM	238.0738	9.3741	98.9869	2.090390-02	4.200360-03		4.200360+03
TOTAL	260.1144	9.4698	100.0000	2.192580-02	4.405680+03		4.405680+03

\* ALLE KZ-DICHTEN IN VIELFACHEN VON 10\*\*24 (1/CCM)

\*\*\*\*\*  
 OREST SUMMARY RESULTS FOR TOTAL BURNUP  
 \*\*\*\*\*

THIS PAGE CONTAINS A SHORT SUMMARY OF IMPORTANT DATA,  
 AVERAGED OVER THE TOTAL IRRADIATION HISTORY.  
 FOR MORE DETAILED DATA SEE NEXT PAGES.

TIME INTERVAL FROM	0.0 DAY TO	385.0 DAY	
POWER	1.58 MW/BASIS		TIME-AVERAGED
ROD POWER	30.00 MW/BASIS		BURNUP-AVERAGED
BURNUP IN COOLANT	166.6 W/CM		BURNUP-AVERAGED
BURNUP REACHED	500.0 PPM		BURNUP-AVERAGED
	600.00 MW*DAY /BASIS		
CELL MULTI-FACTOR	1.144		FLUX*TIME-AVERAGED
THERM ORIGEN SPECTRUM	0.510		FLUX*TIME-AVERAGED
RES ORIGEN SPECTRUM	1.003		FLUX*TIME-AVERAGED
FAST ORIGEN SPECTRUM	7.416		FLUX*TIME-AVERAGED
CENTRAL FUEL TEMP(C)	710.		BURNUP-AVERAGED
AVERAGE FUEL TEMP(C)	546.		BURNUP-AVERAGED
CLADDING TEMP(C)	326.		BURNUP-AVERAGED
ENERGY/FISSON	207.8 (MEV)		BURNUP-AVERAGED
TOTAL NEUTRON FLUX	2.344E+14 (N/S*CM**2)	0 EV-10MEV	BURNUP-AVERAGED
THERM NEUTRON FLUX	1.134E+13	0 EV-SEV	
EPITH NEUTRON FLUX	1.651E+14	SEV-1.MEV	
FAST NEUTRON FLUX	5.800E+13	1MEV-10MEV	
TOT. ABSORPT.XS IN FUEL	0.080418 (1/CM)		FLUX*TIME-AVERAGED
NEUTR. ABS. RATE IN FUEL	1.88E+13 REACTIONS/S*CM**3		FLUX*TIME-AVERAGED
FISS. PRODUCTS	1.70 % FRACT. OF ABSORPT-RATE		
TOT. FISSION XS IN FUEL	0.033035 (1/CM)		FLUX*TIME-AVERAGED
NEUTR. FISS. RATE IN FUEL	7.74E+12 REACTIONS/S*CM**3		FLUX*TIME-AVERAGED
URANIUM-235 FISSRATE FRACT.	9.24 %		
URANIUM-238 FISSRATE FRACT.	6.50 %		
PLUTONIUM-239 FISSRATE FRACT.	79.46 %		
PLUTONIUM-241 FISSRATE FRACT.	4.38 %		
REMAINING FISSRATE FRACT.	0.32 %		

\*\*\*\*\*  
 OREST SUMMARY RESULTS FOR EACH OREST STEP  
 \*\*\*\*\*

OREST STEP NUMBER	TIME FROM DAY	TIME TO DAY	POWER *1 TIME AV (MW/BASIS)	BURNUP MW*DAY /BASIS	K-INFINITY HUNTER CELL	ORIGEN THERM	SPECTRAL RES	INDICES FAST	REC. ENERGY ORIGEN RUN (MEV/FISS)
1	0.0	385.0	1.58	600.	1.141	0.510	1.003	7.416	200.0

\*1 TIME AVERAGED POWER IN ORDER TO GET THE PROPER BURNUP VALUES PER OREST STEP  
 FOR MORE DETAILED POWER DATA SEE NEXT PAGE :

OREST STEP NUMBER	TIME FROM DAY	TIME TO DAY	POWER **1 BURNUP AV (MW/BASIS) /BASIS	BURNUP MW*DAY /BASIS	BORON IN COOLANT (PPM)	ROD POWER (W/CM)	FUEL CENTER TEMP. (C)	FUEL AVERAGE TEMP. (C)	GAP AVERAGE TEMP. (C)	CLADDING AVERAGE TEMP. (C)
1	0.0	385.0	30.00	600	500.	167.	710.	546.	367.	326.

\*\*1 BURNUP AVERAGED POWER IN ORDER TO GET THE PROPER ROD TEMPERATURES PER OREST STEP  
 FOR MORE DETAILED POWER DATA SEE NEXT PAGE :

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\* OREST SUMMARY RESULTS FOR EACH TIME STEP \*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

OREST TIME STEPS	AT	TIME DAY	POWER MEGAWATT /BASIS	BURNUP FM/DAY /BASIS	K-INFINITY CELL- MULTI-FACT	NEUTRON BALANCE IN CELL	FP-ABS. % OF TOT-ABS.	TOT-ABS. MACRO-XS (1/CM)	REC.ENERGY PER FISS (MEV)	FLUX TOTAL IN FUEL N/S*CM**2
CHARGE		0.0	0.0	0.	1.141	0.0	0.0	0.08122	200.0	0.0
		365.0	30.00	0.	1.138	1.138	0.0	0.08122	207.9	2.34E+14
		370.0	30.00	150.	1.137	1.138	2.11	0.08100	207.9	2.34E+14
		375.0	30.00	300.	1.148	1.141	2.28	0.08001	207.7	2.35E+14
		380.0	30.00	450.	1.154	1.144	2.41	0.07945	207.6	2.35E+14
DISCHG.		385.0	0.0	600.	1.156	1.144	2.52	0.07911	207.6	0.0

IMPORTANT FOR TYPICAL BURNUPS WITH TYPICAL FUEL ELEMENTS  
 YOUR NEUTRON BALANCE OF DISCHARGE WAS 1.144. NEGLECTING REACTOR LEAKAGE OF SOME PERCENT  
 YOUR FUEL BURNUP MAY BE TOO LOW FOR REACTOR LOADING USING ONLY THIS FUEL COMPOSITION.  
 PROPER BURNUP VALUES ARE FOR BALANCES 1.00 TO 1.05.

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\* OREST SUMMARY RESULTS FOR EACH TIME STEP \*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

OREST TIME STEPS	AT	TIME DAY	POWER MEGAWATT /BASIS	BURNUP FM/DAY /BASIS	MACRO-XS FISSION (1/CM)	U-235 FISSION FRACT. X	U-238 FISSION FRACT. X	PU239 FISSION FRACT. X	PU-241 FISSION FRACT. X	REMAINDER FISSION FRACT. X
CHARGE		0.0	0.0	0.	0.03325	9.22	6.56	79.51	4.40	0.31
		365.0	30.00	0.	0.03318	9.24	6.57	79.87	4.20	0.32
		370.0	30.00	150.	0.03307	9.25	6.60	79.52	4.33	0.30
		375.0	30.00	300.	0.03298	9.24	6.61	79.38	4.44	0.33
		380.0	30.00	450.	0.03291	9.24	6.63	79.25	4.56	0.32
DISCHG.		385.0	0.0	600.	0.03283	9.24	6.64	79.12	4.68	0.32

```

*****
*****          O R I G I N          *****
*****          P O S T I R R I D I A T I O N          *****
*****          R E S U L T S          *****
*****          F R O M          *****
*****          O R E S T          *****
*****          B U R N U P   C A L C U L A T I O N S          *****
*****          G R S   P R O G R A M   S Y S T E M          *****
*****
    
```

ATTENTION : ONLY ISOTOPES ARE PRINTED WITH NONZERO VALUES IN AT LEAST ONE POSTIRRADIATION STEP  
 SO FOR DISCHARGE - THE SUM OF PRINTED VALUES MAY BE LESS THAN ORIGIN TOTAL RESULTS

LIGHT ELEMENTS :

NUCLIDE CONCENTRATIONS, GRAMS

	DISCHARGE	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-	5-Y-
H 1	3.71E-04	3.71E-04	3.71E-04	3.71E-04	3.71E-04	3.71E-04
H 2	2.44E-09	2.44E-09	2.44E-09	2.44E-09	2.44E-09	2.44E-09
H 3	6.10E-18	5.77E-18	5.45E-18	5.13E-18	4.87E-18	4.60E-18
HE 4	4.85E-23	3.90E-23	3.05E-23	2.30E-23	1.74E-23	1.50E-23
ME 5	3.57E-02	3.57E-02	3.57E-02	3.57E-02	3.57E-02	3.57E-02
LI 6	1.22E-30	2.63E-30	2.63E-30	2.63E-30	2.63E-30	2.63E-30
BE 7	1.96E-17	1.96E-17	1.96E-17	1.96E-17	1.96E-17	1.96E-17
BE 9	1.72E-19	1.72E-19	1.72E-19	1.72E-19	1.72E-19	1.72E-19
B 10	1.68E-08	1.68E-08	1.68E-08	1.68E-08	1.68E-08	1.68E-08
B 11	1.02E-15	8.30E-15	1.56E-14	2.29E-14	3.01E-14	3.74E-14
B 12	5.42E-06	5.42E-06	5.42E-06	5.42E-06	5.42E-06	5.42E-06
C 12	7.05E-12	7.05E-12	7.05E-12	7.05E-12	7.05E-12	7.05E-12
C 13	1.16E-01	1.16E-01	1.16E-01	1.16E-01	1.16E-01	1.16E-01
C 14	1.58E-04	1.58E-04	1.58E-04	1.58E-04	1.58E-04	1.58E-04
N 14	1.14E+00	1.14E+00	1.14E+00	1.14E+00	1.14E+00	1.14E+00
N 15	4.54E-03	4.54E-03	4.54E-03	4.54E-03	4.54E-03	4.54E-03
O 16	1.34E+05	1.34E+05	1.34E+05	1.34E+05	1.34E+05	1.34E+05
O 17	2.08E-01	5.28E-01	5.28E-01	5.28E-01	5.28E-01	5.28E-01
O 18	3.08E-02	1.08E-02	3.08E-02	3.08E-02	3.08E-02	3.08E-02
NR 19	6.51E-07	6.51E-07	6.51E-07	6.51E-07	6.51E-07	6.51E-07
NR 20	2.97E-13	2.97E-13	3.01E-13	2.97E-13	2.97E-13	2.97E-13
K 41	5.41E-22	5.41E-22	5.41E-22	5.41E-22	5.41E-22	5.41E-22
CA 44	3.32E-13	3.32E-13	3.32E-13	3.32E-13	3.32E-13	3.32E-13
CA 45	3.80E-22	8.03E-22	3.73E-22	3.39E-22	9.18E-24	2.68E-25
CR 46	1.12E-13	1.12E-13	1.12E-13	1.12E-13	1.12E-13	1.12E-13
SC 45	6.89E-23	3.07E-21	3.70E-21	3.84E-21	3.86E-21	3.87E-21
TI 47	8.87E-07	8.87E-07	8.87E-07	8.87E-07	8.87E-07	8.87E-07
TI 48	7.74E-12	7.74E-12	7.74E-12	7.74E-12	7.74E-12	7.74E-12
TI 49	2.03E-06	2.03E-06	2.03E-06	2.03E-06	2.03E-06	2.03E-06
TI 50	9.65E-06	9.65E-06	9.65E-06	9.65E-06	9.65E-06	9.65E-06
TI 51	1.68E-02	1.29E-02	9.98E-03	7.71E-03	5.90E-03	4.62E-03
Y 51	4.07E-04	1.92E-03	1.92E-03	1.92E-03	1.92E-03	1.92E-03
CR 50	9.97E+00	9.97E+00	9.97E+00	9.97E+00	9.97E+00	9.97E+00
NI 51	1.51E-03	1.69E-07	1.88E-11	2.10E-15	2.34E-19	2.61E-23
CR 52	2.34E-01	1.02E-02	1.02E-02	2.02E-02	2.02E-02	2.02E-02
CR 53	2.34E-01	2.34E-01	2.34E-01	2.34E-01	2.34E-01	2.34E-01
CR 54	5.96E+00	5.96E+00	5.96E+00	5.96E+00	5.96E+00	5.96E+00
FM 54	1.86E-03	2.98E-03	1.06E-03	4.72E-04	2.19E-04	9.37E-05
FM 55	1.40E-04	3.81E-03	6.02E-03	9.08E-03	1.08E-02	1.23E-02
FE 54	5.67E+02	5.67E+02	5.67E+02	5.67E+02	5.67E+02	5.67E+02
FE 55	1.68E-02	1.29E-02	9.98E-03	7.71E-03	5.90E-03	4.62E-03
FE 56	9.26E+03	4.26E+03	8.26E+03	9.26E+03	9.26E+03	9.26E+03
FE 57	2.25E+02	2.25E+02	2.25E+02	2.25E+02	2.25E+02	2.25E+02
FE 58	3.45E+01	3.45E+01	3.45E+01	3.45E+01	3.45E+01	3.45E+01
CO 58	1.42E-05	4.78E-05	1.27E-04	4.96E-04	1.80E-03	6.51E-03
CO 58	1.12E-07	3.3E-04	5.28E-06	2.67E-07	7.68E-09	2.27E-10
CO 59	2.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00
CO 59	2.15E-03	2.8E-03	1.8E-03	1.46E-03	1.29E-03	1.15E-03
NI 58	7.68E+02	7.68E+02	7.68E+02	7.68E+02	7.68E+02	7.68E+02
NI 59	3.44E-02	3.44E-02	3.44E-02	3.44E-02	3.44E-02	3.44E-02
NI 60	1.07E+02	3.07E+02	3.07E+02	3.07E+02	3.07E+02	3.07E+02
NI 61	1.35E+01	1.35E+01	1.35E+01	1.35E+01	1.35E+01	1.35E+01
NI 62	4.35E+01	4.35E+01	4.35E+01	4.35E+01	4.35E+01	4.35E+01
NI 63	6.62E-03	6.58E-04	6.53E-03	6.45E-03	6.44E-03	6.40E-03
NI 64	1.13E+02	1.13E+01	1.13E+01	1.13E+01	1.13E+01	1.13E+01
CU 63	1.26E-06	4.70E-05	5.44E-05	1.37E-04	1.82E-04	2.27E-04
CU 65	2.71E-04	1.72E-04	1.72E-04	1.72E-04	1.72E-04	1.72E-04
ZN 64	2.23E-11	2.23E-11	2.23E-11	2.23E-11	2.23E-11	2.23E-11
ZN 65	1.32E-17	4.05E-18	1.66E-18	5.90E-19	2.09E-19	7.47E-20
ZN 66	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09	6.43E-09
P 103	1.61E-03	1.61E-03	1.61E-03	2.34E-03	2.40E-03	2.43E-03
P 104	3.75E-07	3.19E-07	2.94E-07	2.94E-07	2.71E-07	2.50E-07

NUCLIDE CONCENTRATIONS, GRAMS

	DISCHARGE	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
EU155	2.93E-08	2.07E-09	1.60E-09	1.56E-09	1.36E-09	1.19E-09
EU156	8.59E-11	5.07E-18	2.99E-25	1.77E-31	1.04E-39	6.17E-47
GO152	2.19E-01	2.19E-01	2.19E-01	2.19E-01	2.19E-01	2.19E-01
GO153	2.37E-03	8.33E-00	2.93E-04	1.03E-04	2.62E-05	1.27E-05
GO154	2.37E-03	8.33E-00	2.93E-04	1.03E-04	2.62E-05	1.27E-05
GO155	8.82E+00	8.82E+00	8.82E+00	8.82E+00	8.82E+00	8.82E+00
GO156	3.14E+01	7.14E+01	3.14E+01	3.14E+01	3.14E+01	3.14E+01
GO157	1.40E+00	1.49E+00	1.40E+00	1.40E+00	1.40E+00	1.40E+00
GO158	4.52E+01	4.52E+01	4.52E+01	4.52E+01	4.52E+01	4.52E+01
GO160	2.54E+01	2.54E+01	2.54E+01	2.54E+01	2.54E+01	2.54E+01
TB159	2.74E-02	2.79E-02	2.79E-02	2.79E-02	2.79E-02	2.79E-02
TB160	1.19E-04	1.57E-06	1.07E-07	1.20E-09	9.56E-11	1.86E-12
TB161	8.51E-05	1.01E-20	1.21E-26	1.44E-32	1.71E-38	0.0
DV160	7.02E-06	1.73E-04	1.26E-04	1.26E-04	1.26E-04	1.26E-04
DV161	1.10E-04	1.95E-04	1.95E-04	1.95E-04	1.95E-04	1.95E-04
DV162	1.63E-06	1.63E-06	1.63E-06	1.63E-06	1.63E-06	1.63E-06
DV163	2.99E-08	2.99E-08	2.99E-08	2.99E-08	2.99E-08	2.99E-08
DV164	2.55E-10	2.55E-10	2.55E-10	2.55E-10	2.55E-10	2.55E-10
TOTAL	1.46E+05	1.46E+05	1.46E+05	1.46E+05	1.46E+05	1.46E+05

ELEMENT CONCENTRATIONS, GRAMS

	DISCHARGE	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
H	3.71E-04	3.71E-04	3.71E-04	3.71E-04	3.71E-04	3.71E-04
HE	3.57E-02	3.57E-02	3.67E-02	3.67E-02	3.67E-02	3.57E-02
Li	1.40E-17	1.39E-17	1.39E-17	1.39E-17	1.39E-17	1.39E-17
BE	1.68E-08	1.68E-08	1.68E-08	1.68E-08	1.68E-08	1.68E-08
B	5.42E-06	5.42E-06	5.42E-06	5.42E-06	5.42E-06	5.42E-06
C	1.16E-01	1.16E-01	1.16E-01	1.16E-01	1.16E-01	1.16E-01
N	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00
O	1.34E+05	1.34E+05	1.34E+05	1.34E+05	1.34E+05	1.34E+05
NE	6.51E-07	6.51E-07	6.51E-07	6.51E-07	6.51E-07	6.51E-07
F	5.97E-13	5.97E-13	5.97E-13	5.97E-13	5.97E-13	5.97E-13
K	5.41E-22	5.41E-22	5.41E-22	5.41E-22	5.41E-22	5.41E-22
CR	4.44E-13	4.44E-13	4.44E-13	4.44E-13	4.44E-13	4.44E-13
CA	5.49E-07	5.49E-07	5.49E-07	5.49E-07	5.49E-07	5.49E-07
TI	1.26E-05	1.26E-05	1.26E-05	1.26E-05	1.26E-05	1.26E-05
FN	4.44E-04	1.95E-03	1.95E-03	1.95E-03	1.95E-03	1.95E-03
CR	2.41E-02	2.41E-02	2.41E-02	2.41E-02	2.41E-02	2.41E-02
ZN	5.48E-03	6.28E-03	7.88E-03	9.55E-03	1.10E-02	1.23E-02
NI	1.01E+04	1.01E+04	1.01E+04	1.01E+04	1.01E+04	1.01E+04
CO	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00	1.15E+00
CU	1.14E+03	1.14E+03	1.14E+03	1.14E+03	1.14E+03	1.14E+03
NI	1.72E-04	2.19E-04	2.64E-04	3.10E-04	3.54E-04	3.99E-04
ZN	6.45E-09	6.45E-09	6.45E-09	6.45E-09	6.45E-09	6.45E-09
GO	6.80E-05	1.41E-03	1.51E-03	1.51E-03	1.51E-03	1.51E-03
GO	1.15E+02	1.15E+02	1.15E+02	1.15E+02	1.15E+02	1.15E+02
TB	2.26E-02	2.39E-02	2.39E-02	2.39E-02	2.39E-02	2.39E-02
DV	1.19E-04	2.20E-04	3.33E-04	4.33E-04	5.33E-04	6.33E-04
TOTALS	1.46E+05	1.46E+05	1.46E+05	1.46E+05	1.46E+05	1.46E+05

ACTINIDES AND DAUGHTERS : NUCLIDE CONCENTRATIONS, GRAMS

	DISCHARGE	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
HE 4	4.49E-02	1.45E-01	2.02E-01	2.50E-01	2.98E-01	3.46E-01
LL207	2.60E-17	1.41E-16	3.01E-16	5.07E-16	7.57E-16	1.05E-15
TH230	7.27E-09	1.93E-08	1.93E-08	1.93E-08	1.93E-08	2.20E-08
TL209	3.35E-15	1.09E-16	1.09E-16	1.09E-16	1.09E-16	1.09E-16
PH206	3.29E-16	7.51E-15	4.50E-14	1.57E-13	4.09E-13	8.88E-13
PH207	6.88E-13	8.41E-12	2.33E-11	5.20E-11	9.88E-11	1.69E-10
PH208	1.48E-03	4.99E-03	8.91E-03	2.4E-02	6.91E-02	1.94E-02
PH209	1.37E-11	4.42E-13	4.43E-13	4.45E-13	4.46E-13	4.47E-13
PH210	1.44E-13	1.05E-12	3.44E-12	8.01E-12	1.54E-11	2.64E-11
PH211	2.01E-15	2.01E-15	2.01E-15	2.01E-15	2.01E-15	2.01E-15
PH212	4.63E-06	7.69E-06	9.76E-06	1.12E-05	1.21E-05	1.28E-05
PH214	3.06E-17	1.18E-16	2.61E-16	4.61E-16	7.19E-16	1.03E-15
PH209	5.48E-05	5.16E-09	6.01E-09	6.83E-09	7.65E-09	8.47E-09
PH210	1.02E-16	6.49E-16	7.15E-16	7.95E-16	8.74E-16	9.53E-16
PH211	1.19E-17	6.49E-17	1.38E-16	2.33E-16	3.47E-16	4.82E-16
PH212	4.41E-07	7.21E-07	9.30E-07	1.07E-06	1.19E-06	1.22E-06
PH213	2.01E-15	2.01E-15	2.01E-15	2.01E-15	2.01E-15	2.01E-15
PH214	2.07E-17	8.77E-17	1.94E-16	3.43E-16	5.34E-16	7.67E-16
PO210	8.20E-16	9.14E-15	3.59E-14	9.27E-14	1.91E-13	3.43E-13
PO211	1.58E-05	8.45E-02	3.80E-01	1.03E-01	4.89E-01	1.09E-01
PO212	1.33E-17	8.7E-17	4.91E-17	5.63E-17	6.11E-17	6.44E-17
PO213	4.83E-21	1.56E-22	1.56E-22	1.57E-22	1.57E-22	1.58E-22
PO214	2.12E-22	1.70E-23	2.46E-23	4.71E-23	7.33E-23	1.05E-22
PO215	1.68E-22	6.12E-22	2.04E-21	3.27E-21	4.88E-21	6.78E-21
PO216	1.95E-11	3.08E-11	3.91E-11	4.48E-11	4.67E-11	5.12E-11
PH218	3.54E-18	1.37E-17	3.03E-17	5.35E-17	8.33E-17	1.20E-16
PH217	3.84E-19	1.24E-18	7.44E-18	1.24E-18	7.25E-18	1.25E-18
PH219	3.84E-19	7.09E-18	4.45E-18	7.48E-18	1.12E-17	1.55E-17
PH220	7.05E-09	1.17E-08	1.49E-08	1.70E-08	1.85E-08	1.95E-08
PH222	6.51E-15	2.51E-14	5.56E-14	9.82E-14	1.53E-13	2.20E-13
PH221	3.52E-21	1.13E-14	1.14E-14	1.14E-14	1.14E-14	1.14E-14
PH223	2.03E-18	9.82E-18	2.09E-17	3.52E-17	5.25E-17	7.29E-17
PH224	9.84E-14	9.24E-13	3.12E-12	1.88E-12	2.80E-12	3.89E-12
PH224	4.02E-05	6.99E-05	9.50E-05	1.06E-04	1.11E-04	1.11E-04
PH225	3.12E-09	5.13E-11	5.14E-11	5.15E-11	5.17E-11	5.18E-11
PH226	1.04E-09	3.92E-09	8.66E-09	1.53E-08	2.38E-08	3.43E-08
PH226	6.76E-18	6.27E-15	6.21E-14	1.88E-14	1.78E-14	1.48E-14
PH225	0.07E-09	3.46E-11	3.47E-11	3.48E-11	3.48E-11	3.48E-11
PH227	7.64E-11	3.69E-10	7.85E-10	1.32E-09	1.97E-09	2.74E-09
PH228	7.31E-15	3.36E-19	7.31E-19	1.23E-18	1.86E-18	2.58E-18
PH227	1.63E-13	8.62E-13	2.84E-12	3.09E-12	3.28E-12	3.40E-12
TH228	7.94E-03	1.30E-02	1.65E-02	1.89E-02	2.06E-02	2.17E-02
TH229	9.37E-06	9.40E-06	9.42E-06	9.45E-06	9.47E-06	9.50E-06
TH230	2.20E-04	2.15E-04	6.44E-04	8.59E-04	6.07E-03	2.96E-03
TH231	3.65E-07	2.70E-08	2.70E-08	2.71E-08	2.71E-08	2.71E-08
TH232	3.56E-05	9.99E-05	1.04E-04	1.08E-04	1.13E-04	1.20E-04
TH234	1.37E-05	1.75E-05	3.37E-05	3.37E-05	3.37E-05	3.37E-05
PH231	1.07E-05	1.75E-05	3.04E-05	3.04E-05	3.04E-05	3.04E-05
PH233	6.61E-08	2.45E-07	2.61E-07	2.80E-07	3.03E-07	3.28E-07
PH234M	4.62E-10	4.62E-10	4.62E-10	4.62E-10	4.62E-10	4.62E-10
PH234	2.14E-10	0.08E-10	2.08E-10	2.08E-10	2.08E-10	2.08E-10
U232	9.47E-01	9.44E-01	9.40E-01	9.35E-01	9.29E-01	9.23E-01
U232	6.09E-03	6.09E-03	6.10E-03	6.10E-03	6.10E-03	6.10E-03
U234	7.59E+01	7.59E+01	7.59E+01	7.59E+01	7.59E+01	7.59E+01
U235	6.69E+03	6.69E+03	6.69E+03	6.69E+03	6.69E+03	6.69E+03
U236	1.18E+03	1.18E+03	1.18E+03	1.18E+03	1.18E+03	1.18E+03
U236	2.80E+03	4.38E-08	4.38E-08	4.38E-08	4.38E-08	4.38E-08
U238	5.52E+05	4.53E+03	9.52E+02	3.98E+02	3.79E+02	3.61E+02
U238	5.52E+05	5.52E+05	5.52E+05	5.52E+05	5.52E+05	5.52E+05
U240	3.65E-06	5.10E-16	5.10E-16	5.10E-16	5.10E-16	5.10E-16
PH227	4.04E+00	7.31E+00	7.68E+00	8.25E+00	8.91E+00	9.67E+00
PH228	1.19E+03	1.56E+03	1.56E+03	1.56E+03	1.56E+03	1.56E+03
PH239	5.58E+01	1.56E-06	1.56E-06	2.56E-06	2.56E-06	2.56E-06

NUCLIDE CONCENTRATIONS, GRAMS

	DISCHARGE	1 - Y	2 - Y	3 - Y	4 - Y	5 - Y
NO-201	3.29E-02	4.48E-02	4.46E-19	4.46E-18	4.46E-18	4.46E-19
PO-210	3.05E-02	2.40E-02	1.89E-02	1.48E-02	1.16E-02	9.09E-03
PO-210	5.44E-03	5.74E-03	5.71E-03	5.74E-03	5.70E-03	5.68E-03
PO-210	5.44E-03	5.74E-03	5.71E-03	5.74E-03	5.70E-03	5.68E-03
PO-210	7.12E-03	7.11E-03	7.11E-03	7.12E-03	7.12E-03	7.12E-03
PO-210	1.45E-03	1.70E-03	1.71E-03	1.70E-03	1.70E-03	1.74E-03
PO-210	2.68E-03	3.08E-03	3.09E-03	3.09E-03	3.09E-03	3.09E-03
PO-210	4.59E-02	9.43E-02	9.43E-02	9.43E-02	9.43E-02	9.43E-02
PO-210	2.67E-05	2.67E-05	2.67E-05	2.67E-05	2.67E-05	2.67E-05
PO-210	1.90E-02	6.06E-01	3.70E-01	3.92E-01	4.58E-01	5.00E-01
PO-210	6.05E-01	6.06E-01	5.92E-01	5.97E-01	5.94E-01	5.91E-01
PO-210	7.73E-01	7.73E-01	7.73E-01	7.73E-01	7.73E-01	7.73E-01
PO-210	2.94E-02	2.94E-02	2.96E-02	2.96E-02	2.96E-02	2.96E-02
PO-210	1.04E-04	1.12E-19	1.72E-19	1.72E-19	1.72E-19	1.72E-19
PO-210	4.29E-02	4.29E-02	4.04E-01	4.44E-02	1.05E-02	3.70E-03
PO-210	4.47E-03	4.36E-03	4.26E-03	4.15E-03	4.05E-03	3.99E-03
PO-210	3.27E-02	3.18E-02	3.04E-02	2.93E-02	2.82E-02	2.71E-02
PO-210	8.58E-14	4.58E-14	4.58E-14	4.58E-14	4.58E-14	4.58E-14
PO-210	8.80E-08	8.80E-08	8.80E-08	8.80E-08	8.80E-08	8.80E-08
PO-210	2.63E-11	1.63E-11	2.63E-11	2.63E-11	2.63E-11	2.63E-11
PO-210	4.92E-27	4.92E-27	4.92E-27	4.92E-27	4.92E-27	4.92E-27
PO-210	2.27E-17	1.07E-17	4.58E-18	2.09E-18	9.41E-19	4.27E-19
PO-210	9.32E-23	7.79E-23	7.79E-23	7.79E-23	7.79E-23	7.79E-23
PO-210	1.15E-19	1.28E-19	2.02E-17	2.02E-17	1.13E-17	3.18E-17
PO-210	9.68E-20	9.68E-20	9.47E-20	8.93E-20	8.47E-20	8.04E-20
PO-210	2.59E-21	2.59E-21	2.59E-21	2.59E-21	2.59E-21	2.59E-21
PO-210	9.93E-05	9.93E-05	9.93E-05	9.93E-05	9.93E-05	9.93E-05

ELEMENT CONCENTRATIONS, GRAMS

	DISCHARGE	1 - Y	2 - Y	3 - Y	4 - Y	5 - Y
HE	4.48E-02	1.46E-01	2.02E-01	2.50E-01	2.98E-01	3.46E-01
LI	7.92E-02	1.12E-02	1.68E-08	1.94E-08	2.09E-08	2.20E-08
BE	1.47E-02	4.09E-03	9.92E-03	2.34E-02	4.71E-02	7.94E-02
BI	4.42E-07	7.77E-07	9.38E-07	1.07E-06	1.17E-06	1.24E-06
PO	1.85E-11	3.08E-11	3.01E-11	4.49E-11	4.09E-11	5.18E-11
BT	3.84E-17	1.74E-18	1.74E-18	1.24E-18	1.25E-18	1.25E-18
HT	3.84E-09	1.17E-08	1.44E-08	1.70E-08	1.95E-08	2.09E-08
PK	3.52E-13	1.13E-14	1.14E-14	1.14E-14	1.15E-14	1.15E-14
KH	4.03E-05	6.69E-05	8.50E-05	9.74E-05	1.06E-04	1.11E-04
CH	7.45E-08	8.16E-08	8.16E-08	8.16E-08	8.16E-08	8.16E-08
PH	1.82E-03	1.16E-02	1.73E-02	2.00E-02	2.18E-02	2.32E-02
PR	1.08E-05	1.77E-05	2.47E-05	3.07E-05	3.71E-05	4.34E-05
NP	5.65E-05	7.21E-05	7.98E-05	8.59E-05	9.10E-05	9.60E-05
PU	3.52E-04	3.93E-04	3.91E-04	3.96E-04	3.92E-04	3.89E-04
CU	4.18E-02	2.69E-02	3.34E-02	3.35E-02	4.54E-02	5.02E-02
CF	4.13E-17	2.84E-17	2.84E-17	2.84E-17	2.84E-17	2.84E-17
BA	2.17E-17	1.01E-17	4.58E-18	2.09E-18	9.41E-19	4.27E-19
CA	1.16E-19	1.24E-17	1.78E-17	2.02E-17	2.14E-17	2.19E-17
TOTALS	9.93E-05	9.93E-05	9.93E-05	9.93E-05	9.93E-05	9.93E-05

FISSION PRODUCTS

NUCLIDE CONCENTRATIONS, GRAMS

#	DISCHARGE	1 - Y	2 - Y	3 - Y	4 - Y	5 - Y
GE 72	1.27E-02	1.18E-03	1.09E-03	1.03E-03	9.78E-04	9.24E-04
GE 73	1.31E-04	1.60E-04	1.60E-04	1.60E-04	1.60E-04	1.60E-04
GE 74	3.10E-04	4.16E-04	4.16E-04	4.16E-04	4.16E-04	4.16E-04
RS 75	9.52E-04	9.52E-04	9.52E-04	9.52E-04	9.52E-04	9.52E-04
RS 76	2.23E-03	2.22E-03	2.38E-03	2.38E-03	2.30E-03	2.20E-03
SE 77	1.74E-03	1.74E-03	1.74E-03	1.74E-03	1.74E-03	1.74E-03
SE 78	1.19E-02	1.12E-02	1.32E-02	1.32E-02	1.32E-02	1.32E-02
SE 79	2.11E-02	2.07E-02	2.07E-02	2.07E-02	2.07E-02	2.07E-02
ES 79	5.94E-07	5.64E-07	5.65E-07	5.65E-07	5.65E-07	5.65E-07
ES 79	9.61E-08	1.12E-06	2.14E-06	3.16E-06	4.18E-06	5.20E-06
SE 80	2.98E-01	2.97E-01	2.97E-01	2.97E-01	2.97E-01	2.97E-01
SE 81	1.94E-01	1.94E-01	1.94E-01	1.94E-01	1.94E-01	1.94E-01
RP 81	3.53E-01	3.53E-01	3.53E-01	3.53E-01	3.53E-01	3.53E-01
KP 81	7.03E-09	7.03E-09	7.03E-09	7.03E-09	7.03E-09	7.03E-09
SE 82	4.56E-01	4.56E-01	4.56E-01	4.56E-01	4.56E-01	4.56E-01
SE 83	1.94E-01	1.94E-01	1.94E-01	1.94E-01	1.94E-01	1.94E-01
KK 83	7.11E-01	7.11E-01	7.11E-01	7.11E-01	7.11E-01	7.11E-01
KK 84	1.21E-00	1.21E-00	1.21E-00	1.21E-00	1.21E-00	1.21E-00
KK 85	1.24E-03	4.88E-03	5.88E-03	5.88E-03	5.88E-03	5.88E-03
KK 85	1.18E-00	1.20E-00	1.24E-00	1.26E-00	1.27E-00	1.29E-00
KK 86	2.07E-00	2.07E-00	2.07E-00	2.07E-00	2.07E-00	2.07E-00
KK 86	2.32E-04	3.08E-10	4.10E-16	5.44E-22	7.17E-28	9.68E-34
KK 86	3.52E-05	9.88E-04	1.79E-04	3.27E-04	5.71E-04	9.27E-04
PH 87	7.71E-00	5.71E-00	2.72E-00	2.72E-00	2.72E-00	2.72E-00
KP 87	1.74E-05	1.74E-05	1.74E-05	1.74E-05	1.74E-05	1.74E-05
KK 88	3.72E-00	3.72E-00	3.72E-00	3.72E-00	3.72E-00	3.72E-00
SS 82	4.27E-00	2.82E-00	1.88E-04	1.25E-06	8.18E-09	5.59E-11
SS 89	6.08E-02	4.80E-00	4.80E-00	4.80E-00	4.80E-00	4.80E-00
SS 90	6.01E-00	5.80E-00	5.77E-00	5.77E-00	5.46E-00	5.28E-00
SS 90	2.48E-00	1.47E-02	1.44E-03	1.44E-03	1.47E-03	1.44E-03
SS 90	2.85E-03	1.44E-01	2.84E-01	4.17E-01	5.49E-01	6.77E-01
SS 91	6.08E-00	8.51E-00	1.15E-03	1.26E-05	2.11E-07	2.85E-09
SS 91	4.57E-01	9.81E-01	9.81E-01	9.81E-01	9.81E-01	9.81E-01
SS 92	8.19E-00	8.18E-00	8.18E-00	8.18E-00	8.18E-00	8.18E-00
ZK 93	1.01E-01	1.08E-01	1.04E-01	1.04E-01	1.04E-01	1.04E-01
SS 93	1.97E-01	4.02E-00	8.02E-06	7.1E-05	6.4E-05	5.99E-05
SS 94	3.40E-07	6.97E-07	1.27E-06	2.05E-06	3.02E-06	4.18E-06
ZK 94	2.14E-01	1.14E-01	1.14E-01	1.14E-01	1.14E-01	1.14E-01
ZK 95	1.16E-01	2.22E-01	4.27E-02	8.19E-02	1.57E-02	3.02E-02
ZK 95	5.11E-03	3.84E-03	1.79E-02	4.42E-02	8.80E-02	1.40E-01
NS 95	1.14E-00	7.88E-01	5.11E-03	1.02E-04	1.97E-06	2.77E-08
PO 95	1.58E-01	1.24E-01	1.29E-01	1.29E-01	1.29E-01	1.29E-01
KK 86	1.82E-01	1.84E-01	1.84E-01	1.84E-01	1.84E-01	1.84E-01
PO 96	2.42E-01	8.90E-01	8.90E-01	8.90E-01	8.90E-01	8.90E-01
PO 97	1.27E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01
PO 98	1.27E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01
TC 98	1.27E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01	1.43E-01
KU 99	1.02E-04	5.59E-04	1.11E-04	1.64E-04	2.20E-04	2.75E-04
PO 100	1.81E-01	7.81E-01	1.81E-01	1.81E-01	1.81E-01	1.81E-01
PO 100	2.15E-02	2.42E-02	2.24E-02	2.11E-02	2.11E-02	2.11E-02
KK 101	1.60E-01	1.60E-01	1.60E-01	1.60E-01	1.60E-01	1.60E-01
PO 102	1.67E-01	1.67E-01	1.67E-01	1.67E-01	1.67E-01	1.67E-01
SS 103	5.27E-02	7.81E-02	7.81E-02	7.81E-02	7.81E-02	7.81E-02
KK 103	2.80E-00	1.80E-01	1.80E-01	1.80E-01	1.80E-01	1.80E-01
NS 104	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01
PO 105	9.85E-00	1.09E-01	1.09E-01	1.09E-01	1.09E-01	1.09E-01
KK 106	1.09E-01	5.45E-00	2.74E-00	1.37E-00	6.99E-01	3.46E-01
KK 106	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01	1.10E-01
PO 106	9.77E-00	9.18E-00	1.19E-01	1.23E-01	1.27E-01	1.43E-01

NUCLIDE CONCENTRATIONS, GRAMS

DISCHARGE	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
PO107	8.31E+00	8.31E+00	8.31E+00	8.31E+00	8.31E+00
PO110	5.43E+00	5.43E+00	5.43E+00	5.43E+00	5.43E+00
PO108	5.43E+00	5.43E+00	5.43E+00	5.43E+00	5.43E+00
CO10W	3.90E+07	3.90E+07	3.90E+07	3.90E+07	3.90E+07
RG109	4.01E+00	4.19E+00	4.19E+00	4.19E+00	4.19E+00
RG109	1.50E+09	5.70E+10	9.0E+10	1.70E+10	9.84E+11
PO110	1.67E+00	1.67E+00	1.67E+00	1.67E+00	1.67E+00
RG110M	1.67E+00	6.09E+04	2.21E+04	2.92E+05	1.06E+05
CO111	1.26E+06	8.93E+11	2.4E+12	7.18E+10	6.29E+11
CO110	3.35E+07	1.36E+07	3.40E+02	7.41E+02	3.41E+02
RG111	3.57E+01	8.29E+10	1.85E+20	4.15E+45	9.29E+60
CO112	4.28E+01	7.98E+01	7.98E+01	7.98E+01	7.98E+01
CO112	1.29E+01	3.53E+01	3.53E+01	3.53E+01	3.53E+01
CO113M	3.75E+03	3.62E+03	3.46E+03	3.29E+03	3.14E+03
CO113	1.89E+01	2.03E+01	2.03E+01	2.03E+01	2.03E+01
CO114	4.28E+01	7.98E+01	7.98E+01	7.98E+01	7.98E+01
CO114	1.87E+01	1.87E+01	1.87E+01	1.87E+01	1.87E+01
IN114M	3.53E+08	7.24E+10	1.42E+12	9.02E+15	5.72E+17
IN115	4.84E+06	1.80E+04	3.48E+04	5.09E+04	6.60E+06
SN114	1.97E+08	5.24E+08	5.28E+08	5.26E+08	5.26E+08
CO115M	9.02E+03	3.11E+05	1.07E+07	3.67E+10	1.26E+12
IN115	94E+02	1.05E+01	1.05E+01	1.05E+01	1.05E+01
SN115	3.94E+03	3.87E+03	3.87E+03	3.87E+03	3.87E+03
CO116	1.35E+01	1.35E+01	1.35E+01	1.35E+01	1.35E+01
SN116	1.40E+03	1.41E+03	1.41E+03	1.41E+03	1.41E+03
SN117M	1.14E+07	1.61E+15	2.28E+23	7.24E+31	4.60E+39
SN117	1.16E+01	1.18E+01	1.18E+01	1.18E+01	1.18E+01
SN118	9.24E+02	9.26E+02	9.26E+02	9.26E+02	9.26E+02
SN119M	2.07E+03	3.7E+04	6.2E+04	9.24E+05	1.18E+05
SN119	3.50E+02	9.84E+02	9.84E+02	9.84E+02	9.84E+02
SM120	9.24E+02	9.24E+02	9.24E+02	9.24E+02	9.24E+02
SN121M	2.11E+04	2.08E+04	2.06E+04	2.03E+04	2.00E+04
SN121	3.94E+03	3.87E+03	3.87E+03	3.87E+03	3.87E+03
SN122	1.31E+01	1.31E+01	1.31E+01	1.31E+01	1.31E+01
TE122	9.15E+05	1.37E+04	1.37E+04	1.37E+04	1.37E+04
TE123	3.11E+02	6.06E+03	8.53E+04	1.70E+04	2.28E+06
TE123	9.28E+02	3.1E+01	1.22E+01	1.22E+01	1.22E+01
TE123M	1.27E+08	1.54E+09	1.87E+10	2.27E+11	2.76E+12
TE123	5.14E+04	1.63E+08	1.77E+08	1.70E+08	1.79E+08
SN124	3.1E+04	3.1E+04	3.1E+04	3.1E+04	3.1E+04
SN124	2.45E+04	3.62E+06	5.13E+08	7.97E+10	1.16E+11
SN124	4.49E+05	2.87E+04	2.90E+04	2.90E+04	2.90E+04
SN125	4.84E+05	3.75E+05	3.75E+05	3.75E+05	3.75E+05
SN125	2.2E+02	2.2E+01	2.2E+01	2.2E+01	2.2E+01
TE125M	4.89E+04	3.57E+03	2.62E+03	2.19E+03	1.71E+03
TE125	1.59E+03	2.21E+02	1.30E+01	2.10E+01	2.26E+01
SM130	6.18E+01	6.18E+01	6.18E+01	6.18E+01	6.18E+01
SM130M	6.62E+06	2.21E+10	2.21E+10	2.21E+10	2.21E+10
SM136	2.93E+03	2.93E+03	2.93E+03	2.93E+03	2.93E+03
SM136	2.97E+11	2.97E+11	2.97E+11	2.97E+11	2.97E+11
TE137M	1.41E+01	1.95E+02	1.92E+03	1.89E+04	1.85E+05
TE137	3.65E+02	6.84E+05	6.81E+06	6.69E+07	6.45E+08
TE137	3.9E+00	1.50E+00	1.52E+00	1.52E+00	1.52E+00
TE138	2.53E+00	2.2E+00	2.2E+00	2.2E+00	2.2E+00
TE138	1.53E+03	1.54E+03	1.54E+03	1.54E+03	1.54E+03
TE139M	5.18E+01	2.82E+04	1.52E+07	8.13E+11	4.37E+14
TE139	3.6E+02	4.95E+08	2.9E+11	1.8E+15	1.1E+20
TE139	1.129	3.84E+00	4.43E+00	4.43E+00	4.43E+00
TE139M	1.37E+08	2.53E+07	4.67E+06	8.60E+05	1.58E+04
KE129	8.87E+00	7.23E+00	7.23E+00	7.23E+00	7.23E+00
KE130	7.22E+00	7.23E+00	7.23E+00	7.23E+00	7.23E+00
KE130	1.25E+02	1.30E+02	1.30E+02	1.30E+02	1.30E+02

NUCLIDE CONCENTRATIONS, GRAMS

DISCHARGE	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
TE131	4.11E+00	1.45E+13	3.25E+27	7.29E+41	1.64E+54
XE131M	4.87E+02	1.33E+10	6.48E+20	3.16E+29	1.54E+38
XE131	6.47E+00	1.29E+01	1.29E+01	1.29E+01	1.29E+01
XE132	1.46E+01	1.88E+01	1.88E+01	1.88E+01	1.88E+01
XE133	6.55E+00	1.51E+20	2.14E+41	3.03E+62	0.0
CS133	1.44E+01	2.47E+01	2.47E+01	2.47E+01	2.47E+01
CS134	5.76E+04	2.77E+02	2.77E+02	2.77E+02	2.77E+02
CS134	5.97E+02	2.12E+02	1.51E+02	0.9E+02	5.69E+03
BH134	1.65E+04	8.69E+03	1.48E+02	1.91E+02	2.27E+02
CS135	1.28E+01	1.36E+01	1.36E+01	1.36E+01	1.36E+01
CS135	4.2E+05	3.84E+05	3.84E+05	3.84E+05	3.84E+05
XE136	3.86E+01	3.86E+01	3.86E+01	3.86E+01	3.86E+01
CS136	1.72E+01	6.06E+10	2.14E+18	7.56E+27	2.67E+35
CS136	1.07E+01	7.79E+01	2.79E+02	2.79E+02	2.79E+02
CS137	2.44E+01	2.37E+01	2.32E+01	2.26E+01	2.21E+01
BH137M	5.13E+06	3.60E+00	3.52E+00	3.44E+06	3.36E+06
BH137	3.35E+02	5.83E+03	1.12E+00	1.65E+00	2.16E+00
CS138	2.12E+02	1.88E+01	2.48E+00	2.48E+00	2.28E+01
LA139	1.7E+01	2.13E+01	2.13E+01	2.13E+01	2.13E+01
BH140	1.26E+01	3.29E+08	8.56E+17	2.23E+25	5.81E+34
LA140	5.8E+00	4.95E+08	2.9E+11	3.8E+26	8.75E+35
CE140	6.55E+00	2.07E+01	2.07E+01	2.07E+01	2.07E+01
CE141	1.63E+01	6.71E+03	2.72E+06	1.11E+09	4.49E+13
PK141	3.73E+02	2.02E+01	2.02E+01	2.02E+01	2.02E+01
CE142	1.88E+01	1.88E+01	1.88E+01	1.88E+01	1.88E+01
PK142	8.74E+05	3.94E+13	3.94E+13	3.94E+13	3.94E+13
NO142	4.65E+04	5.48E+04	5.48E+04	5.48E+04	5.48E+04
PK143	1.03E+01	1.17E+07	1.12E+15	1.07E+23	1.02E+31
NO143	2.47E+00	1.76E+01	1.76E+01	1.76E+01	1.76E+01
TE144	1.59E+01	6.18E+00	2.52E+00	1.03E+00	4.24E+01
TE144	74E+04	1.88E+05	1.88E+05	1.88E+05	1.88E+05
NO144	4.03E+01	9.23E+00	1.29E+01	1.48E+01	1.50E+01
NO145	1.20E+01	1.27E+01	1.22E+01	1.22E+01	1.22E+01
NO146	7.6E+01	1.66E+01	1.02E+01	1.02E+01	1.02E+01
NO147	4.70E+00	5.94E+10	7.60E+20	7.40E+30	7.1E+40
PH147	7.48E+00	6.32E+00	4.85E+00	3.71E+00	2.86E+00
SM147	1.84E+02	1.93E+00	3.40E+00	4.53E+00	5.39E+00
PH148	6.99E+00	6.99E+00	6.99E+00	6.99E+00	6.99E+00
PH148M	1.27E+02	2.79E+05	6.10E+08	1.37E+10	2.96E+12
PH148	1.50E+02	2.06E+07	4.50E+10	9.97E+13	2.18E+15
PH148	8.84E+03	3.6A+02	2.8E+02	3.7E+02	4.7E+02
PH148	9.90E+00	3.77E+00	3.72E+00	3.72E+00	3.72E+00
NO150	3.89E+00	3.89E+00	3.89E+00	3.89E+00	3.89E+00
SM150	2.2E+00	1.29E+00	1.29E+00	1.29E+00	1.29E+00
SM150	2.2E+00	7.89E+00	2.86E+00	2.86E+00	2.86E+00
EU151	4.94E+04	2.28E+02	4.49E+02	6.69E+02	8.87E+02
SM152	2.2E+00	2.28E+00	2.28E+00	2.28E+00	2.28E+00
EU153	1.4E+01	1.6E+01	1.24E+01	1.24E+01	1.17E+01
CO153	5.89E+06	6.60E+06	6.79E+06	6.97E+06	7.14E+06
EU153	1.25E+00	1.46E+00	1.46E+00	1.46E+00	1.46E+00
EU153	2.00E+08	7.23E+07	7.54E+09	8.84E+10	3.14E+11
SM154	0.3E+00	0.3E+00	0.3E+00	0.3E+00	0.3E+00
EU154	9.24E+03	8.52E+03	7.86E+03	7.25E+03	6.69E+03
CO154	2.9E+05	7.94E+04	1.39E+03	2.00E+02	2.58E+01
EU155	1.8E+03	7.59E+02	1.40E+01	1.96E+01	2.45E+01
EU156	3.44E+01	2.11E+09	1.25E+15	7.37E+23	4.34E+30
EU156	1.7E+01	1.6E+01	1.6E+01	1.6E+01	1.6E+01
CO157	1.01E+01	1.14E+01	1.14E+01	1.14E+01	1.14E+01
CO158	3.25E+01	3.25E+01	3.25E+01	3.25E+01	3.25E+01
TE159	7.58E+02	8.04E+02	8.04E+02	8.04E+02	8.04E+02
CO160	1.93E+02	3.29E+02	3.29E+02	3.29E+02	3.29E+02

NUCLIDE CONCENTRATIONS, G R H S

	DISCHARGE				
	1 - Y	2 - Y	3 - Y	4 - Y	5 - Y
TRISO	4.61E+04	1.38E+05	4.12E+07	1.24E+08	3.70E+10
U-235	2.96E+05	4.77E+04	4.91E+04	4.51E+04	4.91E+04
U-238	1.95E+01	9.47E+09	1.12E+04	1.99E+06	0.0
U-236	1.93E+02	6.01E+01	1.21E+07	1.63E+02	1.60E+02
U-234	8.79E+03	8.28E+03	8.18E+03	8.28E+03	8.29E+03
U-232	7.69E+03	3.60E+03	7.63E+02	3.60E+03	3.60E+03
U-230	1.86E+01	1.76E+01	1.85E+03	1.81E+01	1.76E+01
U-231	5.76E+04	5.70E+04	5.30E+04	5.30E+04	5.30E+04
U-233	1.22E+08	1.27E+05	1.22E+06	1.27E+06	1.22E+06
U-237	1.80E+04	6.83E+03	6.78E+04	6.78E+04	6.78E+04
U-239	1.40E+05	1.40E+05	1.40E+05	1.40E+05	1.40E+05
TOTAL	6.75E+02	6.35E+02	6.35E+02	6.35E+02	6.35E+02

ELEMENT CONCENTRATIONS, G R H S

	DISCHARGE				
	1 - Y	2 - Y	3 - Y	4 - Y	5 - Y
H	1.17E+03	1.16E+03	1.09E+03	1.02E+03	9.78E+02
He	8.14E+03	6.87E+03	5.27E+03	6.87E+03	6.87E+03
C	4.05E+03	2.30E+03	2.30E+03	2.30E+03	2.30E+03
O	8.45E+01	8.46E+01	8.46E+01	8.46E+01	8.46E+01
N	3.61E+01	3.3E+01	3.7E+01	3.5E+01	3.5E+01
K	4.42E+00	4.32E+00	4.30E+00	4.29E+00	4.25E+00
Ca	3.90E+00	3.94E+00	3.96E+00	3.98E+00	4.07E+00
Sc	1.42E+01	9.65E+00	4.49E+00	5.75E+00	9.72E+00
Ti	7.12E+00	4.69E+00	4.84E+00	4.83E+00	4.87E+00
V	5.61E+01	5.08E+01	5.09E+01	5.10E+01	5.11E+01
Nb	1.50E+00	2.88E+01	5.34E+03	1.17E+04	2.19E+05
Mo	5.01E+01	9.65E+00	6.95E+01	6.95E+01	6.95E+01
Tc	1.10E+01	1.68E+01	1.68E+01	1.68E+01	1.68E+01
Ru	7.38E+01	5.32E+01	5.05E+01	4.91E+01	4.84E+01
Rh	3.89E+00	1.80E+01	1.80E+01	1.80E+01	1.80E+01
Pd	2.90E+01	1.05E+01	1.82E+01	1.90E+01	4.03E+01
Ag	4.38E+00	4.19E+00	4.19E+00	4.19E+00	4.19E+00
Cd	1.34E+00	1.71E+00	1.71E+00	1.71E+00	1.71E+00
In	8.14E+01	1.07E+01	1.05E+01	1.05E+01	1.05E+01
Sn	1.42E+00	1.78E+00	1.38E+00	1.38E+00	1.38E+00
Sb	9.64E+01	4.90E+01	4.38E+01	3.94E+01	3.71E+01
Te	1.48E+01	2.68E+01	6.89E+00	9.67E+00	9.71E+00
I	1.11E+01	5.39E+00	5.95E+00	5.95E+00	5.95E+00
Xe	9.64E+01	9.81E+01	9.81E+01	9.81E+01	9.81E+01
CS	5.17E+01	6.70E+01	6.15E+01	6.10E+01	6.20E+01
Ba	2.18E+00	1.98E+01	4.42E+01	2.47E+01	2.65E+01
La	2.30E+01	2.10E+01	1.31E+01	2.13E+01	2.13E+01
Ce	6.93E+01	4.57E+01	4.11E+01	4.06E+01	4.00E+01
Pr	1.80E+01	6.62E+01	6.02E+01	5.92E+01	5.92E+01
Nd	4.43E+01	6.93E+01	6.14E+01	6.48E+01	6.55E+01
Pm	4.54E+00	6.71E+00	4.85E+00	4.73E+00	2.20E+00
Sm	1.04E+01	1.27E+01	1.46E+01	1.57E+01	1.65E+01
Eu	2.38E+00	2.88E+00	3.48E+00	3.81E+00	4.86E+00
Gd	6.41E+01	1.08E+00	1.15E+00	1.20E+00	1.30E+00
Tb	9.47E+00	9.04E+00	8.04E+00	8.04E+00	8.04E+00
Dy	2.24E+00	2.30E+00	2.70E+00	2.70E+00	2.70E+00
Ho	5.48E+04	5.11E+04	5.31E+04	5.31E+04	5.31E+04
Er	2.54E+04	1.37E+04	3.77E+04	3.77E+04	3.77E+04
TOTALS	6.35E+02	6.35E+02	6.35E+02	6.35E+02	6.35E+02

PHOTON SPECTRUM AS A FUNCTION OF TIME FOR LIGHT ELEMENTS

TWELVE GROUP PHOTON RELEASE RATES, PHOTONS/SEC

EPHVN	TIME AFTER DISCHARGE				
	INITIAL	1 - Y	2 - Y	3 - Y	4 - Y
7.00E+01	3.50E+12	1.50E+09	6.26E+07	9.28E+06	8.91E+06
6.30E+01	2.23E+12	1.43E+12	4.05E+11	1.74E+11	7.72E+10
5.60E+01	1.10E+09	9.52E+12	7.8E+11	1.36E+11	1.18E+11
1.55E+00	1.89E+12	2.07E+09	5.97E+07	1.79E+06	1.15E+05
1.39E+02	2.25E+12	9.46E+05	8.29E+05	7.27E+05	6.37E+05
1.24E+00	1.68E+11	3.88E+03	7.62E+03	7.30E+03	6.91E+03
1.07E+00	1.86E+11	4.24E+11	4.24E+11	4.24E+11	4.24E+11
7.25E+00	4.80E+10	2.12E+11	2.12E+11	2.12E+11	2.12E+11
3.70E+00	3.85E+10	1.06E+11	1.06E+11	1.06E+11	1.06E+11
4.22E+00	1.89E+10	5.30E+12	5.30E+12	5.30E+12	5.30E+12
4.70E+00	1.20E+10	3.53E+12	3.53E+12	3.53E+12	3.53E+12
5.25E+00	2.03E+10	1.77E+12	1.77E+12	1.77E+12	1.77E+12
TOTAL	4.24E+13	1.62E+12	5.60E+11	3.10E+11	1.96E+11
MEV/SEC	3.10E+13	1.10E+12	4.26E+11	2.59E+11	1.80E+11

TWELVE GROUP ENERGY RELEASE RATES, MEV/WATT-SEC

EPHVN	TIME AFTER DISCHARGE				
	INITIAL	1 - Y	2 - Y	3 - Y	4 - Y
7.00E+01	6.74E+05	3.69E+02	1.20E+01	1.81E+00	1.32E+00
6.30E+01	1.15E+07	5.79E+05	1.64E+05	7.02E+04	3.12E+04
1.18E+00	6.73E+05	1.20E+05	1.10E+05	9.60E+04	8.41E+04
1.55E+00	1.89E+06	2.00E+03	5.94E+01	1.78E+00	1.15E+01
1.39E+02	2.87E+06	1.21E+00	1.06E+00	9.29E+01	8.14E+01
1.24E+00	2.79E+05	4.54E+03	4.00E+03	3.51E+03	3.07E+03
1.07E+00	1.46E+05	7.48E+17	7.48E+17	7.48E+17	7.48E+17
7.25E+00	1.03E+05	4.42E+17	4.42E+17	4.42E+17	4.42E+17
3.70E+00	9.15E+04	7.52E+17	7.52E+17	7.52E+17	7.52E+17
4.22E+00	4.23E+04	1.43E+17	1.43E+17	1.43E+17	1.43E+17
4.70E+00	3.81E+04	1.07E+17	1.07E+17	1.07E+17	1.07E+17
5.25E+00	6.84E+04	5.95E+18	5.95E+18	5.95E+18	5.95E+18
TOTAL	2.05E+07	7.07E+05	2.73E+05	1.68E+05	1.15E+05
GROUPS UNITS	5.12E+00	1.77E+01	6.83E+02	4.15E+02	2.88E+02

## PHOTON SPECTRUM AS A FUNCTION OF TIME FOR FISSION PRODUCTS

		POSTIRRADIATION STEPS FOR MIT VERREINIGUNG SA ABBRAND (MJD):					600
		TIME AFTER DISCHARGE					
EMEAN (MEV)	INITIAL	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-	5-Y-	
3.00E-01	7.26E-17	1.24E+14	5.52E+13	2.05E+13	1.32E+13	7.05E+12	
6.30E-01	1.39E+18	1.02E+15	2.12E+14	1.31E+14	9.64E+13	7.95E+13	
1.10E+00	6.19E+17	2.64E+13	1.27E+13	6.73E+12	3.11E+12	1.59E+12	
1.55E+00	2.58E+17	7.26E+12	3.35E+12	1.56E+12	7.43E+11	3.60E+11	
1.99E+00	5.55E+16	7.65E+12	3.25E+12	1.39E+12	6.01E+11	2.62E+11	
2.38E+00	6.02E+16	7.65E+11	3.78E+11	1.88E+11	9.32E+10	4.64E+10	
2.79E+00	2.84E+16	1.24E+11	6.18E+10	3.08E+10	1.54E+10	7.70E+09	
7.25E+00	6.05E+16	7.05E+10	1.03E+10	5.15E+09	2.59E+09	1.30E+09	
3.70E+00	2.20E+15	8.01E+06	4.52E+06	2.37E+06	1.14E+06	5.71E+05	
4.22E+00	7.55E+15	5.52E+07	5.89E+07	6.17E+07	6.39E+07	6.56E+07	
4.70E+00	3.06E+15	3.68E+07	3.93E+07	4.12E+07	4.26E+07	4.37E+07	
5.25E+00	9.10E+14	1.84E+07	1.96E+07	2.06E+07	2.13E+07	2.19E+07	
TOTAL	3.22E+18	1.19E+15	2.87E+14	1.67E+14	1.14E+14	8.79E+13	
MEV/SEC EMEAN	INITIAL	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-	5-Y-	
3.00E-01	1.40E+11	2.39E+07	1.06E+07	5.10E+06	2.55E+06	1.26E+06	
6.30E-01	5.64E+11	4.13E+08	8.58E+07	5.30E+07	3.90E+07	3.18E+07	
1.10E+00	4.37E+11	1.86E+07	8.95E+06	4.40E+06	2.20E+06	1.12E+06	
1.55E+00	2.58E+11	7.12E+06	3.33E+06	1.56E+06	7.39E+05	3.58E+05	
1.99E+00	7.08E+10	8.71E+06	4.16E+06	1.78E+06	7.68E+05	3.34E+05	
2.38E+00	9.19E+10	1.17E+06	5.78E+05	2.86E+05	1.42E+05	7.03E+04	
2.79E+00	5.07E+10	2.19E+05	1.09E+05	5.44E+04	2.72E+04	1.36E+04	
3.25E+00	1.76E+11	4.26E+04	2.14E+04	1.07E+04	5.39E+03	2.71E+03	
3.70E+00	5.22E+09	2.14E+01	1.07E+01	5.19E+00	2.70E+00	1.36E+00	
4.22E+00	2.05E+10	1.49E+12	1.59E+12	1.67E+12	1.73E+12	1.78E+12	
4.70E+00	9.24E+09	1.11E+12	1.18E+12	1.24E+12	1.28E+12	1.32E+12	
5.25E+00	3.06E+09	6.20E+13	6.61E+13	6.93E+13	7.18E+13	7.36E+13	
TOTAL	1.77E+12	4.74E+08	1.14E+08	6.62E+07	4.54E+07	3.50E+07	
GAMMA WATTS	4.43E+05	1.18E+02	2.84E+01	1.05E+01	1.13E+01	8.75E+00	

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 1, MEV/LATT-SEC  
MEAN ENERGY = 0.300MEV

NUCLIDE	TIME AFTER DISCHARGE				
	INITIAL	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-
RH106	1.76E+08	1.21E+07	8.07E+06	3.05E+06	1.53E+06
PK144	2.86E+07	1.02E+07	4.19E+06	1.72E+06	7.06E+05

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 2, MEV/LATT-SEC  
MEAN ENERGY = 0.630MEV

NUCLIDE	TIME AFTER DISCHARGE				
	INITIAL	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-
ZP 95	4.23E+09	8.12E+07	1.56E+06	2.99E+04	5.74E+02
NG 95	7.89E+08	1.86E+08	8.91E+06	0.95E+04	1.30E+03
RH106	1.30E+09	8.92E+07	4.48E+07	2.25E+07	1.13E+07
BH137H	3.52E+07	2.65E+07	2.59E+07	2.53E+07	2.48E+07

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 3, MEV/LATT-SEC  
MEAN ENERGY = 1.100MEV

NUCLIDE	TIME AFTER DISCHARGE				
	INITIAL	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-
RH106	2.12E+08	1.45E+07	7.29E+06	3.86E+06	1.84E+06
PK144	9.72E+06	3.74E+06	1.53E+06	6.29E+05	2.58E+05

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 4, MEV/LATT-SEC  
MEAN ENERGY = 1.550MEV

NUCLIDE	TIME AFTER DISCHARGE				
	INITIAL	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-
RH106	5.82E+07	3.86E+06	1.94E+06	9.72E+04	4.88E+04
PK144	8.53E+06	3.28E+06	1.34E+06	5.52E+05	2.26E+05

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 5, MEV/LATT-SEC  
MEAN ENERGY = 1.990MEV

NUCLIDE	TIME AFTER DISCHARGE				
	INITIAL	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-
RH106	2.34E+07	1.61E+06	8.07E+05	4.05E+05	2.03E+05
PK144	2.12E+07	8.16E+06	3.15E+06	1.37E+06	5.63E+05

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 6, MEV/LATT-SEC  
MEAN ENERGY = 2.380MEV

NUCLIDE	TIME AFTER DISCHARGE				
	INITIAL	1-Y-	2-Y-	3-Y-	4-Y-
RH106	1.57E+07	1.08E+06	5.40E+05	2.71E+05	1.36E+05
PK144	2.40E+05	9.21E+04	3.78E+04	1.55E+04	6.36E+03

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 7, MEV/ARTI-SEC  
BEAM ENERGY = 2.350MEV

NUCLIDE	INITIAL	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
KR106	7.00E+05	2.10E+05	1.06E+05	5.30E+04	2.66E+04	1.33E+04

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 8, MEV/ARTI-SEC  
BEAM ENERGY = 3.250MEV

NUCLIDE	INITIAL	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
KR106	6.21E+05	4.26E+04	2.14E+04	1.07E+04	5.39E+03	2.71E+03

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 9, MEV/ARTI-SEC  
BEAM ENERGY = 3.700MEV

NUCLIDE	INITIAL	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
KR106	3.11E+02	2.14E+01	1.07E+01	5.39E+00	2.70E+00	1.36E+00

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 10, MEV/ARTI-SEC  
BEAM ENERGY = 4.220MEV

NUCLIDE	INITIAL	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
CE142	1.36E-12	1.36E-12	1.36E-12	1.36E-12	1.36E-12	1.36E-12
SR147	1.26E-15	1.37E-13	1.32E-13	3.09E-13	3.69E-13	4.14E-13

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 11, MEV/ARTI-SEC  
BEAM ENERGY = 4.700MEV

NUCLIDE	INITIAL	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
CE142	1.01E-12	1.01E-12	1.01E-12	1.01E-12	1.01E-12	1.01E-12
SR147	9.52E-16	9.90E-14	1.73E-13	2.30E-13	2.74E-13	3.07E-13

PRINCIPAL PHOTON SOURCES IN GROUP 12, MEV/ARTI-SEC  
BEAM ENERGY = 5.250MEV

NUCLIDE	INITIAL	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
CE142	5.65E-13	5.65E-13	5.65E-13	5.65E-13	5.65E-13	5.65E-13
SR147	5.21E-16	5.47E-14	9.64E-14	1.29E-13	1.53E-13	1.72E-13

NEUTRON SEC IN FUEL AS A FUNCTION OF TIME  
ALPHA-N NEUTRON SOURCE IN DISCHARGED FUEL, NEUTRONS/SEC

	INITIAL	1-Y	2-Y	3-Y	4-Y	5-Y
BI211	4.97E-05	1.04E-04	2.22E-04	3.78E-04	5.59E-04	7.76E-04
BI212	4.59E+02	6.70E+02	8.51E+02	9.75E+02	9.56E+02	1.11E+03
BI213	1.45E-06	4.59E-08	4.70E-08	4.71E-08	4.72E-08	4.74E-08
PO210	6.26E+09	7.23E+08	2.84E-07	7.32E-07	1.51E-06	2.71E-06
PO211	8.97E-08	4.88E+07	1.04E+08	1.75E+06	2.81E+06	3.52E+06
PO212	4.50E+04	7.56E+04	8.61E+04	1.10E+05	1.20E+05	1.26E+05
PO213	5.66E+01	1.83E-02	1.83E-02	1.84E-02	1.84E-02	1.85E-02
PO214	6.85E+06	2.63E+04	5.83E+05	1.03E+08	1.60E+08	2.30E+08
PO215	1.58E+05	1.57E+04	3.15E+04	5.63E+04	8.40E+04	1.12E+05
PO216	3.77E+04	4.60E+04	5.84E+04	6.69E+04	7.27E+04	7.55E+04
PO218	2.74E+05	1.06E+05	7.34E+05	4.14E+05	6.45E+05	9.27E+05
HT217	3.11E-02	1.00E+02	1.02E+02	1.01E+02	1.03E+02	1.01E+02
KR219	7.16E+05	1.11E+04	2.50E+04	4.20E+04	6.27E+04	9.70E+04
KR220	2.09E+04	3.47E+04	4.41E+04	5.00E+04	5.49E+04	5.78E+04
KR222	1.98E+06	7.68E+06	1.63E+07	2.39E+07	4.18E+07	6.70E+07
KR223	2.09E+03	6.74E+03	6.70E+03	6.78E+03	6.80E+03	6.81E+03
KR223	9.37E-16	4.52E-15	9.63E-15	1.62E-14	2.42E-14	3.36E-14
KR223	1.23E+05	6.81E+05	1.85E+04	2.44E+04	3.64E+04	5.06E+04
KR224	2.45E+04	2.41E+08	9.30E+04	7.51E+04	1.61E+04	4.07E+04
KR226	1.23E+08	4.63E+06	1.02E+05	1.81E+05	2.82E+05	4.05E+05
KR227	1.52E+01	4.93E+03	4.95E+03	4.96E+03	4.97E+03	4.98E+03
KR228	1.98E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06
HT229	2.86E-14	1.38E+13	2.94E+13	4.94E+13	7.38E+13	9.02E+13
HT229	1.40E+05	7.44E+05	1.58E+04	2.66E+04	3.98E+04	5.52E+04
HT229	1.21E+04	9.02E+04	2.50E+04	2.94E+04	3.19E+04	3.36E+04
HT229	2.98E+03	2.99E+03	3.00E+03	3.01E+03	3.01E+03	3.02E+03
HT230	4.31E+03	9.65E+03	1.44E+02	1.92E+02	2.40E+02	2.89E+02
HT232	2.44E+09	4.79E+09	7.13E+09	9.48E+09	1.18E+10	1.42E+10
FR231	7.17E+04	1.16E+04	1.59E+03	2.02E+03	2.45E+03	2.87E+03
FR232	4.31E+03	9.65E+03	1.44E+02	1.92E+02	2.40E+02	2.89E+02
FR233	7.29E-02	7.29E-02	7.29E-02	7.30E-02	7.30E-02	7.31E-02
FR234	5.62E+02	5.62E+02	5.62E+02	5.72E+02	5.75E+02	5.79E+02
FR235	1.20E+09	1.20E+09	1.20E+09	1.20E+09	1.20E+09	1.20E+09
FR236	7.11E+03	1.80E+03	7.27E+03	1.20E+03	1.23E+03	1.25E+03
FR239	4.35E+02	2.35E+02	2.35E+02	2.35E+02	2.35E+02	2.35E+02
FR240	4.21E+09	7.50E+09	7.92E+09	8.59E+09	9.28E+09	1.01E+10
FR241	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06
FR242	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06
FR243	2.93E+06	2.92E+06	2.92E+06	2.93E+06	2.92E+06	2.92E+06
FR244	6.41E+02	6.41E+02	6.41E+02	6.41E+02	6.41E+02	6.41E+02
FR245	6.94E+05	6.94E+05	6.94E+05	6.94E+05	6.94E+05	6.94E+05
FR246	1.33E+03	1.33E+03	1.33E+03	1.33E+03	1.33E+03	1.33E+03
FR244	5.73E+07	5.73E+07	5.73E+07	5.73E+07	5.73E+07	5.73E+07
FR247	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06
FR248	6.62E+06	6.62E+06	6.62E+06	6.62E+06	6.62E+06	6.62E+06
FR249	1.05E+03	1.05E+03	1.06E+03	1.06E+03	1.06E+03	1.06E+03
FR250	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06	1.88E+06
FR251	6.54E+02	6.54E+02	6.54E+02	6.54E+02	6.54E+02	6.54E+02
FR252	5.73E+03	5.73E+03	5.73E+03	5.73E+03	5.73E+03	5.73E+03
FR253	2.96E+02	2.96E+02	2.96E+02	2.96E+02	2.96E+02	2.96E+02
FR254	2.96E+02	2.96E+02	2.96E+02	2.96E+02	2.96E+02	2.96E+02
FR255	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12
FR256	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12
FR257	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12
FR258	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12
FR259	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12
FR260	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12	4.43E+12
FR261	1.97E+17	1.07E+17	1.07E+17	1.07E+17	1.07E+17	1.07E+17
TOTAL	4.79E+07	1.83E+07	1.20E+07	1.10E+07	1.11E+07	1.14E+07

NEUTRON SOURCE IN FUEL AS A FUNCTION OF TIME

POSTIRRADIATION STEPS MOX MIT VERUNREINIGUNG SA ABBRAND(FWJ): 600  
 SPONTANEOUS FISSION NEUTRON SOURCE IN DISCHARGED FUEL, NEUTRONS/SEC

	INITIAL	TIME AFTER DISCHARGE				
		1 -Y-	2 -Y-	3 -Y-	4 -Y-	5 -Y-
TH230	1.85E-05	3.62E-05	5.41E-05	7.21E-05	9.02E-05	1.08E-04
PH231	1.0E-08	1.15E-07	1.30E-07	1.45E-07	1.60E-07	1.75E-07
U232	1.03E+02	1.02E+02	1.02E+02	1.01E+02	1.01E+02	1.00E+02
U233	4.25E+06	4.25E+06	4.25E+06	4.25E+06	4.25E+06	4.26E+06
U234	2.83E-01	2.85E-01	2.86E-01	2.88E-01	2.90E-01	2.91E-01
U235	2.40E+00	2.40E+00	2.40E+00	2.40E+00	2.40E+00	2.40E+00
U236	6.28E+00	6.29E+00	6.29E+00	6.30E+00	6.30E+00	6.30E+00
U238	1.26E+04	1.26E+04	1.26E+04	1.26E+04	1.26E+04	1.26E+04
Pu236	8.96E+02	7.03E+02	5.51E+02	4.32E+02	3.38E+02	2.68E+02
Pu238	1.34E+05	1.41E+05	1.42E+05	1.41E+05	1.40E+05	1.39E+05
Pu239	6.77E+02	6.78E+02	6.78E+02	6.78E+02	6.78E+02	6.78E+02
Pu240	7.25E+06	7.25E+06	7.25E+06	7.25E+06	7.25E+06	7.25E+06
Pu242	5.46E+05	5.46E+05	5.46E+05	5.46E+05	5.46E+05	5.46E+05
Pu244	5.96E-02	5.96E-02	5.96E-02	5.96E-02	5.96E-02	5.96E-02
Am241	2.54E+02	3.41E+02	4.24E+02	5.03E+02	5.78E+02	6.50E+02
Am242M	9.03E-01	8.99E-01	8.95E-01	8.91E-01	8.87E-01	8.83E-01
Am243	1.06E+01	1.08E+01	1.08E+01	1.08E+01	1.08E+01	1.08E+01
Am242	9.28E+07	2.07E+07	4.41E+06	9.59E+05	2.28E+05	7.27E+04
Am244	3.77E+02	3.60E+02	3.47E+02	3.34E+02	3.21E+02	3.09E+02
Am246	8.18E-01	8.18E-01	8.17E-01	8.17E-01	8.17E-01	8.17E-01
Am248	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
Am250	3.26E-13	3.26E-13	3.26E-13	3.26E-13	3.26E-13	3.26E-13
Bk249	2.09E-12	9.71E-13	4.41E-13	2.05E-13	9.88E-14	4.11E-14
Cf249	3.04E-16	3.19E-14	4.62E-14	5.26E-14	5.55E-14	5.87E-14
Cf250	1.09E-09	1.10E-09	1.05E-09	9.93E-10	9.42E-10	8.94E-10
TOTAL	1.01E+08	2.90E+07	1.27E+07	9.24E+06	8.50E+06	8.33E+06
TOTAL	1.49E+08	4.73E+07	2.47E+07	2.03E+07	1.98E+07	1.98E+07

PHOTON SPECTRUM AS A FUNCTION OF TIME FOR HEAVY METALS AND THEIR DAUGHTERS

POSTIRRADIATION STEPS MOX MIT VERUNREINIGUNG SA ABBRAND(FWJ): 600  
 ACTINIDE PHOTON RELEASE RATES, PHOTONS/SEC

EPMAN (PEV)	INITIAL	TIME AFTER DISCHARGE				
		1 -Y-	2 -Y-	3 -Y-	4 -Y-	5 -Y-
3.00E-02	6.72E+17	4.84E+13	3.51E+13	3.36E+13	3.44E+13	3.57E+13
4.00E-02	4.28E+16	8.21E+11	1.02E+12	1.20E+12	1.37E+12	1.54E+12
6.00E-02	5.44E+16	1.33E+13	1.65E+13	1.95E+13	2.24E+13	2.51E+13
1.00E-01	2.69E+17	2.48E+11	2.94E+11	3.25E+11	3.47E+11	3.62E+11
1.50E-01	9.77E+15	1.01E+12	1.02E+12	1.05E+12	1.06E+12	1.08E+12
3.00E-01	7.78E+15	7.6E+10	2.91E+10	2.07E+10	2.18E+10	2.26E+10
3.00E-01	1.45E+17	2.29E+11	2.79E+11	3.14E+11	3.36E+11	3.51E+11
6.30E-01	7.91E+15	2.31E+11	2.97E+11	3.35E+11	3.64E+11	3.83E+11
1.10E+00	1.18E+15	8.88E+09	9.78E+09	1.1E+10	1.20E+10	1.28E+10
1.55E+00	1.26E+10	1.45E+10	1.84E+10	2.10E+10	2.29E+10	2.41E+10
1.99E+00	2.88E+08	3.90E+08	4.89E+08	5.88E+08	6.95E+08	6.37E+08
2.38E+00	3.34E+07	9.82E+06	4.48E+06	3.36E+05	3.12E+05	3.06E+05
2.78E+00	8.02E+10	1.33E+11	6.89E+11	1.94E+12	2.10E+12	2.21E+12
3.25E+00	1.10E+07	3.24E+06	1.48E+06	1.10E+05	1.02E+05	1.01E+05
3.70E+00	6.44E+06	1.95E+06	8.87E+05	6.62E+05	6.14E+05	6.03E+05
4.22E+00	3.97E+06	1.16E+06	5.30E+05	95E+05	86E+05	3.62E+05
4.70E+00	2.13E+06	6.26E+05	2.85E+05	2.12E+05	1.97E+05	1.93E+05
5.25E+00	1.73E+06	5.07E+05	2.31E+05	1.72E+05	1.59E+05	1.56E+05
TOTAL	1.48E+18	6.35E+13	5.38E+13	5.56E+13	5.96E+13	6.39E+13
MEV/SEC	1.45E+17	2.94E+12	2.91E+12	3.16E+12	3.45E+12	3.71E+12

ACTINIDE ENERGY RELEASE RATES, MEV/WATT-SEC

EPMAN (PEV)	INITIAL	TIME AFTER DISCHARGE				
		1 -Y-	2 -Y-	3 -Y-	4 -Y-	5 -Y-
3.00E-02	1.29E+09	9.32E+05	6.76E+05	6.47E+05	6.53E+05	6.88E+05
4.00E-02	1.02E+09	2.11E+04	2.61E+04	3.09E+04	3.52E+04	3.95E+04
6.00E-02	1.29E+09	6.12E+05	6.34E+05	7.51E+05	8.62E+05	9.68E+05
1.00E-01	1.73E+10	1.59E+04	1.89E+04	2.09E+04	2.23E+04	2.32E+04
1.50E-01	2.67E+10	9.68E+03	9.85E+03	1.01E+04	1.02E+04	1.04E+04
2.00E-01	1.33E+09	2.26E+03	2.45E+03	2.65E+03	2.80E+03	2.91E+03
3.00E-01	2.80E+10	4.41E+04	5.38E+04	6.04E+04	6.48E+04	6.76E+04
6.30E-01	3.20E+09	9.33E+04	1.18E+05	1.35E+05	1.47E+05	1.55E+05
1.10E+00	6.33E+08	5.56E+03	6.30E+03	7.84E+03	8.43E+03	8.89E+03
1.55E+00	1.25E+04	1.44E+04	1.83E+04	2.09E+04	2.27E+04	2.39E+04
1.99E+00	3.68E+02	4.98E+02	6.24E+02	7.12E+02	7.73E+02	8.13E+02
2.38E+00	5.10E-01	1.50E-01	6.8E-01	5.12E-01	4.76E-01	4.88E-01
2.78E+00	1.41E+05	3.35E+05	3.98E+05	4.42E+05	4.71E+05	3.91E+05
3.25E+00	2.36E-01	6.76E-01	3.08E-01	2.30E-01	2.14E-01	2.10E-01
3.70E+00	1.58E-01	4.67E-01	2.11E-01	1.57E-01	1.46E-01	1.43E-01
4.22E+00	1.09E-01	3.15E-01	1.42E-01	1.07E-01	9.92E-01	9.75E-01
4.70E+00	6.44E-01	1.89E-01	8.58E-01	6.40E-01	5.93E-01	5.83E-01
5.25E+00	5.83E+00	1.71E+00	7.77E-01	5.79E-01	5.36E-01	5.27E-01
TOTAL	9.32E+10	1.89E+06	1.86E+06	2.03E+05	2.21E+06	2.38E+06
GAMMA WATTS	2.33E+04	4.71E-01	4.66E-01	5.07E-01	5.52E-01	5.94E-01

## SHORT SUMMARY

	INITIAL	1.-Y-	2.-Y-	3.-Y-	4.-Y-	5.-Y-
RON EMISSION	1.49E+08	4.73E+07	2.47E+07	2.03E+07	1.96E+07	1.98E+07
W. EMISSION	4.09E+18	1.25E+15	3.41E+14	1.39E+14	1.74E+14	1.52E+14
ACTIVITY (Ci)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HEAT POWER (W)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ATTENTION: IF ZERO VALUES FOR ACTIVITY AND POWER  
 THEN NO ORIGEN CALCULATIONS ACTIVITY AND/OR POWER WERE DESIRED

```

*****
*****          E N D          *****
*****          O F          *****
*****          O R I G E N    *****
*****          P O S T I R R I D I A T I O N *****
*****          R E S U L T S *****
*****
  
```





ISOTOPE	TABLE	MIX 1	MIX 2	MIX 3	MIX 4	MIX 5	MIX 6	MIX 7	MIX 8	MIX 9	MIX 10
8000.	0.	0.0416080	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26000.	0.	0.0028976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28000.	0.	0.0000971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64000.	0.	0.0000036	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92234.	0.	0.0000016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92235.	0.	0.0001432	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92236.	0.	0.0000445	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92238.	0.	0.0199100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94238.	0.	0.0000011	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94239.	0.	0.0006273	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94240.	0.	0.0001494	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94241.	0.	0.0000286	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94242.	0.	0.0000053	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
95241.	0.	0.0000028	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40000.	0.	0.0	0.0000662	0.0430357	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5010.	0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0000040	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1001.1057.	0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0485779	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8000.	57.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0243999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

REGION TABLES

REG #15	THICK	VOLUME	DEG C	MIX	H-L	FISS/CC
1	5	0.46250	6.7201E-01	546.08	1	0.0
2	1	0.00250	7.2862E-03	227.00	2	0.0
3	1	0.07050	2.2159E-01	326.27	3	0.0
4	3	0.30176	1.3014E+00	303.00	4	1.0

ELAPSED TIME = 0.0463 MINUTES.

MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL CASE 1 THERMOS

LIBRARY TAPE LABELED LITHE 06 22 70

CYLINDRICAL GEOMETRY, COSINE CURRENTS

IT= 12 NORM= 1.0000 CRIT= 1.0819E-04 RES= 9.5129E-05

ETA= 1.61487 F= 0.94931 ETA\*F= 1.53301 KA= 0.207414E+00

NU\*XF= 0.317967E+00 MOD.ABS.FRACIT= 0.04889

ABSORPTION AND PRODUCTION BY ISOTOPE AND REGION

ISOTOPE	f/m	TYPE	REG 1	REG 2	REG 3	REG 4	REG
8000.	0.	HBS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26000.	0.	HBS	1.288E-03	0.0	0.0	0.0	0.0
28000.	0.	PRUD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
64000.	0.	HBS	2.281E-04	0.0	0.0	0.0	0.0
92234.	0.	PRUD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92235.	0.	HBS	5.463E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
92236.	0.	PRUD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
92238.	0.	HBS	8.691E-05	0.0	0.0	0.0	0.0
92239.	0.	PRUD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94238.	0.	HBS	4.903E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
94239.	0.	PRUD	1.017E-01	0.0	0.0	0.0	0.0
94240.	0.	HBS	7.257E-05	0.0	0.0	0.0	0.0
94241.	0.	PRUD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
94242.	0.	HBS	3.060E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
95241.	0.	PRUD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40000.	0.	HBS	3.004E-03	0.0	0.0	0.0	0.0
5010.	0.	PRUD	5.144E-05	0.0	0.0	0.0	0.0
1001.1057.	0.	HBS	0.0	8.420E-08	1.809E-03	0.0	0.0
8000.	57.	PRUD	0.0	0.0	0.0	2.406E-02	0.0
		HBS	0.0	0.0	0.0	0.0	2.483E-02
		PRUD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		HBS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		PRUD	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NEUTRON DENSITY, VBAR, AND FOIL ACTIVATION

N	R	DENSITY	VBAR	FLUX	FLUXVOL	ACT=	0.-XSEC	ACT=
1	0.0	7.0724E-01	2.1096	1.4920E+00	1.2378E-02			
2	0.103	7.2461E-01	2.1050	1.5253E+00	1.0123E-01			
3	0.208	7.6497E-01	2.0946	1.6124E+00	2.1403E-01			
4	0.308	8.3460E-01	2.0823	1.7374E+00	3.4604E-01			
5	0.411	9.2180E-01	2.0696	1.9077E+00	5.0648E-01			
AVERAGE	8.4381E-01	2.0812	1.756E+00	1.180E+00				
6	0.464	9.6973E-01	2.0937	2.0303E+00	1.4793E-02			
AVERAGE	9.6973E-01	2.0937	2.030E+00	1.479E-02				
7	0.500	1.0536E+00	2.0555	2.1657E+00	4.7991E-01			

PAGE 1 0536E+00 2 0555 3 166E+00 4 799E-01

155 1 1400E+00 2 0408 2 3269E+00 8 6148E 01  
 676 1 2019E+20 2 0014 2 4294E+00 1 0539E+00  
 787 1 2293E+00 2 0136 2 4704E+00 1 2311E+00

PAGE 1 1948E+00 2 0236 2 419E+00 3 148E+00

GROSS SECTIONS		MICROSCOPIC (BARNS)				
NO.	DESCRIPTION	FISSION	NO. FISSION	ABSORPTION	FISSION	NO. FISSION
000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
001	2.57074E 04	0.0	0.0	1.21561E+00	0.0	0.0
002	4.73161E 05	0.0	0.0	1.98788E+02	0.0	0.0
003	1.33068E 02	0.0	0.0	1.27630E+04	0.0	0.0
004	1.80154E 05	0.0	0.0	4.56427E+01	0.0	0.0
005	1.01692E 02	8.88117E-03	1.10953E-02	2.30127E+02	2.47680E+02	6.01865E+02
006	1.50524E 05	0.0	0.0	2.50999E+00	0.0	0.0
007	6.34588E 01	0.0	0.0	1.30211E+00	0.0	0.0
008	5.48650E 05	1.57613E-06	4.15013E-06	1.94920E+02	5.60009E+00	1.34563E+01
009	1.54819E 01	9.81614E-02	2.81892E-01	9.92420E+02	6.29270E+02	1.61855E+03
010	5.56194E 03	1.20812E-06	3.44155E-06	1.90274E+02	3.30567E-02	8.54759E-02
011	6.23504E 03	4.34366E-03	1.31613E-02	8.90630E+02	6.20461E+02	1.87899E+03
012	1.17870E 05	0.0	0.0	8.98503E+00	0.0	0.0
013	6.21025E-04	3.45311E-08	1.06701E-05	8.09048E+02	5.03838E+00	1.55686E+01
014	4.75144E 04	0.0	0.0	8.70696E+02	0.0	0.0
015	4.95045E 01	0.0	0.0	1.89612E+03	0.0	0.0
016	5.14921E 03	0.0	0.0	1.67087E-01	0.0	0.0
017	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1 NOX PIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL THERIOS

GIDR	SCHLAF	I	MICROSCOPIC GROSS SECTIONS				
			1	2	3	4	
6000	R	1 E	0	1215	1208	1230	1250
8000	R	1 E	0	1989	1975	2002	2023
4000	R	1 F	10	1276	1248	1296	1334
2234	R	1 E	0	4584	4537	4621	4694
2205	R	1 F	0	2901	2898	2978	3043
	F	1 F	0	2476	2471	2538	2593
	NOF	1 F	0	6018	6005	6187	6301
2236	R	1 E	0	2509	2485	2539	2578
2208	R	1 F	0	1302	1294	1318	1339
4238	R	1 F	0	1949	1925	1986	2037
	F	1 E	0	5800	5531	5705	5851
	NOF	1 E	0	1545	1526	1574	1615
4233	R	1 E	1	992	1074	1136	1177
	F	1 E	0	6292	6794	7135	7385
	NOF	1 E	1	1818	1954	2082	2134
4240	R	1 E	0	1903	1886	1896	1903
	F	1 E	0	3303	3273	3291	3307
	NOF	1 E	0	9547	9460	9512	9544
4241	R	1 E	0	8936	9219	9526	9778
	F	1 E	0	4204	4409	4615	4788
	NOF	1 E	1	1889	1942	2004	2056
4242	R	1 F	0	8985	8931	9097	9240
5241	R	1 E	0	9090	9488	9888	9993
	F	1 E	0	5028	5406	5772	5916
	NOF	1 E	0	1558	1679	1783	1828
0000	R	1 F	0	8648	8597	8756	8895
5010	R	1 E	1	1843	1832	1866	1896
0001	R	2 E	0	1575	1566	1595	1620
8004	R	1 E	0	9998	1106	1131	1176
100400	1 E	0	872	8	773	1731	





		2.340141E-01	4.592371E-01	5.095714E-01	1.064229E+00	179	41	297	171	2.3036E-03
		1.161368E-01	1.454959E-01	7.768554E-01	1.064229E+00	131	39	267	163	1.1432E-03
		3.501507E-01	6.087329E-01	5.752124E-01						
33	94238	1.941907E+00	1.943936E+00	9.989560E-01	1.190601E+00	0	0	0	0	1.1039E-06
		1.941907E+00	1.943936E+00	9.989560E-01						
33	94242	1.793392E+00	1.806414E+00	9.927915E-01	1.189537E+00	0	0	0	0	4.7359E-06
		1.200486E+00	1.308472E+00	9.941831E-01	1.189796E+00					3.4352E-06
		3.094253E+00	3.114895E+00	9.933761E-01						
34	92234	2.735379E+00	2.783544E+00	9.972104E-01	1.190290E+00	0	0	0	0	2.1875E-06
		9.858133E-01	8.870750E-01	9.987217E-01	1.190629E+00	0	0	0	0	7.7688E-07
		3.781592E+00	3.770618E+00	9.976060E-01						
34	92236	2.376491E+00	2.399428E+00	9.904414E-01	1.064229E+00	119	33	473	33	2.8441E-05
		4.532608E+00	4.643261E+00	9.763848E-01	1.064229E+00	185	29	415	29	5.4256E-05
		3.054565E-01	3.061324E-01	9.977918E-01	1.064229E+00	131	33	473	33	3.6556E-06
34	92238	7.215555E+00	7.348818E+00	9.818659E-01						
		4.907624E-01	3.132608E+00	1.566625E-01	1.064229E+00	115	31	447	129	4.7729E-03
		7.042438E-01	7.138438E+00	9.865516E-02	1.064229E+00	333	25	359	103	6.8491E-03
		1.195005E+00	1.027105E+01	1.163470E-01						
34	94238	1.581049E+00	1.582417E+00	9.991251E-01	1.190694E+00	0	0	0	0	8.8799E-07
		2.600581E+00	2.604377E+00	9.985886E-01	1.190610E+00	0	0	0	0	1.4605E-06
		4.981380E+00	4.991750E+00	9.979255E-01	1.190505E+00	0	0	0	0	3.7978E-06
		4.489054E+00	4.507648E+00	9.980935E-01	1.190533E+00	0	0	0	0	2.5269E-06
34	94240	1.366204E+01	1.368605E+01	9.982458E-01						
		4.303304E+00	5.324905E+00	8.081329E-01	1.115484E+00	0	0	0	0	3.1405E-04
		5.977988E+00	7.519395E+00	7.950092E-01	1.108816E+00					4.3626E-04
		1.028129E+01	1.284439E+01	8.004500E-01						
34	94242	3.979334E+00	4.021235E+00	9.895799E-01	1.188990E+00	0	0	0	0	1.0382E-05
		3.979334E+00	4.021235E+00	9.895799E-01						
35	92234	5.926063E+00	5.947674E+00	9.903664E-01	1.190310E+00	0	0	0	0	4.6157E-05
		4.513528E-01	4.515910E-01	9.994727E-01	1.190797E+00	0	0	0	0	3.5155E-07
		6.377415E+00	6.399264E+00	9.905855E-01						
35	92236	6.797626E+00	6.946643E+00	9.785483E-01	1.064229E+00	151	25	355	25	8.0405E-05
		6.797626E+00	6.946643E+00	9.785483E-01						
35	92238	4.230426E-02	4.529264E-02	9.348685E-01	1.064229E+00	133	29	419	121	4.0684E-04
		4.576733E-01	1.197353E+00	3.822374E-01	1.064229E+00	119	27	389	111	4.3993E-03
		4.999976E-01	1.242638E+00	4.023685E-01						
35	94238	7.613979E+00	7.634079E+00	9.973671E-01	1.190474E+00	0	0	0	0	4.2266E-06
		7.613979E+00	7.634079E+00	9.973671E-01						
35	94239	4.362987E+00	6.526652E+00	6.684876E-01	1.047198E+00	0	0	0	0	1.3424E-03

35	94240	4.362987E+00	6.526652E+00	6.684876E-01						
		4.190462E+00	5.478932E+00	7.648318E-01	1.093435E+00	0	0	0	0	3.0225E-04
		4.190462E+00	5.478932E+00	7.648318E-01						
36	92234	3.389389E+00	3.399199E+00	9.971139E-01	1.190501E+00	0	0	0	0	2.7124E-06
		3.389389E+00	3.399199E+00	9.971139E-01						
36	92236	8.289714E+00	8.468186E+00	9.789243E-01	1.064229E+00	143	23	325	23	1.0075E-04
		3.483513E-02	3.487892E-02	9.997447E-01	1.064229E+00	125	25	355	25	4.7336E-07
		6.324549E+00	6.503065E+00	9.790058E-01						
36	92238	1.007200E+00	1.106087E+01	9.105974E-02	1.064229E+00	235	23	329	85	9.9475E-03
		1.007200E+00	1.106087E+01	9.105974E-02						
36	94238	1.972634E+00	1.974112E+00	9.992517E-01	1.190828E+00	0	0	0	0	1.1251E-06
		1.972634E+00	1.974112E+00	9.992517E-01						
36	94239	5.526324E+00	9.485611E+00	8.894773E-01	1.053608E+00	0	0	0	0	2.0632E-03
		5.843815E+00	5.623446E+00	6.835337E-01	1.050439E+00	0	0	0	0	1.2152E-03
		1.037014E+01	1.508906E+01	6.872622E-01						
36	94240	8.186225E+00	1.150607E+01	7.114699E-01	1.065489E+00	0	0	0	0	6.0668E-04
		1.176244E+01	1.674467E+01	7.024584E-01	1.060686E+00	0	0	0	0	8.1171E-04
		1.994865E+01	2.825075E+01	7.061284E-01						
36	94242	3.905198E+00	3.942696E+00	9.904894E-01	1.189325E+00	0	0	0	0	1.0347E-05
		3.905198E+00	3.942696E+00	9.904894E-01						
37	64000	2.595788E+00	2.598079E+00	9.991183E-01	1.190837E+00	0	0	0	0	4.6948E-06
		2.595788E+00	2.598079E+00	9.991183E-01						
37	92234	1.272596E+01	1.280226E+01	9.940400E-01	1.190022E+00	0	0	0	0	1.0238E-05
		1.272596E+01	1.280226E+01	9.940400E-01						
37	94238	1.701714E+00	1.702788E+00	9.993688E-01	1.190875E+00	0	0	0	0	9.7573E-07
		1.701714E+00	1.702788E+00	9.993688E-01						
37	94239	4.368902E-01	4.445350E-01	9.826453E-01	1.187477E+00	0	0	0	0	1.3893E-04
		1.137173E+00	1.721591E+00	6.608520E-01	1.038485E+00	0	0	0	0	3.6158E-03
		5.353061E+00	4.151863E+00	4.771586E-01	9.461362E-01	0	0	0	0	1.7019E-03
		3.514395E+00	4.856898E+00	7.235883E-01	1.071874E+00	0	0	0	0	1.1169E-03
		2.069143E+01	3.373595E+01	6.130382E-01						
37	94241	4.547117E-01	4.553735E-01	9.985488E-01	1.190743E+00	0	0	0	0	6.4852E-06
		5.443825E+00	5.447513E+00	9.975525E-01	1.190590E+00	0	0	0	0	7.7500E-05
		5.888639E+00	5.902890E+00	9.975858E-01						
37	94242	2.662930E+01	2.717476E+01	9.799278E-01	1.187063E+00	0	0	0	0	7.0427E-05
		2.662930E+01	2.717476E+01	9.799278E-01						
38	64000	2.626307E+00	2.627924E+00	9.993849E-01	1.190891E+00	0	0	0	0	4.7623E-06

Table with columns for ID, Name, and various numerical values. Includes rows for 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

Table with columns for ID, Name, and various numerical values. Includes rows for 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150.

		3 788058E+01	3 803271E+01	9 960000E-01	1 389911E+00	0	0	0	0	0	1 1960E-05
41	94239	3 788058E+01	3 803271E+01	9 960000E-01	1 389911E+00	0	0	0	0	0	0
		3 942437E+00	1 323395E+01	7 512878E-01	1 085248E+00	0	0	0	0	0	3 1947E-03
		1 114161E+01	1 537965E+01	7 344382E-01	1 071078E+00	0	0	0	0	0	3 1901E-03
41	94240	2 108405E+01	2 861360E+01	7 368539E-01		0	0	0	0	0	0
		1 571368E+01	2 100153E+01	7 244084E-01	1 071231E+00	0	0	0	0	0	1 1460E-03
41	94241	1 521368E+01	2 100153E+01	7 244084E-01		0	0	0	0	0	0
		6 3576 8E-01	6 371145E-01	9 97 29E-01	1 190274E+00	0	0	0	0	0	9 1680E-06
		1 612754E+00	1 616348E+00	9 977762E-01	1 190250E+00	0	0	0	0	0	7 3754E-05
		1 880123E+01	1 947848E+01	9 866899E-01	1 182722E+00	0	0	0	0	0	2 7140E-04
		2 106976E+01	2 173179E+01	9 695587E-01		0	0	0	0	0	0
41	94242	2 507168E+00	2 513272E+00	9 975711E-01	1 190222E+00	0	0	0	0	0	6 7517E-06
		2 507168E+00	2 513272E+00	9 975711E-01		0	0	0	0	0	0
42	64000	3 010203E+00	3 011198E+00	9 996697E-01	1 190199E+00	0	0	0	0	0	5 4658E-06
		1 850880E+01	1 855092E+01	9 977298E-01	1 190070E+00	0	0	0	0	0	3 3608E-05
		2 151900E+01	2 156210E+01	9 980009E-01		0	0	0	0	0	0
42	92235	1 963643E+00	1 978107E+00	9 926906E-01	1 189068E+00	0	0	0	0	0	1 4077E-04
		2 640110E+00	2 676791E+00	9 867397E-01	1 187799E+00	0	0	0	0	0	1 8927E-04
		1 966762E+00	1 980144E+00	9 937419E-01	1 189198E+00	0	0	0	0	0	1 4099E-04
		1 440176E+00	1 446993E+00	9 952164E-01	1 189597E+00	0	0	0	0	0	1 0324E-04
		2 086005E+00	2 081840E+00	9 935233E-01	1 189255E+00	0	0	0	0	0	1 4425E-04
		1 618764E+00	1 630485E+00	9 928115E-01	1 189113E+00	0	0	0	0	0	1 1605E-04
		1 169746E+01	1 179393E+01	9 918200E-01		0	0	0	0	0	0
42	94239	9 955457E+00	1 020389E+01	9 756535E-01	1 184943E+00	0	0	0	0	0	3 1764E-03
		1 719250E+01	2 781879E+01	6 180117E-01	1 014124E+00	0	0	0	0	0	5 4955E-03
		6 081968E+00	6 723002E+00	8 987034E-01	1 156789E+00	0	0	0	0	0	1 9278E-02
		2 318993E+01	4 474565E+01	7 417464E-01		0	0	0	0	0	0
42	94241	8 943924E+00	8 980235E+00	9 959565E-01	1 189746E+00	0	0	0	0	0	1 2006E-04
		1 210817E+01	1 213536E+01	9 977098E-01	1 190063E+00	0	0	0	0	0	1 7337E-04
		5 421394E+01	5 592600E+01	9 692137E-01	1 183273E+00	0	0	0	0	0	7 7627E-04
		7 526602E+01	7 705220E+01	9 768186E-01		0	0	0	0	0	0
42	95241	1 685810E+00	1 688138E+00	9 986185E-01	1 064229E+00	105	11	151	11	7	1 351E-06
		2 370343E+01	2 362677E+01	1 003244E+00	1 064229E+00	217	11	151	11	7	3 607E-06
		2 536925E+01	2 529491E+01	1 002938E+00		0	0	0	0	0	0
43	64000	1 058624E+00	1 058716E+00	9 999135E-01	1 190251E+00	0	0	0	0	0	1 9205E-06
		1 843811E+00	1 844097E+00	9 998448E-01	1 190241E+00	0	0	0	0	0	3 3449E-06
		2 902435E+00	2 902813E+00	9 998699E-01		0	0	0	0	0	0
43	92235	1 146878E+00	1 150576E+00	9 986108E-01	1 189631E+00	0	0	0	0	0	8 2130E-05
		6 313323E-01	6 324849E-01	9 982092E-01	1 189199E+00	0	0	0	0	0	4 5279E-05
		1 667691E+01	1 845576E+01	9 077482E-01	1 158701E+00	0	0	0	0	0	1 1946E-03
		9 684088E+00	1 051443E+01	9 710283E-01	1 05842E+00	0	0	0	0	0	6 9361E-04
		7 556125E-01	7 568130E-01	9 981419E-01	1 189906E+00	0	0	0	0	0	5 4113E-05
		2 889650E+01	3 150963E+01	9 170688E-01		0	0	0	0	0	0
43	94239	1 518385E+01	2 279224E+01	6 661850E-01	1 038960E+00	0	0	0	0	0	4 8403E-03
		3 291444E+01	4 431213E+01	7 427862E-01	1 073630E+00	0	0	0	0	0	1 0492E-02
		4 809828E+01	6 710437E+01	7 167682E-01		0	0	0	0	0	0
43	94241	2 384423E+01	2 428448E+01	9 738350E-01	1 184216E+00	0	0	0	0	0	3 3825E-04
		9 836155E+00	9 863022E+00	9 972759E-01	1 189784E+00	0	0	0	0	0	1 4077E-04
		3 348038E+01	3 414751E+01	9 804633E-01		0	0	0	0	0	0
43	95241	2 213053E+00	2 216000E+00	9 986672E-01	1 064229E+00	117	11	151	11	3	0 994E-06
		6 027980E+00	6 041518E+00	9 977591E-01	1 064229E+00	101	9	121	9	8	8 442E-06
		8 241033E+00	8 257524E+00	9 980028E-01		0	0	0	0	0	0
44	64000	5 379509E-01	5 329707E-01	9 999627E-01	1 190120E+00	0	0	0	0	0	9 1334E-07
		5 329509E-01	5 329707E-01	9 999627E-01		0	0	0	0	0	0
44	92235	6 079257E-01	6 087930E-01	9 985753E-01	1 189837E+00	0	0	0	0	0	4 1877E-05
		1 281851E+00	1 287219E+00	9 938290E-01	1 189320E+00	0	0	0	0	0	4 2428E-05
		8 740404E-01	8 756808E-01	9 981199E-01	1 189754E+00	0	0	0	0	0	6 3023E-05
		2 880303E+00	2 897900E+00	9 941143E-01	1 188977E+00	0	0	0	0	0	2 0773E-05
		3 152980E+01	3 418007E+01	9 185567E-01	1 163690E+00	0	0	0	0	0	2 2590E-03
		3 697452E+01	3 985172E+01	9 278024E-01		0	0	0	0	0	0
44	94238	8 513523E+00	8 518185E+00	9 994527E-01	1 190032E+00	0	0	0	0	0	4 9293E-06
		8 513523E+00	8 518185E+00	9 994527E-01		0	0	0	0	0	0
44	94241	2 996036E+01	3 001788E+01	9 980836E-01	1 189775E+00	0	0	0	0	0	4 3148E-04
		4 068782E+00	4 074641E+00	9 985620E-01	1 189864E+00	0	0	0	0	0	5 8594E-05
		2 711205E+01	2 742650E+01	9 885485E-01	1 187813E+00	0	0	0	0	0	3 9040E-04
		6 114117E+01	6 151860E+01	9 938648E-01		0	0	0	0	0	0
44	95241	6 570955E+00	6 585977E+00	9 977192E-01	1 064229E+00	103	9	121	9	9	9 2645E-06
		7 224958E+00	7 065007E+00	1 022639E+00	1 064229E+00	111	9	121	9	9	1 0187E-05
		1 017422E+01	1 018509E+01	9 989327E-01	1 064229E+00	137	9	121	9	9	1 4345E-05
		2 387012E+01	2 383606E+01	1 005624E+00		0	0	0	0	0	0
45	64000	7 289361E+00	7 291614E+00	9 996911E-01	1 189998E+00	0	0	0	0	0	1 3736E-05
		7 289361E+00	7 291614E+00	9 996911E-01		0	0	0	0	0	0
45	92235	4 440472E+00	4 515720E+00	9 873363E-01	1 186418E+00	0	0	0	0	0	7 1704E-04
		4 440472E+00	4 515720E+00	9 873363E-01		0	0	0	0	0	0
45	92238	5 628951E+00	1 272037E+02	5 209714E-02	1 064229E+00	501	9	121	35	6	6 5956E-02
		5 628951E+00	1 272037E+02	5 209714E-02		0	0	0	0	0	0
45	94239	2 906688E+01	4 393823E+01	8 106987E-01	1 040703E+00	0	0	0	0	0	9 2801E-03
		2 906688E+01	4 393823E+01	8 106987E-01		0	0	0	0	0	0
45	94241	2 980881E+01	3 008070E+01	9 909611E-01	1 188255E+00	0	0	0	0	0	4 3617E-04
		2 980881E+01	3 008070E+01	9 909611E-01		0	0	0	0	0	0
45	95241	1 774425E+00	1 777875E+00	9 980694E-01	1 064229E+00	97	7	91	7	2	2 4803E-06

46	44300	1.774495E+00	1.777957E+00	9.980694E-01															
		2.187519E+01	2.189671E+01	9.990116E-01	1.189559E+00	0	0	3	0	4.0457E-05									
46	92714	2.107701E+01	2.189671E+01	9.990116E-01	1.189559E+00	0	0	0	0	4.2319E-04									
		5.163804E+02	5.348181E+02	9.932647E-01	1.182556E+00	0	0	0	0										
46	92725	5.163804E+02	5.348181E+02	9.932647E-01	1.182556E+00	0	0	0	0										
		1.392704E+01	1.466672E+01	9.920059E-01	1.176574E+00	0	0	0	0	1.0054E-03									
		1.521101E+00	1.524039E+00	9.979795E-01	1.189925E+00	0	0	0	0	1.19876E-04									
		9.847101E-01	9.861194E-01	9.9987099E-01	1.193770E+00	0	0	0	0	1.1455E-05									
		1.521101E+00	1.524039E+00	9.991505E-01	1.189162E+00	0	0	0	0	1.1105E-04									
46	92736	1.794748E+01	1.867723E+01	9.911834E-01															
		2.451331E+02	2.732504E+02	9.969599E-01	1.164229E+00	487	7	89	7	3.0396E-07									
46	94743	2.451331E+02	2.732504E+02	9.969599E-01	1.164229E+00	0	0	0	0	2.0419E-03									
		1.410394E+02	1.410443E+02	9.996436E-01	1.189266E+00	0	0	0	0										
		1.410394E+02	1.410443E+02	9.996436E-01	1.189266E+00	0	0	0	0										
46	95241	7.106201E+00	7.116725E+00	9.996217E-01	1.1004779E+00	195	7	91	7	1.0069E-05									
		7.286243E+01	7.214187E+01	1.008424E+00	1.1004779E+00	395	7	91	7	1.0133E-04									
		7.996891E+01	7.965819E+01	1.003897E+00															
47	92735	4.661222E+00	4.770819E+00	9.770278E-01	1.184710E+00	0	0	0	0	3.3370E-04									
		4.661222E+00	4.770819E+00	9.770278E-01	1.184710E+00	0	0	0	0										
47	94241	4.159347E+01	4.180328E+01	9.943495E-01	1.188951E+00	0	0	0	0	5.9475E-04									
		7.048917E+01	7.119388E+01	9.746816E-01	1.184120E+00	0	0	0	0	1.0079E-03									
		1.122082E+02	1.141437E+02	9.819889E-01															
47	95241	1.684184E+01	1.687390E+01	9.981000E-01	1.1064779E+00	179	7	91	7	7.3576E-06									
		1.884372E+00	1.884450E+00	9.998310E-01	1.064229E+00	171	7	91	7	1.3814E-00									
		3.337710E+01	3.117610E+01	9.970169E-01	1.064229E+00	291	7	91	7	4.6303E-05									
		5.276111E+01	5.289465E+01	9.975131E-01															
48	92735	8.710560E+00	8.427002E+00	9.885556E-01	1.187654E+00	0	0	0	0	5.9521E-04									
		5.8652710E+00	5.887025E+00	9.967943E-01	1.109708E+00	0	0	0	0	4.1529E-04									
		1.419577E+01	1.431403E+01	9.917389E-01															
49	84000	1.051271E+02	1.053216E+02	9.981539E-01	1.184700E+00	0	0	0	0	1.8959E-04									
		1.373381E+01	1.373916E+01	9.996911E-01	1.189378E+00	0	0	0	0	2.4767E-05									
		1.188910E+02	1.190598E+02	9.982307E-01															
49	92735	6.774147E-01	6.778294E-01	9.993890E-01	1.189886E+00	0	0	0	0	4.8230E-05									
		6.774147E-01	6.778294E-01	9.993890E-01	1.189886E+00	0	0	0	0										
49	94238	3.738257E+01	3.740768E+01	9.993286E-01	1.189915E+00	0	0	0	0	2.1372E-05									
		3.738257E+01	3.740768E+01	9.993286E-01	1.189915E+00	0	0	0	0										
49	94242	9.459829E+02	1.052433E+03	8.988537E-01	1.156067E+00	0	0	0	0	2.5123E-03									
		9.459829E+02	1.052433E+03	8.988537E-01	1.156067E+00	0	0	0	0										
49	95241	6.043819E+01	6.052229E+01	9.986103E-01	1.064229E+00	325	5	61	5	8.4141E-05									
		6.043819E+01	6.052229E+01	9.986103E-01	1.064229E+00	0	0	0	0										
50	84000	2.090112E+01	2.090712E+01	9.997131E-01	1.191233E+00	0	0	0	0	3.7499E-05									
		2.090112E+01	2.090712E+01	9.997131E-01	1.191233E+00	0	0	0	0										
50	92735	3.272646E+00	3.287830E+00	9.953816E-01	1.190377E+00	0	0	0	0	2.3181E-04									
		3.272646E+00	3.287830E+00	9.953816E-01	1.190377E+00	0	0	0	0										
50	95241	9.922679E+01	2.920827E+01	1.000634E+00	1.064229E+00	243	5	61	5	4.0496E-05									
		6.814046E+01	6.829886E+01	9.976807E-01	1.064229E+00	345	5	61	5	9.4378E-05									
		9.738725E+01	9.750131E+01	9.985654E-01															
52	92735	2.357298E+01	2.370486E+01	9.944385E-01	1.194533E+00	0	0	0	0	1.6360E-03									
		2.357298E+01	2.370486E+01	9.944385E-01	1.194533E+00	0	0	0	0										
52	95241	4.847922E+02	4.868892E+02	9.956952E-01	1.064229E+00	523	5	61	5	6.5790E-04									
		4.847922E+02	4.868892E+02	9.956952E-01	1.064229E+00	0	0	0	0										
53	94240	1.733457E+03	7.852402E+03	2.207550E-01	8.750444E-01	0	0	0	0	1.2242E-01									
		1.733457E+03	7.852402E+03	2.207550E-01	8.750444E-01	0	0	0	0										

FROM ITERATIONS ON THE FLUX SHAPE IN ANY INCRP GROUP = 2 GROUP 1

FROM REFINEMENT ITERATION IN ANY GROUP = 1 GROUP 36

ITER 5

84000	5.323662E+02	5.324721E+02	9.986893E-01
92735	6.841591E+02	6.811123E+02	9.709948E-01
92735	2.111169E+02	2.112731E+02	9.166573E-01
92735	3.071495E+02	3.119899E+02	9.117550E-01
94238	6.656471E+01	6.682365E+01	7.352081E-02
94238	1.397015E+02	1.410511E+02	9.450474E-01
94238	1.880545E+02	1.731873E+02	6.913005E-01
94240	1.803236E+03	7.952390E+03	2.252419E-01
94241	5.360691E+02	5.426064E+02	9.879361E-01
94242	9.871108E+02	1.094214E+03	9.021185E-01
95241	8.346841E+02	8.366367E+02	9.976601E-01
40000	1.518795E-01	8.797094E-01	8.021792E-01

CASE 1 FOR MIT VERUNREINIGUNG SIMPLE MODEL

ZERO BACKLASH FLUXES

GROUP	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	PT 6	PT 7	PT 8	PT 9	PT 10
1	6.249E-01	8.274E-01	1.6205E-01	1.8151E-01	1.6094E-01	1.2655E-01	1.5557E-01	1.5428E-01	1.5369E-01	1.5242E-01
2	5.551E-01	5.563E-01	4.5432E-01	4.5267E-01	4.5090E-01	3.3133E-01	4.3608E-01	4.3158E-01	4.2879E-01	4.2697E-01
3	0.2538E+00	1.0366E+00	1.0320E+00	0.2783E+00	0.0717E+00	1.0277E+00	9.8678E-01	9.7697E-01	9.7254E-01	9.7025E-01
4	1.6592E+00	1.6587E+00	1.6523E+00	1.6440E+00	1.6349E+00	1.5710E+00	1.5760E+00	1.5543E+00	1.5462E+00	1.5420E+00
5	2.2122E+00	2.2112E+00	2.2016E+00	2.1893E+00	2.1755E+00	2.4027E+00	2.0978E+00	2.0621E+00	2.0502E+00	2.0448E+00
6	3.3175E+00	3.3167E+00	3.3030E+00	3.2851E+00	3.2660E+00	3.4633E+00	3.1596E+00	3.1092E+00	3.0913E+00	3.0858E+00
7	2.9200E+00	2.9200E+00	2.9080E+00	2.8910E+00	2.8730E+00	3.1569E+00	2.7832E+00	2.7525E+00	2.7408E+00	2.7315E+00
8	3.3169E+00	3.3165E+00	3.2965E+00	3.2773E+00	3.2477E+00	3.3983E+00	3.0779E+00	3.0779E+00	3.0588E+00	3.0496E+00
9	3.0298E+00	3.0298E+00	3.0063E+00	2.9851E+00	2.9607E+00	3.1125E+00	2.8805E+00	2.8127E+00	2.7947E+00	2.7860E+00
10	2.8020E+00	2.8011E+00	2.7842E+00	2.7655E+00	2.7370E+00	2.7528E+00	2.6846E+00	2.6502E+00	2.6438E+00	2.6371E+00
11	3.6002E+00	3.5994E+00	3.5698E+00	3.5371E+00	3.4999E+00	3.5710E+00	3.4018E+00	3.3225E+00	3.3001E+00	3.2907E+00
12	2.8726E+00	2.8689E+00	2.8512E+00	2.8287E+00	2.8028E+00	2.8476E+00	2.7405E+00	2.6796E+00	2.6631E+00	2.6559E+00
13	1.7449E+00	1.7432E+00	1.7375E+00	1.7298E+00	1.7206E+00	1.7523E+00	1.6991E+00	1.6755E+00	1.6683E+00	1.6631E+00
14	2.3578E+00	2.3541E+00	2.3390E+00	2.3197E+00	2.2974E+00	2.2683E+00	2.2494E+00	2.2207E+00	2.2148E+00	2.2094E+00
15	2.0199E+00	2.0174E+00	2.0067E+00	1.9931E+00	1.9775E+00	1.9693E+00	1.9460E+00	1.9318E+00	1.9242E+00	1.9189E+00
16	1.6698E+00	1.6687E+00	1.6617E+00	1.6534E+00	1.6438E+00	1.6458E+00	1.6212E+00	1.6046E+00	1.5990E+00	1.5946E+00
17	1.4678E+00	1.4667E+00	1.4623E+00	1.4567E+00	1.4502E+00	1.5000E+00	1.4372E+00	1.4225E+00	1.4184E+00	1.4145E+00
18	1.2977E+00	1.2968E+00	1.2937E+00	1.2890E+00	1.2848E+00	1.3055E+00	1.2737E+00	1.2665E+00	1.2637E+00	1.2624E+00
19	1.1672E+00	1.1666E+00	1.1649E+00	1.1619E+00	1.1588E+00	1.1661E+00	1.1530E+00	1.1459E+00	1.1437E+00	1.1427E+00
20	1.0532E+00	1.0528E+00	1.0514E+00	1.0485E+00	1.0474E+00	1.0506E+00	1.0423E+00	1.0392E+00	1.0379E+00	1.0373E+00
21	9.4252E-01	9.4238E-01	9.4163E-01	9.4111E-01	9.4028E-01	9.4677E-01	9.3956E-01	9.3661E-01	9.3581E-01	9.3520E-01
22	8.3653E-01	8.3644E-01	8.3610E-01	8.3588E-01	8.3517E-01	8.5442E-01	8.3818E-01	8.3328E-01	8.3278E-01	8.3271E-01
23	7.5834E-01	7.5830E-01	7.5816E-01	7.5798E-01	7.5777E-01	7.8662E-01	7.5757E-01	7.5681E-01	7.5655E-01	7.5642E-01
24	7.2245E-01	7.2243E-01	7.2232E-01	7.2218E-01	7.2202E-01	7.2287E-01	7.2149E-01	7.2152E-01	7.2140E-01	7.2134E-01
25	7.1655E-01	7.1655E-01	7.1652E-01	7.1648E-01	7.1643E-01	7.3516E-01	7.1644E-01	7.1647E-01	7.1612E-01	7.1607E-01
26	7.0992E-01	7.0995E-01	7.1008E-01	7.1024E-01	7.1042E-01	7.5290E-01	7.1056E-01	7.1112E-01	7.1121E-01	7.1120E-01
27	7.0468E-01	7.0470E-01	7.0485E-01	7.0503E-01	7.0527E-01	7.2778E-01	7.0576E-01	7.0695E-01	7.0636E-01	7.0636E-01
28	6.9520E-01	6.9524E-01	6.9524E-01	6.9556E-01	6.9577E-01	6.9929E-01	6.9604E-01	6.9694E-01	6.9660E-01	6.9658E-01
29	6.8495E-01	6.8501E-01	6.8529E-01	6.8563E-01	6.8603E-01	6.9402E-01	6.8603E-01	6.8731E-01	6.8750E-01	6.8758E-01
30	6.7611E-01	6.7631E-01	6.7672E-01	6.7733E-01	6.7803E-01	7.0068E-01	6.7931E-01	6.8042E-01	6.8080E-01	6.8097E-01
31	6.6818E-01	6.6830E-01	6.6890E-01	6.6967E-01	6.7055E-01	7.0528E-01	6.7230E-01	6.7343E-01	6.7388E-01	6.7408E-01
32	6.5368E-01	6.5393E-01	6.5489E-01	6.5610E-01	6.5750E-01	6.9373E-01	6.6009E-01	6.6211E-01	6.6284E-01	6.6316E-01
33	6.4757E-01	6.4782E-01	6.4874E-01	6.4991E-01	6.5126E-01	6.9336E-01	6.5389E-01	6.5559E-01	6.5628E-01	6.5658E-01
34	6.3489E-01	6.3521E-01	6.3629E-01	6.3803E-01	6.4028E-01	6.8560E-01	6.4394E-01	6.4676E-01	6.4780E-01	6.4825E-01
35	6.1719E-01	6.1768E-01	6.1949E-01	6.2179E-01	6.2444E-01	6.6256E-01	6.2951E-01	6.3301E-01	6.3432E-01	6.3494E-01
36	6.2971E-01	6.2990E-01	6.2963E-01	6.2916E-01	6.2862E-01	6.7539E-01	6.3447E-01	6.3603E-01	6.3646E-01	6.3651E-01
37	6.2492E-01	6.2506E-01	6.2527E-01	6.2537E-01	6.2533E-01	6.5754E-01	6.2477E-01	6.2592E-01	6.2618E-01	6.2638E-01
38	6.2324E-01	6.2334E-01	6.2367E-01	6.2393E-01	6.2398E-01	6.5170E-01	6.2425E-01	6.2587E-01	6.2634E-01	6.2641E-01
39	6.2450E-01	6.2453E-01	6.2463E-01	6.2470E-01	6.2490E-01	6.5169E-01	6.2521E-01	6.2530E-01	6.2542E-01	6.2548E-01
40	6.1290E-01	6.1290E-01	6.1293E-01	6.1297E-01	6.1301E-01	6.4231E-01	6.1311E-01	6.1311E-01	6.1317E-01	6.1320E-01
41	6.0891E-01	6.0893E-01	6.0892E-01	6.0893E-01	6.0915E-01	6.2946E-01	6.0937E-01	6.0955E-01	6.0960E-01	6.0970E-01
42	5.8433E-01	5.8444E-01	5.8483E-01	5.8538E-01	5.8592E-01	6.3243E-01	5.8716E-01	5.8779E-01	5.8807E-01	5.8821E-01
43	5.7698E-01	5.7707E-01	5.7741E-01	5.7781E-01	5.7835E-01	6.1570E-01	5.7920E-01	5.8000E-01	5.8029E-01	5.8042E-01
44	5.7254E-01	5.7257E-01	5.7271E-01	5.7283E-01	5.7293E-01	6.1763E-01	5.7355E-01	5.7365E-01	5.7380E-01	5.7385E-01
45	5.6570E-01	5.6579E-01	5.6612E-01	5.6655E-01	5.6704E-01	5.9147E-01	5.6790E-01	5.6869E-01	5.6897E-01	5.6908E-01
46	5.5970E-01	5.5971E-01	5.5976E-01	5.5982E-01	5.5989E-01	5.8473E-01	5.6022E-01	5.6097E-01	5.6129E-01	5.6144E-01
47	5.5903E-01	5.5910E-01	5.5937E-01	5.5971E-01	5.6010E-01	5.6072E-01	5.6096E-01	5.6149E-01	5.6173E-01	5.6184E-01
48	5.5638E-01	5.5639E-01	5.5644E-01	5.5648E-01	5.5658E-01	5.5719E-01	5.5719E-01	5.5742E-01	5.5742E-01	5.5748E-01
49	5.2239E-01	5.2251E-01	5.2294E-01	5.2349E-01	5.2412E-01	5.6159E-01	5.2519E-01	5.2623E-01	5.2658E-01	5.2674E-01
50	5.1692E-01	5.1710E-01	5.1760E-01	5.1823E-01	5.1896E-01	5.4716E-01	5.2057E-01	5.2127E-01	5.2196E-01	5.2214E-01
51	5.0946E-01	5.0964E-01	5.0931E-01	5.0881E-01	5.0835E-01	5.2803E-01	5.1387E-01	5.1574E-01	5.1881E-01	5.1898E-01
52	5.0178E-01	5.0203E-01	5.0289E-01	5.0398E-01	5.0525E-01	5.2759E-01	5.0762E-01	5.0933E-01	5.0998E-01	5.1026E-01
53	4.8448E-01	4.8520E-01	4.8655E-01	4.8828E-01	4.9027E-01	5.1813E-01	4.9390E-01	4.9668E-01	4.9770E-01	4.9815E-01
54	4.2592E-01	4.2636E-01	4.2791E-01	4.2988E-01	4.3217E-01	4.6011E-01	4.3656E-01	4.3923E-01	4.4034E-01	4.4083E-01

CASE 1 FOR MIT VERUNREINIGUNG SIMPLE MODEL

OUTPUT GROUP	MUFT GROUPS	OVERALL FEW GROUP DATA						
		SIGMA-R	SIGMA-F	SIGMA-F	MU	SIGMA-F	P	RGE
1 OF 1	1 TO 54	0.012231	0.014973	0.002875	0.008080	0.550397	53.162	1.446198
1 OF 2	1 TO 25	0.002959	0.036311	0.001540	0.004291	0.924646	43.011	1.689378
2 OF 2	26 TO 54	0.033121	0.046709	0.005883	0.016617	0.595243	53.989	0.898286
1 OF 3	1 TO 10	0.003983	0.064945	0.002972	0.008232	0.942214	25.752	2.356629
2 OF 3	11 TO 25	0.002189	0.061614	0.004664	0.001328	0.966730	43.797	1.187853
3 OF 3	26 TO 54	0.033121	0.048708	0.005883	0.016617	0.595242	54.775	0.898286

INTERMEDIATE INTEGRALS							
OUTPUT GROUP	MUFT GROUPS	Absorption	FLUX	Fission	NU-Fission	SOURCE	CURRENT
1 OF 1	1 TO 54	0.443602	36.759766	0.105701	0.297079	0.939999	0.005316
1 OF 2	1 TO 25	0.075340	25.458669	0.039218	0.109255	0.999809	0.004301
2 OF 2	26 TO 54	0.374262	11.799896	0.066483	0.187774	0.000190	0.001015
1 OF 3	1 TO 10	0.043524	10.927386	0.024481	0.089958	0.753200	0.002575
2 OF 3	11 TO 25	0.038186	14.532483	0.006737	0.019296	2.46610	0.001726
3 OF 3	26 TO 54	0.374262	11.799896	0.066483	0.187774	0.000190	0.001015

I	MAX PIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL					
	GROUP	FLUX	24 GROUP CURRENT	EDT FIR	RHO	Q
1	0.344066	0.000137	0.052219	0.000001	0.000311	
2	0.965948	0.000364	0.009265	0.000003	0.002088	
3	2.184254	0.000777	0.026417	0.000009	0.007131	
4	3.478177	0.001006	0.062008	0.000017	0.017993	
5	4.622600	0.001154	0.110752	0.000027	0.036373	
6	6.977958	0.001939	0.196504	0.000047	0.023557	
7	6.087754	0.001473	0.264607	0.000058	0.046474	
8	6.217235	0.001484	0.251392	0.000069	0.061478	
9	6.290101	0.001125	0.425284	0.000073	0.084474	
10	5.844701	0.000863	0.492712	0.000073	0.105810	
11	7.476990	0.001175	0.619478	0.000085	0.063606	
12	5.871318	0.000989	0.696461	0.000088	0.055213	
13	7.718839	0.002405	0.694574	0.000076	0.111197	
14	4.956671	0.000610	0.769726	0.000079	0.074620	
15	4.243439	0.000335	0.819468	0.000080	0.051955	
16	2.573208	0.000440	0.848696	0.000079	0.086331	
17	3.146501	0.000172	0.865999	0.000078	0.041393	
18	2.308872	0.000370	0.879491	0.000075	0.077380	
19	2.527532	0.000278	0.888897	0.000073	0.033720	
20	2.295548	0.000248	0.895288	0.000070	0.030752	
21	2.061428	0.000211	0.901126	0.000066	0.026868	
22	1.832563	0.000180	0.904168	0.000062	0.024247	
23	1.661784	0.000152	0.905448	0.000059	0.021509	
24	1.582600	0.000141	0.905056	0.000056	0.021367	
25	1.566385	0.000137	0.903321	0.000054	0.021096	
26	1.550670	0.000136	0.899835	0.000053	0.020788	
27	1.535222	0.000134	0.895266	0.000052	0.020464	
28	1.504950	0.000130	0.889720	0.000052	0.019957	
29	1.476954	0.000131	0.882506	0.000052	0.018424	
30	1.448172	0.000129	0.871650	0.000051	0.019062	
31	1.422642	0.000125	0.859251	0.000050	0.018333	
32	1.393921	0.000123	0.845399	0.000049	0.018341	
33	1.365130	0.000123	0.819598	0.000049	0.018394	
34	1.314495	0.000118	0.826084	0.000048	0.017192	
35	1.307232	0.000116	0.814997	0.000048	0.017354	
36	1.274822	0.000116	0.801260	0.000047	0.016307	
37	1.296446	0.000116	0.753496	0.000047	0.017387	
38	1.295108	0.000116	0.707125	0.000046	0.017156	
39	1.275522	0.000111	0.766545	0.000045	0.015268	
40	1.269139	0.000113	0.761190	0.000045	0.017086	
41	1.065865	0.000104	0.731735	0.000044	0.013473	
42	1.188874	0.000105	0.718559	0.000043	0.015579	
43	1.148677	0.000107	0.705153	0.000042	0.014672	
44	1.166231	0.000104	0.700791	0.000042	0.016696	
45	0.811055	0.000087	0.651448	0.000039	0.009621	
46	1.074247	0.000094	0.640895	0.000039	0.018649	
47	1.076177	0.000095	0.638671	0.000038	0.018181	
48	1.065764	0.000094	0.636740	0.000038	0.014217	
49	1.052741	0.000093	0.633389	0.000037	0.013983	
50	1.051095	0.000097	0.631012	0.000037	0.014617	
51	1.041358	0.000091	0.628621	0.000037	0.013942	
52	1.034451	0.000089	0.624429	0.000036	0.013502	
53	0.567888	0.000066	0.551050	0.000033	0.005618	
54	0.608577	0.000071	0.538004	0.000032	0.012436	

E 1 MAX PIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL

= 5.502975E-01 N(11)PF = 2.970790E-01 TRU = 5.316190E-01  
 K-EFFECTIVE BULKING = 2.534411E-03 K-INFINITY = 1.140787E+00 K-EFFECTIVE RI INPUT BULKING = 1.140787E+00  
 OPTIC FOUR GROUP FLUXES, 1.005604E+01, 1.167447E+01, 9.891755E+00, 2.33108E+00

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL		ELEMENT NUMBER 8000. INTERMEDIATE INTEGRALS		
		GROUP	FISSION	NU-FISSION	SM. ABS.	RES. ABS.
	1	0.0	0.0	0.00079498	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.00048947	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.00019199	0.0	0.0
	4	0.0	0.0	0.00058410	0.0	0.0
	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL		ELEMENT NUMBER 8000. FEW GROUP DATA			
		OUTPUT GROUP	MULT GROUPS	SMOOTH SIGMA-A	RESONANCE SIGMA-A	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F
	1 OF 1	1 TO 54	0.00004789	0.0	0.0	0.0	0.0
	1 OF 2	1 TO 25	0.00006915	0.0	0.0	0.0	0.0
	2 OF 2	26 TO 54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1 OF 3	1 TO 10	0.00016111	0.0	0.0	0.0	0.0
	2 OF 3	11 TO 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3 OF 3	26 TO 54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL	ELEMENT NUMBER 28000. INTERMEDIATE INTEGRALS			
GROUP	FISSION	NU-FISSION	SM. ABS.	RES. ABS.	RES. FISSION	
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.0	0.0	0.0000044	0.0	0.0	
27	0.0	0.0	0.0000043	0.0	0.0	
28	0.0	0.0	0.0000042	0.0	0.0	
29	0.0	0.0	0.0000042	0.0	0.0	
30	0.0	0.0	0.0000081	0.0	0.0	
31	0.0	0.0	0.0000080	0.0	0.0	
32	0.0	0.0	0.0000117	0.0	0.0	
33	0.0	0.0	0.0000058	0.0	0.0	
34	0.0	0.0	0.0000073	0.0	0.0	
35	0.0	0.0	0.0000073	0.0	0.0	
36	0.0	0.0	0.0000089	0.0	0.0	
37	0.0	0.0	0.0000109	0.0	0.0	
38	0.0	0.0	0.0000109	0.0	0.0	
39	0.0	0.0	0.0000116	0.0	0.0	
40	0.0	0.0	0.0000142	0.0	0.0	
41	0.0	0.0	0.0000135	0.0	0.0	
42	0.0	0.0	0.0000160	0.0	0.0	
43	0.0	0.0	0.0000188	0.0	0.0	
44	0.0	0.0	0.0000213	0.0	0.0	
45	0.0	0.0	0.0000171	0.0	0.0	
46	0.0	0.0	0.0000246	0.0	0.0	
47	0.0	0.0	0.0000286	0.0	0.0	
48	0.0	0.0	0.0000330	0.0	0.0	
49	0.0	0.0	0.0000370	0.0	0.0	
50	0.0	0.0	0.0000413	0.0	0.0	
51	0.0	0.0	0.0000475	0.0	0.0	
52	0.0	0.0	0.0000520	0.0	0.0	
53	0.0	0.0	0.0000399	0.0	0.0	
54	0.0	0.0	0.0000622	0.0	0.0	

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL	ELEMENT NUMBER 28000. FEW GROUP DATA				
OUTPUT GROUP	MULT GROUPS	SMOOTH SIGMA-A	RESONANCE SIGMA-A	TOTAL SIGMA-A	SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	NU SIGMA-F
1 OF 1	1 TO 54	0.00000156	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 OF 2	1 TO 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 OF 2	26 TO 54	0.00000509	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 OF 3	1 TO 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 OF 3	11 TO 25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 OF 3	26 TO 54	0.00000509	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1 00X 001 VERKLEINIGUNG SAMPL. PROBL  
ELEMENT NUMBER 64000 INTERDENSITY INTEGRALS  
GROUP POSITION NO. POSITION OF ABS. RES. RES. FISS.

1	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	0	0	0.0000868	0.0	0.0	0.0
25	0	0	0.0001138	0.0	0.0	0.0
26	0	0	0.0001457	0.0	0.0	0.0
27	0	0	0.0001375	0.0	0.0	0.0
28	0	0	0.0001489	0.0	0.0	0.0
29	0	0	0.0001623	0.0	0.0	0.0
30	0	0	0.0001749	0.0	0.0	0.0
31	0	0	0.0002038	0.0	0.0	0.0
32	0	0	0.0002145	0.0	0.0	0.0
33	0	0	0.0002095	0.0	0.0	0.0
34	0	0	0.0002090	0.0	0.0	0.0
35	0	0	0.0002429	0.0	0.0	0.0
36	0	0	0.0002347	0.0	0.0	0.0
37	0	0	0.0002711	0.0000384	0.0	0.0
38	0	0	0.0	0.0002154	0.0	0.0
39	0	0	0.0	0.0001381	0.0	0.0
40	0	0	0.0	0.0002495	0.0	0.0
41	0	0	0.0	0.0002181	0.0	0.0
42	0	0	0.0	0.0002912	0.0	0.0
43	0	0	0.0	0.0002387	0.0	0.0
44	0	0	0.0	0.0002050	0.0	0.0
45	0	0	0.0	0.0002047	0.0	0.0
46	0	0	0.0002340	0.0002654	0.0	0.0
47	0	0	0.0002411	0.0	0.0	0.0
48	0	0	0.0002470	0.0	0.0	0.0
49	0	0	0.0002577	0.00013953	0.0	0.0
50	0	0	0.0002724	0.0002428	0.0	0.0
51	0	0	0.0002872	0.0	0.0	0.0
52	0	0	0.0002959	0.0	0.0	0.0
53	0	0	0.0002987	0.0	0.0	0.0
54	0	0	0.0002519	0.0	0.0	0.0

1 00X 001 VERKLEINIGUNG SAMPL. PROBL

ELEMENT NUMBER 64000 FEW GROUP DATA

UT GROUP	MULT GROUPS	SMOOTH SIGN-F	RESONANCE SIGN-F	TOTAL SIGN-F	RESONANCE SIGN-F	NO SIGN-F
OF 1	1 TO 54	0.00000685	0.00002786	0.0	0.0	0.0
OF 2	1 TO 25	0.00000078	0.0	0.0	0.0	0.0
OF 2	26 TO 54	0.00002052	0.00002557	0.0	0.0	0.0
OF 3	1 TO 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
OF 3	11 TO 25	0.00000137	0.0	0.0	0.0	0.0
OF 3	26 TO 54	0.00002052	0.00002557	0.0	0.0	0.0



BOX MIT VERUNREINIGUNG SIMPLE PROBL

ELEM. NR.	GROUP	EINSTEIN	SMOOTH	SIGMA-R	92235. INTERPREDIERTE INTEGRALS		RES	FISS.
					SPR.	MIS.		
1	0	00000759	0	00000711	0	00000770	0	0
2	0	00001611	0	00001611	0	00001661	0	0
3	0	00002749	0	00000861	0	00002579	0	0
4	0	00004444	0	00012317	0	00004747	0	0
5	0	00007492	0	00016324	0	00016370	0	0
6	0	00008919	0	00024894	0	00009808	0	0
7	0	00007896	0	00001300	0	00008741	0	0
8	0	00008803	0	00023328	0	00009872	0	0
9	0	00007896	0	00020532	0	00009871	0	0
10	0	00007090	0	00018256	0	00008149	0	0
11	0	00008831	0	00022576	0	00010167	0	0
12	0	00007747	0	00018019	0	00008897	0	0
13	0	00004508	0	00011310	0	00005355	0	0
14	0	00006318	0	00015794	0	00005791	0	0
15	0	00005646	0	00014058	0	00006853	0	0
16	0	00005033	0	00017421	0	00005034	0	0
17	0	00004658	0	00011534	0	00005769	0	0
18	0	00004413	0	00010903	0	00005519	0	0
19	0	00004274	0	00010421	0	00005333	0	0
20	0	00004101	0	00010106	0	00005277	0	0
21	0	00003821	0	00020335	0	00010692	0	0
22	0	00008626	0	00022187	0	00011250	0	0
23	0	00005278	0	00022784	0	00017411	0	0
24	0	00010965	0	00007691	0	00014932	0	0
25	0	00012973	0	00031838	0	00017922	0	0
26	0	00018427	0	00025861	0	00020341	0	0
27	0	00017202	0	00042282	0	00024408	0	0
28	0	00022017	0	00054119	0	00031517	0	0
29	0	00025692	0	00076808	0	00038490	0	0
30	0	00031879	0	00078458	0	00046257	0	0
31	0	00044061	0	00108307	0	00064284	0	0
32	0	00056184	0	00138101	0	00082366	0	0
33	0	00030012	0	00071868	0	00044117	0	0
34	0	00024012	0	00071312	0	00042720	0	0
35	0	00030727	0	00075527	0	00045420	0	0
36	0	00033131	0	00081584	0	00049024	0	0
37	0	00038917	0	00094237	0	00050690	0	0
38	0	00064545	0	00170941	0	00102925	0	0
39	0	00047708	0	00227877	0	0	0.00135070	0.00092708
40	0	00073379	0	00180465	0	0	0.00100006	0.00073379
41	0	00093424	0	00229710	0	0	0.00139695	0.00093424
42	0	00044704	0	00109882	0	0	0.00062491	0.00044704
43	0	00048147	0	00108604	0	0	0.00151943	0.00048147
44	0	00118638	0	00292524	0	0	0.00191909	0.00118638
45	0	00009133	0	00022990	0	0	0.00022773	0.00009133
46	0	00048538	0	00115200	0	0	0.00089274	0.00048538
47	0	00003057	0	00026746	0	0	0.00011875	0.00003057
48	0	00043713	0	00107447	0	0	0.00066272	0.00043713
49	0	00002025	0	00004979	0	0	0.00001140	0.00002025
50	0	00004188	0	00010294	0	0	0.00015007	0.00004188
51	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	00079201	0	00194676	0	0	0.00105108	0.00079201
53	0	00040318	0	00099245	0	0	0.00046188	0.00040318
54	0	00046515	0	00119249	0	0	0.00050171	0.00046515

BOX MIT VERUNREINIGUNG SIMPLE PROBL

ELEM. NR.	GROUP	EINSTEIN	SMOOTH	SIGMA-R	92235. FEU GROUP DATA		RES	FISS.	
					SPR.	MIS.			
01	1	1 TO 54	0	00025690	0	00029958	0.00036875	0.00018019	0.00091177
02	2	1 TO 25	0	00007688	0	0	0.00006324	0	0.00016321
03	2	26 TO 54	0	00005957	0	00097458	0.00105710	0.00058619	0.00259836
04	3	1 TO 10	0	00005671	0	0	0.00005136	0	0.00014218
05	3	11 TO 25	0	00005264	0	0	0.00007018	0	0.00017904
06	3	26 TO 54	0	00005957	0	00097458	0.00105710	0.00058619	0.00259836

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL		ELEMENT NUMBER 92236. INTERMEDIATE INTEGRALS		
GROUP	FISSTION	NU-FISSTION	SM. ABS.	RES. ABS.	RES. FISS.	
1	0.00000171	0.00000631	0.00000172	0.0	0.0	
2	0.00000257	0.00000878	0.00000261	0.0	0.0	
3	0.00000362	0.00001148	0.00000374	0.0	0.0	
4	0.00000577	0.00001727	0.00000602	0.0	0.0	
5	0.00000764	0.00002178	0.00000808	0.0	0.0	
6	0.00001178	0.00003228	0.00001257	0.0	0.0	
7	0.00000962	0.00002531	0.00001077	0.0	0.0	
8	0.00000939	0.00002422	0.00001161	0.0	0.0	
9	0.00000703	0.00001779	0.00001065	0.0	0.0	
10	0.00000344	0.00000852	0.00000744	0.0	0.0	
11	0.00000093	0.00000228	0.00000526	0.0	0.0	
12	0.0	0.0	0.00000323	0.0	0.0	
13	0.0	0.0	0.00000194	0.0	0.0	
14	0.0	0.0	0.00000251	0.0	0.0	
15	0.0	0.0	0.00000227	0.0	0.0	
16	0.0	0.0	0.00000198	0.0	0.0	
17	0.0	0.0	0.00000185	0.0	0.0	
18	0.0	0.0	0.00000178	0.0	0.0	
19	0.0	0.0	0.00000174	0.0	0.0	
20	0.0	0.0	0.00000174	0.0	0.0	
21	0.0	0.0	0.00000368	0.0	0.0	
22	0.0	0.0	0.00000420	0.0	0.0	
23	0.0	0.0	0.00000490	0.0	0.0	
24	0.0	0.0	0.00000579	0.0	0.0	
25	0.0	0.0	0.00000705	0.0	0.0	
26	0.0	0.0	0.00000855	0.0	0.0	
27	0.0	0.0	0.00001103	0.0	0.0	
28	0.0	0.0	0.00001467	0.0	0.0	
29	0.0	0.0	0.00002034	0.0	0.0	
30	0.0	0.0	0.00002698	0.0	0.0	
31	0.0	0.0	0.0	0.00003023	0.0	
32	0.0	0.0	0.0	0.00005480	0.0	
33	0.0	0.0	0.0	0.00000661	0.0	
34	0.0	0.0	0.0	0.00007409	0.0	
35	0.0	0.0	0.0	0.00006780	0.0	
36	0.0	0.0	0.0	0.00008421	0.0	
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
38	0.0	0.0	0.0	0.00015886	0.0	
39	0.0	0.0	0.0	0.00009979	0.0	
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
46	0.0	0.0	0.0	0.00200966	0.0	
47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL		ELEMENT NUMBER 92236. FEW GROUP DATA			
OUTPUT GROUP	NUFT GROUPS	SMOOTH SIGMA-A	RESONANCE SIGMA-A	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	NU SIGMA-F	
1 OF 1	1 TO 54	0.00000707	0.00007035	0.00000173	0.0	0.00000479	
1 OF 2	1 TO 25	0.00000700	0.0	0.00000249	0.0	0.00000691	
2 OF 2	26 TO 54	0.00000722	0.00022886	0.0	0.0	0.0	
1 OF 3	1 TO 10	0.00000689	0.0	0.00000573	0.0	0.00001590	
2 OF 3	11 TO 25	0.00000708	0.0	0.00000006	0.0	0.00000016	
3 OF 3	26 TO 54	0.00000722	0.00022886	0.0	0.0	0.0	

MAX INT VERKYLNINGU, SIMPLI FROM  
ELEMENT NUMBER 92238, INTERMEDIATE INTEGRALS

GROUP FISSION MU-FISSION SIG. HBS. RES. HBS. RES. FISS

1	0	0004190	0	00140198	0	0008365	0	0	0
2	0	0012144	0	00405115	0	0012760	0	0	0
3	0	0005623	0	0041228	0	0020915	0	0	0
4	0	00111675	0	0007742	0	0021825	0	0	0
5	0	0041818	0	0120571	0	0041244	0	0	0
6	0	0044163	0	01609771	0	0007234	0	0	0
7	0	00109724	0	0100017	0	0025203	0	0	0
8	0	00110292	0	00767757	0	0019205	0	0	0
9	0	0006551	0	00151375	0	00170064	0	0	0
10	0	0001654	0	00025258	0	00147769	0	0	0
11	0	00002209	0	00001702	0	00174027	0	0	0
12	0	00000593	0	00001424	0	00122583	0	0	0
13	0	0	0	0	0	00071635	0	0	0
14	0	0	0	0	0	00090781	0	0	0
15	0	0	0	0	0	00097400	0	0	0
16	0	0	0	0	0	00098673	0	0	0
17	0	0	0	0	0	00102019	0	0	0
18	0	0	0	0	0	00104152	0	0	0
19	0	0	0	0	0	00092046	0	00010032	0
20	0	0	0	0	0	00092142	0	00019132	0
21	0	0	0	0	0	00102912	0	00040630	0
22	0	0	0	0	0	00118735	0	00060782	0
23	0	0	0	0	0	00181288	0	00032410	0
24	0	0	0	0	0	0	0	00134634	0
25	0	0	0	0	0	0	0	00136043	0
26	0	0	0	0	0	0	0	00216189	0
27	0	0	0	0	0	0	0	00322303	0
28	0	0	0	0	0	0	0	00418836	0
29	0	0	0	0	0	0	0	00513838	0
30	0	0	0	0	0	0	0	00757740	0
31	0	0	0	0	0	00009843	0	00627198	0
32	0	0	0	0	0	00012491	0	00834858	0
33	0	0	0	0	0	00007441	0	00277111	0
34	0	0	0	0	0	00007968	0	00371614	0
35	0	0	0	0	0	00008979	0	00465292	0
36	0	0	0	0	0	00009977	0	00679777	0
37	0	0	0	0	0	00011511	0	0	0
38	0	0	0	0	0	00013040	0	0	0
39	0	0	0	0	0	00013474	0	02007044	0
40	0	0	0	0	0	00014276	0	0	0
41	0	0	0	0	0	00015658	0	00444496	0
42	0	0	0	0	0	00018918	0	0	0
43	0	0	0	0	0	00020970	0	0	0
44	0	0	0	0	0	00024805	0	0	0
45	0	0	0	0	0	00019268	0	04725695	0
46	0	0	0	0	0	00027988	0	0	0
47	0	0	0	0	0	00031675	0	0	0
48	0	0	0	0	0	00037357	0	0	0
49	0	0	0	0	0	00041270	0	0	0
50	0	0	0	0	0	00047386	0	0	0
51	0	0	0	0	0	00051949	0	0	0
52	0	0	0	0	0	00057892	0	0	0
53	0	0	0	0	0	00044899	0	0	0
54	0	0	0	0	0	00070949	0	0	0

MAX INT VERKYLNINGU, SIMPLI FROM

ELEMENT NUMBER 92238, FEW GROUP DATA

OUTPUT GROUP	MULTI GROUPS	SIMPSON SIGMA-A	RESONANCE SIGMA-A	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	MU SIGMA-F
1 OF 1	1 TO 54	0.00144498	0.00441665	0.00672143	0.0	0.00197461
1 OF 2	1 TO 25	0.00184078	0.00022536	0.00104163	0.0	0.00279325
2 OF 2	26 TO 54	0.00055431	0.01386059	0.0	0.0	0.0
1 OF 3	1 TO 10	0.00281730	0.0	0.0042342	0.0	0.0049968
2 OF 3	11 TO 25	0.00110942	0.00019481	0.00002262	0.0	0.00006678
3 OF 3	26 TO 54	0.00055431	0.01386059	0.0	0.0	0.0

CASE 1 NOK MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL  
 ELEMENT NUMBER 94238. INTERMEDIATE INTEGRALS  
 GROUP FISSION NU-FISSION SM. ABS. RES. ABS. RES. FISSION

1	0.00000008	0.00000030	0.00000008	0.0	0.0
2	0.00000023	0.00000082	0.00000023	0.0	0.0
3	0.00000053	0.00000178	0.00000053	0.0	0.0
4	0.00000083	0.00000269	0.00000084	0.0	0.0
5	0.00000106	0.00000331	0.00000106	0.0	0.0
6	0.00000149	0.0000045	0.00000151	0.0	0.0
7	0.00000122	0.00000363	0.00000123	0.0	0.0
8	0.00000137	0.00000401	0.00000138	0.0	0.0
9	0.00000119	0.00000345	0.00000122	0.0	0.0
10	0.00000109	0.00000311	0.00000111	0.0	0.0
11	0.00000135	0.00000381	0.00000138	0.0	0.0
12	0.00000094	0.00000265	0.00000098	0.0	0.0
13	0.00000045	0.00000125	0.00000048	0.0	0.0
14	0.00000045	0.00000127	0.00000050	0.0	0.0
15	0.00000031	0.00000085	0.00000035	0.0	0.0
16	0.00000021	0.00000057	0.00000025	0.0	0.0
17	0.00000016	0.00000043	0.00000020	0.0	0.0
18	0.00000013	0.00000037	0.00000018	0.0	0.0
19	0.00000011	0.00000031	0.00000016	0.0	0.0
20	0.00000011	0.00000029	0.00000016	0.0	0.0
21	0.00000021	0.00000058	0.00000033	0.0	0.0
22	0.00000022	0.00000062	0.00000037	0.0	0.0
23	0.00000027	0.00000074	0.00000045	0.0	0.0
24	0.00000028	0.00000076	0.00000045	0.00000016	0.0
25	0.00000009	0.00000015	0.00000007	0.00000025	0.0
26	0.00000005	0.00000014	0.00000006	0.00000039	0.0
27	0.00000004	0.00000012	0.00000006	0.00000060	0.0
28	0.00000004	0.00000011	0.00000005	0.00000090	0.0
29	0.00000004	0.00000010	0.00000004	0.00000135	0.0
30	0.00000003	0.00000009	0.00000004	0.00000201	0.0
31	0.00000003	0.00000008	0.00000003	0.00000296	0.0
32	0.00000008	0.00000026	0.00000002	0.00000424	0.00000096
33	0.00000035	0.00000095	0.0	0.00000495	0.00000035
34	0.00000092	0.00000253	0.0	0.00000658	0.00000092
35	0.00000040	0.00000111	0.0	0.00000356	0.00000040
36	0.00000017	0.00000047	0.0	0.00000094	0.00000017
37	0.00000006	0.00000017	0.0	0.00000080	0.00000006
38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	0.00000071	0.00000194	0.0	0.0001709	0.00000071
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	0.00000065	0.00000178	0.0	0.00000355	0.00000065
45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	0.00000044	0.00000122	0.0	0.0001391	0.00000044
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	0.00000001	0.00000004	0.00000001	0.0	0.0
54	0.00000005	0.00000013	0.00000018	0.0	0.0

CASE 1 NOK MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL  
 ELEMENT NUMBER 94238. FEW GROUP DATA

OUTPUT GROUP	NUFT GROUPS	SMOOTH SIGMA-R	RESONANCE SIGMA-R	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	NU SIGMA-F
1 OF 1	1 TO 54	0.00000049	0.00000184	0.00000052	0.00000013	0.00000152
1 OF 2	1 TO 25	0.00000061	0.00000002	0.00000056	0.0	0.00000186
2 OF 2	26 TO 54	0.00000022	0.00000530	0.00000044	0.00000041	0.00000121
1 OF 3	1 TO 10	0.00000084	0.0	0.00000083	0.0	0.00000253
2 OF 3	11 TO 25	0.00000043	0.00000003	0.00000036	0.0	0.00000101
3 OF 3	26 TO 54	0.00000022	0.00000530	0.00000044	0.00000041	0.00000121

LINE	I	NOX MIT VERKLEINERUNG SAMPLE PROBL	ELEMENT NUMBER	84239	INTERMEDIATE INTEGRALS	RES. 1155
GROUP	1	GROUPS	SIGNATURE	RES. 1155	RES. 1155	RES. 1155
1	0.00004168	0.00016876	0.00004171	0.0	0.0	0.0
2	0.00010077	0.00018044	0.00010090	0.0	0.0	0.0
3	0.00020070	0.00037156	0.00020092	0.0	0.0	0.0
4	0.00030081	0.00055787	0.00030178	0.0	0.0	0.0
5	0.00040031	0.00073500	0.00040019	0.0	0.0	0.0
6	0.00050098	0.00110833	0.00050094	0.0	0.0	0.0
7	0.00060087	0.00150202	0.00060089	0.0	0.0	0.0
8	0.00070081	0.00189136	0.00070085	0.0	0.0	0.0
9	0.00080087	0.00227527	0.00080084	0.0	0.0	0.0
10	0.00090081	0.00265888	0.00090086	0.0	0.0	0.0
11	0.00100081	0.00304064	0.00100085	0.0	0.0	0.0
12	0.00110081	0.00342077	0.00110085	0.0	0.0	0.0
13	0.00120081	0.00379959	0.00120087	0.0	0.0	0.0
14	0.00130081	0.00417612	0.00130089	0.0	0.0	0.0
15	0.00140081	0.00455030	0.00140091	0.0	0.0	0.0
16	0.00150081	0.00492222	0.00150093	0.0	0.0	0.0
17	0.00160081	0.00529188	0.00160095	0.0	0.0	0.0
18	0.00170081	0.00565920	0.00170097	0.0	0.0	0.0
19	0.00180081	0.00602418	0.00180100	0.0	0.0	0.0
20	0.00190081	0.00638682	0.00190102	0.0	0.0	0.0
21	0.00200081	0.00674714	0.00200105	0.0	0.0	0.0
22	0.00210081	0.00710514	0.00210107	0.0	0.0	0.0
23	0.00220081	0.00746082	0.00220110	0.0	0.0	0.0
24	0.00230081	0.00781418	0.00230112	0.0	0.0	0.0
25	0.00240081	0.00816522	0.00240115	0.0	0.0	0.0
26	0.00250081	0.00851394	0.00250117	0.0	0.0	0.0
27	0.00260081	0.00886036	0.00260120	0.0	0.0	0.0
28	0.00270081	0.00920448	0.00270122	0.0	0.0	0.0
29	0.00280081	0.00954630	0.00280125	0.0	0.0	0.0
30	0.00290081	0.00988592	0.00290127	0.0	0.0	0.0
31	0.00300081	0.01022334	0.00300130	0.0	0.0	0.0
32	0.00310081	0.01055856	0.00310132	0.0	0.0	0.0
33	0.00320081	0.01089158	0.00320135	0.0	0.0	0.0
34	0.00330081	0.01122240	0.00330137	0.0	0.0	0.0
35	0.00340081	0.01155102	0.00340140	0.0	0.0	0.0
36	0.00350081	0.01187744	0.00350142	0.0	0.0	0.0
37	0.00360081	0.01220166	0.00360145	0.0	0.0	0.0
38	0.00370081	0.01252368	0.00370147	0.0	0.0	0.0
39	0.00380081	0.01284350	0.00380150	0.0	0.0	0.0
40	0.00390081	0.01316112	0.00390152	0.0	0.0	0.0
41	0.00400081	0.01347654	0.00400155	0.0	0.0	0.0
42	0.00410081	0.01378976	0.00410157	0.0	0.0	0.0
43	0.00420081	0.01410078	0.00420160	0.0	0.0	0.0
44	0.00430081	0.01440960	0.00430162	0.0	0.0	0.0
45	0.00440081	0.01471622	0.00440165	0.0	0.0	0.0
46	0.00450081	0.01502064	0.00450167	0.0	0.0	0.0
47	0.00460081	0.01532286	0.00460170	0.0	0.0	0.0
48	0.00470081	0.01562288	0.00470172	0.0	0.0	0.0
49	0.00480081	0.01592070	0.00480175	0.0	0.0	0.0
50	0.00490081	0.01621632	0.00490177	0.0	0.0	0.0
51	0.00500081	0.01650974	0.00500180	0.0	0.0	0.0
52	0.00510081	0.01680096	0.00510182	0.0	0.0	0.0
53	0.00520081	0.01708998	0.00520185	0.0	0.0	0.0
54	0.00530081	0.01737680	0.00530187	0.0	0.0	0.0

LINE	I	NOX MIT VERKLEINERUNG SAMPLE PROBL	ELEMENT NUMBER	84239	FELD GROUP DATA	RESONANCE SIGNATURE	TOTAL SIGNATURE	NO SIGNATURE
GROUP	1	GROUPS	SIGNATURE	RES. 1155	RES. 1155	RES. 1155	RES. 1155	RES. 1155
1 OF 1	1 TO 54	0.00127723	0.00174963	0.00158391	0.00089701	0.00461710		
1 OF 2	1 TO 25	0.00040766	0.0	0.00036898	0.0	0.0012354		
2 OF 2	26 TO 54	0.00323646	0.00406519	0.00432129	0.00226745	0.01248850		
1 OF 3	1 TO 10	0.00039748	0.0	0.00039793	0.0	0.00125407		
2 OF 3	11 TO 25	0.00041531	0.0	0.00035097	0.0	0.00107541		
3 OF 3	26 TO 54	0.00323646	0.00406519	0.00432129	0.00226745	0.01248850		

CASE 1		MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL		ELEMENT NUMBER 94240. INTERMEDIATE INTEGRALS			
GROUP	FISSION	NU-FISSION	SM. ABS.	RES. HBS.	RES. FISS.		
1	0.00000880	0.00003477	0.00000886	0.0	0.0		
2	0.00002147	0.00007940	0.00002188	0.0	0.0		
3	0.00003923	0.00013913	0.00003985	0.0	0.0		
4	0.00006270	0.00021368	0.00006381	0.0	0.0		
5	0.00008954	0.00029495	0.00009128	0.0	0.0		
6	0.00017026	0.00054569	0.00017469	0.0	0.0		
7	0.00011062	0.00034678	0.00011678	0.0	0.0		
8	0.00013250	0.00040825	0.00014284	0.0	0.0		
9	0.00011954	0.00036329	0.00013402	0.0	0.0		
10	0.00009576	0.00031219	0.00011554	0.0	0.0		
11	0.00008422	0.00029300	0.00010908	0.0	0.0		
12	0.00004248	0.00012573	0.00005920	0.0	0.0		
13	0.00001222	0.00003600	0.00002189	0.0	0.0		
14	0.00000983	0.00002881	0.00002311	0.0	0.0		
15	0.00000672	0.00001965	0.00001912	0.0	0.0		
16	0.00000408	0.00001189	0.00001601	0.0	0.0		
17	0.00000273	0.00000795	0.00001484	0.0	0.0		
18	0.00000270	0.00000639	0.00001491	0.0	0.0		
19	0.00000150	0.00000551	0.00001531	0.0	0.0		
20	0.00000171	0.00000497	0.00001618	0.0	0.0		
21	0.00000301	0.00000881	0.00003562	0.0	0.0		
22	0.00000166	0.00000481	0.00003806	0.0	0.0		
23	0.00000050	0.00000145	0.00003872	0.0	0.0		
24	0.00000018	0.00000051	0.00004169	0.0	0.0		
25	0.00000005	0.00000014	0.00004504	0.0	0.0		
26	0.0	0.0	0.00004596	0.0	0.0		
27	0.0	0.0	0.00005443	0.0	0.0		
28	0.0	0.0	0.00010419	0.0	0.0		
29	0.0	0.0	0.00018248	0.0	0.0		
30	0.0	0.0	0.00026681	0.0	0.0		
31	0.0	0.0	0.00039080	0.0	0.0		
32	0.0	0.0	0.00056491	0.0	0.0		
33	0.0	0.0	0.00037487	0.0	0.0		
34	0.0	0.0	0.00022551	0.00064376	0.0		
35	0.0	0.0	0.00021332	0.00025488	0.0		
36	0.0	0.0	0.00003122	0.00123054	0.0		
37	0.0	0.0	0.00000381	0.0	0.0		
38	0.0	0.0	0.00000431	0.00125395	0.0		
39	0.0	0.0	0.00000445	0.0	0.0		
40	0.0	0.0	0.00000539	0.0	0.0		
41	0.00000015	0.00000045	0.00000517	0.00089191	0.00000015		
42	0.0	0.0	0.00000625	0.0	0.0		
43	0.0	0.0	0.00000693	0.0	0.0		
44	0.0	0.0	0.00000820	0.0	0.0		
45	0.0	0.0	0.00000648	0.0	0.0		
46	0.0	0.0	0.00000929	0.0	0.0		
47	0.0	0.0	0.00001097	0.0	0.0		
48	0.0	0.0	0.00001235	0.0	0.0		
49	0.0	0.0	0.00001386	0.0	0.0		
50	0.0	0.0	0.00001552	0.0	0.0		
51	0.00000102	0.00000006	0.00001787	0.0	0.0		
52	0.00000045	0.00000111	0.00001962	0.0	0.0		
53	0.00001840	0.00004741	0.00001811	0.7809800	0.00001310		
54	0.00000007	0.00000020	0.00002351	0.0	0.0		

CASE 1		MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL		ELEMENT NUMBER 94240. FEW GROUP DATA			
OUTPUT GROUP	MUFT GROUPS	SMOOTH SIGMA-A	RESONANCE SIGMA-A	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	NU SIGMA-F	
1 OF 1	1 TO 54	0.00011060	0.00224085	0.00002832	0.00000036	0.00009093	
1 OF 2	1 TO 25	0.00005570	0.0	0.00004022	0.0	0.00012935	
2 OF 2	26 TO 54	0.00023431	0.00728971	0.00000151	0.00000117	0.00000437	
1 OF 3	1 TO 10	0.00008322	0.0	0.00007783	0.0	0.00025053	
2 OF 3	11 TO 25	0.00003501	0.0	0.00001184	0.0	0.00003823	
3 OF 3	26 TO 54	0.00023431	0.00728971	0.00000151	0.00000117	0.00000437	

CASE 1		MAX HIT VELOCITY INTEGRAL SMOOTH PROB1						
		ELEMENT NUMBER 94241, INTEGRAL OF INTEGRALS						
GROUP	F155109	NO F155109	RES	RES	RES	F155109	RES F155109	
1	0.00000282	0.00000764	0.00000187	0.0	0.0	0.0	0.0	
2	0.00000247	0.00000719	0.00000478	0.0	0.0	0.0	0.0	
3	0.00000286	0.00000752	0.00000747	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	0.00000248	0.00000484	0.00001752	0.0	0.0	0.0	0.0	
5	0.00001683	0.00005817	0.00009141	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0.00001786	0.00009039	0.0000714	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0.00002505	0.00008230	0.00005509	0.0	0.0	0.0	0.0	
8	0.00002897	0.00009268	0.0000907	0.0	0.0	0.0	0.0	
9	0.00002474	0.00007880	0.0000516	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	0.00001159	0.00000867	0.0000075	0.0	0.0	0.0	0.0	
11	0.00002761	0.00008628	0.0000901	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	0.00001190	0.00000804	0.0000339	0.0	0.0	0.0	0.0	
13	0.00001386	0.00002469	0.00001502	0.0	0.0	0.0	0.0	
14	0.00004870	0.00005750	0.00002056	0.0	0.0	0.0	0.0	
15	0.00001811	0.00005551	0.00001993	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	0.00001648	0.00005039	0.00001822	0.0	0.0	0.0	0.0	
17	0.00001588	0.00004808	0.00001781	0.0	0.0	0.0	0.0	
18	0.00001608	0.00004899	0.00001782	0.0	0.0	0.0	0.0	
19	0.00001671	0.00004921	0.00001787	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.00001588	0.00004851	0.00001782	0.0	0.0	0.0	0.0	
21	0.00001376	0.00002023	0.00003771	0.0	0.0	0.0	0.0	
22	0.00001608	0.00004899	0.00001782	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	0.00002513	0.00008654	0.0000467	0.0	0.0	0.0	0.0	
24	0.00003584	0.00008996	0.0000491	0.0	0.0	0.0	0.0	
25	0.00003914	0.00011560	0.00004586	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	0.00004076	0.00012350	0.00005036	0.0	0.0	0.0	0.0	
27	0.00004127	0.00014388	0.00005991	0.0	0.0	0.0	0.0	
28	0.00005905	0.00017891	0.00007466	0.0	0.0	0.0	0.0	
29	0.00006819	0.00020662	0.00008871	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	0.00002825	0.00009769	0.00013157	0.0	0.0	0.0	0.0	
31	0.00041588	0.00043800	0.00018425	0.0	0.0	0.0	0.0	
32	0.00029151	0.00033028	0.00024439	0.0	0.0	0.0	0.0	
33	0.00011179	0.00093844	0.00013695	0.0	0.0	0.0	0.0	
34	0.00000295	0.00023205	0.00010026	0.0	0.0	0.0	0.0	
35	0.00001982	0.00051456	0.00020193	0.0	0.0	0.0	0.0	
36	0.00024802	0.00044849	0.00016343	0.0	0.0	0.0	0.0	
37	0.00012628	0.00041286	0.00008851	0.00006871	0.00006245	0.00009510	0.00009510	
38	0.00009810	0.00024817	0.00000889	0.00011759	0.00009510	0.00011246	0.00011246	
39	0.00015815	0.00047421	0.00004985	0.00013400	0.00011246	0.00014714	0.00014714	
40	0.00017598	0.00117421	0.00003023	0.00039110	0.00014714	0.00019281	0.00019281	
41	0.00018759	0.0005034	0.00002198	0.00025686	0.00019281	0.00006508	0.00006508	
42	0.00006806	0.00001823	0.00004492	0.00003111	0.00006508	0.00022862	0.00022862	
43	0.00017862	0.00069273	0.00001152	0.00085162	0.00022862	0.00051088	0.00051088	
44	0.00053917	0.00160139	0.00002159	0.00065384	0.00051088	0.00071487	0.00071487	
45	0.00011404	0.00095153	0.00009917	0.00030535	0.00071487	0.00131059	0.00131059	
46	0.00111059	0.00397108	0.0	0.00134945	0.00131059	0.00061393	0.00061393	
47	0.00061393	0.00186020	0.0	0.00105062	0.0	0.0	0.0	
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
50	0.0	0.0	0.00000018	0.0	0.0	0.0	0.0	
51	0.0	0.0	0.00000107	0.0	0.0	0.0	0.0	
52	0.0	0.0	0.00000269	0.0	0.0	0.0	0.0	
53	0.0	0.0	0.00000457	0.0	0.0	0.0	0.0	
54	0.0	0.0	0.00001733	0.0	0.0	0.0	0.0	

CASE 1		MAX HIT VELOCITY INTEGRAL SMOOTH PROB1						
		ELEMENT NUMBER 94241, FEW GROUP DATA						
OUTPUT GROUP	MULTI GROUPS	SMOOTH SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	NO SIGMA-F	NO SIGMA-F	
1 OF 1	1 TO 54	0.00006502	0.00014804	0.0001e881	0.00011601	0.00051319	0.00051319	
1 OF 2	1 TO 25	0.00002286	0.0	0.00002085	0.0	0.00006560	0.00006560	
2 OF 2	26 TO 54	0.00016048	0.00048158	0.00050220	0.00037739	0.00157166	0.00157166	
1 OF 3	1 TO 10	0.00001583	0.0	0.00001563	0.0	0.00005225	0.00005225	
2 OF 3	11 TO 25	0.00002779	0.0	0.00002477	0.0	0.00007564	0.00007564	
3 OF 3	26 TO 54	0.00018048	0.00048158	0.00050220	0.00037739	0.00157166	0.00157166	

CASE	1	BOX MIT VERKUNDEINIGUNG SAMPLE PROBL		ELEMENT NUMBER 94242. INTERMEDIATE INTEGRALS		
		GROUP	FISSION	NU-FISSION	SP. ABS.	RES. ABS.
1	0.00000029	0.00000113	0.00000029	0.0	0.0	0.0
2	0.00000090	0.00000297	0.00000081	0.0	0.0	0.0
3	0.00000166	0.00000589	0.00000167	0.0	0.0	0.0
4	0.00000264	0.00000900	0.00000265	0.0	0.0	0.0
5	0.00000352	0.00001158	0.00000355	0.0	0.0	0.0
6	0.00000441	0.00001482	0.00000449	0.0	0.0	0.0
7	0.00000462	0.00001115	0.00000373	0.0	0.0	0.0
8	0.00000441	0.00001342	0.00000453	0.0	0.0	0.0
9	0.00000427	0.00001791	0.00000441	0.0	0.0	0.0
10	0.00000273	0.00000819	0.00000292	0.0	0.0	0.0
11	0.00000277	0.00000825	0.00000309	0.0	0.0	0.0
12	0.00000109	0.00000322	0.00000129	0.0	0.0	0.0
13	0.00000039	0.00000087	0.00000048	0.0	0.0	0.0
14	0.00000021	0.00000061	0.00000046	0.0	0.0	0.0
15	0.00000010	0.00000028	0.00000022	0.0	0.0	0.0
16	0.00000006	0.00000018	0.00000026	0.0	0.0	0.0
17	0.00000004	0.00000012	0.00000022	0.0	0.0	0.0
18	0.00000003	0.00000010	0.00000021	0.0	0.0	0.0
19	0.00000003	0.00000009	0.00000020	0.0	0.0	0.0
20	0.00000003	0.00000008	0.00000022	0.0	0.0	0.0
21	0.00000006	0.00000018	0.00000012	0.0	0.0	0.0
22	0.00000007	0.00000019	0.00000066	0.0	0.0	0.0
23	0.00000008	0.00000021	0.00000075	0.0	0.0	0.0
24	0.00000009	0.00000025	0.00000091	0.0	0.0	0.0
25	0.00000009	0.00000024	0.00000117	0.0	0.0	0.0
26	0.00000003	0.00000007	0.00000155	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.00000235	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.00000357	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.00000533	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.00000784	0.0	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.00001142	0.0	0.0	0.0
32	0.0	0.0	0.00001627	0.0	0.0	0.0
33	0.0	0.0	0.0	0.0000706	0.0	0.0
34	0.0	0.0	0.0	0.0000891	0.0	0.0
35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	0.0	0.0	0.0	0.0000861	0.0	0.0
37	0.0	0.0	0.0	0.0000803	0.0	0.0
38	0.0	0.0	0.0	0.0000219	0.0	0.0
39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	0.0	0.0	0.0	0.0000525	0.0	0.0
42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	0.0	0.0	0.0	0.00163538	0.0	0.0
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CASE	1	BOX MIT VERKUNDEINIGUNG SAMPLE PROBL		ELEMENT NUMBER 94242. FEW GROUP DATA			
		OUTPUT GROUP	MULT GROUPS	SMOOTH SIGMA-R	RESONANCE SIGMA-R	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F
1 OF 1	1 TO 54	0.00000253	0.00004694	0.00000092	0.0	0.0000288	
1 OF 2	1 TO 25	0.00000176	0.0	0.0000132	0.0	0.00000416	
2 OF 2	26 TO 54	0.00000428	0.00015270	0.00000000	0.0	0.00000001	
1 OF 3	1 TO 10	0.00000269	0.0	0.00000262	0.0	0.00000833	
2 OF 3	11 TO 25	0.00000106	0.0	0.00000035	0.0	0.00000102	
3 OF 3	26 TO 54	0.00000428	0.00015270	0.00000000	0.0	0.00000001	

CASE	1	FOR MIT VERKLEINERUNG SAMPLE PROBL.		ELEMENT NUMBER 95241. INTERMEDIATE INTEGRALS.				
		GROUP	F152104	N1-F152104	IN. ABS.	KYE. ABS.	RES. FISS.	
1	0	00000000	0	00000090	0	00000000	0	0
2	0	00000000	0	00000007	0	00000000	0	0
3	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
4	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
5	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
6	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
7	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
8	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
9	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
10	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
11	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
12	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
13	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
14	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
15	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
16	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
17	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
18	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
19	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
20	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
21	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
22	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
23	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
24	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
25	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
26	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
27	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
28	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
29	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
30	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
31	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
32	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
33	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
34	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
35	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
36	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
37	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
38	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
39	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
40	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
41	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
42	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
43	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
44	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
45	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
46	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
47	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
48	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
49	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
50	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
51	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
52	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
53	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0
54	0	00000000	0	00000000	0	00000000	0	0

CASE	1	FOR MIT VERKLEINERUNG SAMPLE PROBL.		ELEMENT NUMBER 95241. FEW GROUP DATA					
		OUTPUT GROUP	FEW GROUPS	SMOOTH SIGN-R	RESONANCE SIGN-R	TOTAL SIGN-R	RESONANCE SIGN-F	NO SIGN-F	
1 OF 1	1 TO 54	0	00000690	0	00002038	0	00000083	0	00000274
1 OF 2	1 TO 25	0	00000102	0	0	0	00000072	0	0
2 OF 2	26 TO 54	0	00000216	0	00000630	0	00000107	0	00000331
1 OF 3	1 TO 10	0	00000143	0	0	0	00000141	0	0
2 OF 3	11 TO 25	0	00000071	0	0	0	00000020	0	0
3 OF 3	26 TO 54	0	00000216	0	00000630	0	00000107	0	00000331

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL	ELEMENT NUMBER 40000. INTERMEDIATE INTEGRALS	
GROUP	FISSION	NU-FISSION	SM. ABS.	RES. ABS. RES. FISS.
1	0.0	0.0	0.00006677	0.0 0.0
2	0.0	0.0	0.00018710	0.0 0.0
3	0.0	0.0	0.00044442	0.0 0.0
4	0.0	0.0	0.00067627	0.0 0.0
5	0.0	0.0	0.00075022	0.0 0.0
6	0.0	0.0	0.00045313	0.0 0.0
7	0.0	0.0	0.00009256	0.0 0.0
8	0.0	0.0	0.00010516	0.0 0.0
9	0.0	0.0	0.00009592	0.0 0.0
10	0.0	0.0	0.00008906	0.0 0.0
11	0.0	0.0	0.00011392	0.0 0.0
12	0.0	0.0	0.00009111	0.0 0.0
13	0.0	0.0	0.00005605	0.0 0.0
14	0.0	0.0	0.00007532	0.0 0.0
15	0.0	0.0	0.00006468	0.0 0.0
16	0.0	0.0	0.00005426	0.0 0.0
17	0.0	0.0	0.00004785	0.0 0.0
18	0.0	0.0	0.00004260	0.0 0.0
19	0.0	0.0	0.00003840	0.0 0.0
20	0.0	0.0	0.00004972	0.0 0.0
21	0.0	0.0	0.00013401	0.0 0.0
22	0.0	0.0	0.00015879	0.0 0.0
23	0.0	0.0	0.00014398	0.0 0.0
24	0.0	0.0	0.00013704	0.0 0.0
25	0.0	0.0	0.00013566	0.00000669 0.0
26	0.0	0.0	0.00012422	0.00001741 0.0
27	0.0	0.0	0.00008635	0.00004567 0.0
28	0.0	0.0	0.00001629	0.00013797 0.0
29	0.0	0.0	0.00000320	0.0 0.0
30	0.0	0.0	0.00000367	0.00063480 0.0
31	0.0	0.0	0.00000462	0.00267014 0.0
32	0.0	0.0	0.00000579	0.0 0.0
33	0.0	0.0	0.00000354	0.0 0.0
34	0.0	0.0	0.00000380	0.0 0.0
35	0.0	0.0	0.00000427	0.0 0.0
36	0.0	0.0	0.00000472	0.0 0.0
37	0.0	0.0	0.00000544	0.0 0.0
38	0.0	0.0	0.00000615	0.0 0.0
39	0.0	0.0	0.00000635	0.0 0.0
40	0.0	0.0	0.00000770	0.0 0.0
41	0.0	0.0	0.00000736	0.0 0.0
42	0.0	0.0	0.00000891	0.0 0.0
43	0.0	0.0	0.00000989	0.0 0.0
44	0.0	0.0	0.00001167	0.0 0.0
45	0.0	0.0	0.00000922	0.0 0.0
46	0.0	0.0	0.00001320	0.0 0.0
47	0.0	0.0	0.00001551	0.0 0.0
48	0.0	0.0	0.00001765	0.0 0.0
49	0.0	0.0	0.00001981	0.0 0.0
50	0.0	0.0	0.00002241	0.0 0.0
51	0.0	0.0	0.00002585	0.0 0.0
52	0.0	0.0	0.00002745	0.0 0.0
53	0.0	0.0	0.00002144	0.0 0.0
54	0.0	0.0	0.00003391	0.0 0.0

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SAMPLE PROBL	ELEMENT NUMBER 40000. FEW GROUP DATA			
OUTPUT GROUP	NUFT GROUPS	SMOOTH SIGMA-R	RESONANCE SIGMA-R	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	NU SIGMA-F
1 OF 1	1 TO 54	0.00013071	0.00009554	0.0	0.0	0.0
1 OF 2	1 TO 25	0.00016829	0.00000026	0.0	0.0	0.0
2 OF 2	26 TO 54	0.00004605	0.00031021	0.0	0.0	0.0
1 OF 3	1 TO 10	0.00026911	0.0	0.0	0.0	0.0
2 OF 3	11 TO 25	0.00009248	0.00000046	0.0	0.0	0.0
3 OF 3	26 TO 54	0.00004605	0.00031021	0.0	0.0	0.0

GROUP	FISSION	NU-FISSION	5010, INTERMEDIATE INTEGRALS	RES. HBS.	RES. FISS
1	0.0	0.0	0.00000003	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.00000009	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.00000022	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.00000070	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.00000034	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.00000081	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.00000119	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.00000108	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.00000070	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.00000081	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.00000158	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.00000185	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.00000137	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.00000225	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.00000230	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.00000234	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.00000256	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.00000287	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.00000306	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.00000321	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.00000313	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.00000806	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.00000894	0.0	0.0
24	0.0	0.0	0.00001066	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.00001153	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.00001722	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.00002187	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.00002759	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.00003474	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.00004175	0.0	0.0
31	0.0	0.0	0.00005525	0.0	0.0
32	0.0	0.0	0.00005958	0.0	0.0
33	0.0	0.0	0.00004145	0.0	0.0
34	0.0	0.0	0.00004468	0.0	0.0
35	0.0	0.0	0.00005048	0.0	0.0
36	0.0	0.0	0.00005551	0.0	0.0
37	0.0	0.0	0.00005193	0.0	0.0
38	0.0	0.0	0.00007532	0.0	0.0
39	0.0	0.0	0.00007442	0.0	0.0
40	0.0	0.0	0.00009010	0.0	0.0
41	0.0	0.0	0.00008644	0.0	0.0
42	0.0	0.0	0.00011480	0.0	0.0
43	0.0	0.0	0.00011616	0.0	0.0
44	0.0	0.0	0.00013705	0.0	0.0
45	0.0	0.0	0.00010844	0.0	0.0
46	0.0	0.0	0.00015457	0.0	0.0
47	0.0	0.0	0.00018290	0.0	0.0
48	0.0	0.0	0.00020702	0.0	0.0
49	0.0	0.0	0.00023219	0.0	0.0
50	0.0	0.0	0.00026315	0.0	0.0
51	0.0	0.0	0.00029210	0.0	0.0
52	0.0	0.0	0.00032514	0.0	0.0
53	0.0	0.0	0.00037244	0.0	0.0
54	0.0	0.0	0.00040078	0.0	0.0

OUTPUT GROUP	NUFT GROUPS	SMOOTH SIGMA-A	RESONANCE SIGMA-A	TOTAL SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	NU SIGMA-F
1 OF 1	1 TO 54	0.00010089	0.0	0.0	0.0	0.0
1 OF 2	1 TO 25	0.00000303	0.0	0.0	0.0	0.0
2 OF 2	26 TO 54	0.00032073	0.0	0.0	0.0	0.0
1 OF 3	1 TO 10	0.00000050	0.0	0.0	0.0	0.0
2 OF 3	11 TO 25	0.00000494	0.0	0.0	0.0	0.0
3 OF 3	26 TO 54	0.00032073	0.0	0.0	0.0	0.0

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SIMPLE PROBL		1001. INTERMEDIATE INTEGRALS		
		ELEMENT NUMBER				
		GROUP	FISSION	NU-FISSION	SM. ABS.	RES. ABS. RES. FISS.
		1	0.0	0.0	0.00000004	0.0 0.0
		2	0.0	0.0	0.00000014	0.0 0.0
		3	0.0	0.0	0.00000035	0.0 0.0
		4	0.0	0.0	0.00000063	0.0 0.0
		5	0.0	0.0	0.00000094	0.0 0.0
		6	0.0	0.0	0.00000162	0.0 0.0
		7	0.0	0.0	0.00000160	0.0 0.0
		8	0.0	0.0	0.00000205	0.0 0.0
		9	0.0	0.0	0.00000212	0.0 0.0
		10	0.0	0.0	0.00000223	0.0 0.0
		11	0.0	0.0	0.00000323	0.0 0.0
		12	0.0	0.0	0.00000293	0.0 0.0
		13	0.0	0.0	0.00000209	0.0 0.0
		14	0.0	0.0	0.00000313	0.0 0.0
		15	0.0	0.0	0.00000305	0.0 0.0
		16	0.0	0.0	0.00000292	0.0 0.0
		17	0.0	0.0	0.00000292	0.0 0.0
		18	0.0	0.0	0.00000296	0.0 0.0
		19	0.0	0.0	0.00000302	0.0 0.0
		20	0.0	0.0	0.00000312	0.0 0.0
		21	0.0	0.0	0.00000673	0.0 0.0
		22	0.0	0.0	0.00000769	0.0 0.0
		23	0.0	0.0	0.00000895	0.0 0.0
		24	0.0	0.0	0.00001095	0.0 0.0
		25	0.0	0.0	0.00001392	0.0 0.0
		26	0.0	0.0	0.00001771	0.0 0.0
		27	0.0	0.0	0.00002249	0.0 0.0
		28	0.0	0.0	0.00002837	0.0 0.0
		29	0.0	0.0	0.00003574	0.0 0.0
		30	0.0	0.0	0.00004498	0.0 0.0
		31	0.0	0.0	0.00005680	0.0 0.0
		32	0.0	0.0	0.00007152	0.0 0.0
		33	0.0	0.0	0.00004311	0.0 0.0
		34	0.0	0.0	0.00004643	0.0 0.0
		35	0.0	0.0	0.00005244	0.0 0.0
		36	0.0	0.0	0.00005770	0.0 0.0
		37	0.0	0.0	0.00006645	0.0 0.0
		38	0.0	0.0	0.00007519	0.0 0.0
		39	0.0	0.0	0.00007736	0.0 0.0
		40	0.0	0.0	0.00005171	0.0 0.0
		41	0.0	0.0	0.00008993	0.0 0.0
		42	0.0	0.0	0.00010898	0.0 0.0
		43	0.0	0.0	0.00012089	0.0 0.0
		44	0.0	0.0	0.00014262	0.0 0.0
		45	0.0	0.0	0.00011295	0.0 0.0
		46	0.0	0.0	0.00016134	0.0 0.0
		47	0.0	0.0	0.00019131	0.0 0.0
		48	0.0	0.0	0.00021595	0.0 0.0
		49	0.0	0.0	0.00024169	0.0 0.0
		50	0.0	0.0	0.00027370	0.0 0.0
		51	0.0	0.0	0.00031247	0.0 0.0
		52	0.0	0.0	0.00033625	0.0 0.0
		53	0.0	0.0	0.00026225	0.0 0.0
		54	0.0	0.0	0.00041650	0.0 0.0

CASE	1	MOX MIT VERUNREINIGUNG SIMPLE PROBL		1001. FEW GROUP DATA				
		ELEMENT NUMBER						
OUTPUT GROUP	GROUP	NUFI GROUPS	SMOOTH SIGMA-A	RESONANCE	SIGMA-A TOTAL	SIGMA-F	RESONANCE SIGMA-F	NU SIGMA-F
1 OF 1	1	1 TO 54	0.00010517	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 OF 2	2	1 TO 25	0.00000351	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 OF 2	2	26 TO 54	0.00033424	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 OF 3	3	1 TO 10	0.00000107	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 OF 3	3	11 TO 25	0.00000534	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 OF 3	3	26 TO 54	0.00033424	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



CASE 1 MON NET VERKUNTING SAMPLE PROB1

LEAKAGE CORRECTED SPECTRUM

GROUP	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	PT 6	PT 7	PT 8	PT 9	PT 10
1	6.250E-01	6.251E-01	6.208E-01	6.154E-01	6.096E-01	6.2057E-01	6.5459E-01	6.5830E-01	6.5372E-01	6.5441E-01
2	5.550E-01	5.555E-01	5.541E-01	5.576E-01	5.5079E-01	5.3112E-01	4.3598E-01	4.3147E-01	4.2969E-01	4.2887E-01
3	0.3815E+00	0.3823E+00	0.3788E+00	0.3785E+00	0.3729E+00	0.3729E+00	0.3896E-01	0.3716E-01	0.3737E-01	0.3707E-01
4	6.589E+00	6.6285E+00	6.8751E+00	6.6438E+00	6.6347E+00	6.5789E+00	6.5759E+00	6.5541E+00	6.5460E+00	6.5424E+00
5	2.111E+00	2.111E+00	2.015E+00	2.1895E+00	2.1744E+00	2.4027E+00	2.6977E+00	2.6630E+00	2.6501E+00	2.6484E+00
6	3.3258E+00	3.3250E+00	3.313E+00	3.2937E+00	3.2742E+00	3.4720E+00	3.1675E+00	3.1170E+00	3.1010E+00	3.0936E+00
7	9.111E+00	9.2100E+00	8.9938E+00	8.8612E+00	8.8631E+00	8.1454E+00	7.7730E+00	7.752E+00	7.6999E+00	7.6916E+00
8	3.3235E+00	3.3211E+00	3.3071E+00	3.2802E+00	3.2581E+00	3.4059E+00	3.1505E+00	3.0940E+00	3.0844E+00	3.0524E+00
9	0.0186E+00	0.0155E+00	2.9991E+00	2.9790E+00	2.9516E+00	3.1050E+00	2.8736E+00	2.8060E+00	2.7875E+00	2.7794E+00
10	8.098E+00	8.0048E+00	7.7873E+00	7.7662E+00	7.7498E+00	7.7565E+00	6.6911E+00	6.6099E+00	6.5918E+00	6.5841E+00
11	6.010E+00	6.0073E+00	5.9755E+00	5.9489E+00	5.9113E+00	5.9872E+00	5.4130E+00	5.3343E+00	5.3109E+00	5.3099E+00
12	8.910E+00	8.9572E+00	8.9966E+00	8.9772E+00	8.9144E+00	8.8360E+00	7.7948E+00	7.6687E+00	7.6521E+00	7.6451E+00
13	1.7439E+00	1.7411E+00	1.7541E+00	1.7278E+00	1.7185E+00	1.7506E+00	1.6370E+00	1.6734E+00	1.6862E+00	1.6630E+00
14	2.3700E+00	2.3663E+00	2.3511E+00	2.3337E+00	2.3094E+00	2.2801E+00	2.2595E+00	2.2184E+00	2.2062E+00	2.2007E+00
15	0.111E+00	0.0088E+00	0.9882E+00	1.9847E+00	1.9691E+00	1.9699E+00	1.9377E+00	1.9077E+00	1.8943E+00	1.8902E+00
16	1.6742E+00	1.6726E+00	1.6661E+00	1.6578E+00	1.6481E+00	1.6502E+00	1.6255E+00	1.6099E+00	1.6031E+00	1.6000E+00
17	4.841E+00	4.8430E+00	4.8586E+00	4.8530E+00	4.8465E+00	4.8962E+00	4.8326E+00	4.8190E+00	4.8148E+00	4.8129E+00
18	1.300E+00	1.2995E+00	1.2963E+00	1.2923E+00	1.2875E+00	1.2892E+00	1.2783E+00	1.2651E+00	1.2660E+00	1.2650E+00
19	1.645E+00	1.6439E+00	1.6419E+00	1.6392E+00	1.6361E+00	1.6344E+00	1.6303E+00	1.6230E+00	1.6211E+00	1.6201E+00
20	1.0516E+00	1.0513E+00	1.0518E+00	1.0499E+00	1.0478E+00	1.0589E+00	1.0476E+00	1.0398E+00	1.0383E+00	1.0377E+00
21	9.4076E-01	9.4081E-01	9.4066E-01	9.3995E-01	9.3955E-01	9.4496E-01	9.3880E-01	9.3486E-01	9.3412E-01	9.3377E-01
22	8.3519E-01	8.3510E-01	8.3477E-01	8.3436E-01	8.3384E-01	8.3486E-01	8.2941E-01	8.2195E-01	8.2156E-01	8.2138E-01
23	7.5564E-01	7.5560E-01	7.5546E-01	7.5529E-01	7.5506E-01	7.5481E-01	7.5484E-01	7.5411E-01	7.5384E-01	7.5372E-01
24	7.1943E-01	7.1932E-01	7.1929E-01	7.1915E-01	7.1899E-01	7.2042E-01	7.1846E-01	7.1849E-01	7.1877E-01	7.1831E-01
25	7.1386E-01	7.1386E-01	7.1371E-01	7.1328E-01	7.1323E-01	7.2942E-01	7.1246E-01	7.1101E-01	7.1097E-01	7.1088E-01
26	7.0309E-01	7.0311E-01	7.0324E-01	7.0339E-01	7.0359E-01	7.4554E-01	7.0371E-01	7.0427E-01	7.0436E-01	7.0439E-01
27	6.9485E-01	6.9470E-01	6.9485E-01	6.9504E-01	6.9520E-01	7.1744E-01	6.9573E-01	6.9593E-01	6.9601E-01	6.9604E-01
28	6.8235E-01	6.8239E-01	6.8253E-01	6.8270E-01	6.8291E-01	6.8867E-01	6.8319E-01	6.8362E-01	6.8373E-01	6.8376E-01
29	6.6877E-01	6.6881E-01	6.6891E-01	6.6904E-01	6.6918E-01	6.7362E-01	6.7066E-01	6.7107E-01	6.7106E-01	6.7113E-01
30	6.5417E-01	6.5429E-01	6.5476E-01	6.5535E-01	6.5600E-01	6.6794E-01	6.5877E-01	6.5871E-01	6.5877E-01	6.5887E-01
31	6.4198E-01	6.4203E-01	6.4201E-01	6.4234E-01	6.4419E-01	6.7756E-01	6.4587E-01	6.4696E-01	6.4739E-01	6.4758E-01
32	6.2630E-01	6.2654E-01	6.2745E-01	6.2881E-01	6.2996E-01	6.6847E-01	6.3244E-01	6.3437E-01	6.3507E-01	6.3538E-01
33	6.2260E-01	6.2283E-01	6.2372E-01	6.2485E-01	6.2614E-01	6.6562E-01	6.2867E-01	6.3030E-01	6.3097E-01	6.3126E-01
34	6.0795E-01	6.0819E-01	6.0894E-01	6.1010E-01	6.1094E-01	6.3481E-01	6.0624E-01	6.0885E-01	6.0981E-01	6.0023E-01
35	5.9168E-01	5.9214E-01	5.9384E-01	5.9601E-01	5.9851E-01	6.2444E-01	6.0328E-01	6.0558E-01	6.0784E-01	6.0941E-01
36	5.7807E-01	5.7825E-01	5.7891E-01	5.7976E-01	5.7873E-01	6.1572E-01	5.7847E-01	5.7982E-01	5.8039E-01	5.8064E-01
37	5.8044E-01	5.8057E-01	5.8053E-01	5.8025E-01	5.8070E-01	6.1547E-01	5.8854E-01	5.8943E-01	5.8986E-01	5.9005E-01
38	5.8521E-01	5.8532E-01	5.8571E-01	5.8670E-01	5.8677E-01	6.1262E-01	5.8738E-01	5.8864E-01	5.8989E-01	5.8915E-01
39	5.8006E-01	5.8006E-01	5.8045E-01	5.8046E-01	5.8081E-01	5.5792E-01	5.8056E-01	5.8072E-01	5.8082E-01	5.8083E-01
40	5.7147E-01	5.7147E-01	5.7150E-01	5.7154E-01	5.7157E-01	5.9889E-01	5.7167E-01	5.7172E-01	5.7175E-01	5.7175E-01
41	4.8342E-01	4.8344E-01	4.8351E-01	4.8359E-01	4.8369E-01	5.0776E-01	4.8386E-01	4.8401E-01	4.8409E-01	4.8413E-01
42	4.1454E-01	4.1448E-01	4.1498E-01	4.1543E-01	4.1594E-01	5.5889E-01	4.1703E-01	4.1758E-01	4.1794E-01	4.1795E-01
43	4.0400E-01	4.0400E-01	4.0408E-01	4.0416E-01	4.0426E-01	5.0570E-01	4.0433E-01	4.0444E-01	4.0456E-01	4.0461E-01
44	5.2673E-01	5.2677E-01	5.2689E-01	5.2706E-01	5.2729E-01	5.6820E-01	5.2766E-01	5.2799E-01	5.2799E-01	5.2794E-01
45	3.6667E-01	3.6673E-01	3.6695E-01	3.6722E-01	3.6754E-01	4.3138E-01	3.6810E-01	3.6861E-01	3.6869E-01	3.6876E-01
46	4.6444E-01	4.6475E-01	4.6479E-01	4.6488E-01	4.6490E-01	5.0351E-01	4.6518E-01	4.6497E-01	4.6498E-01	4.6499E-01
47	4.8410E-01	4.8413E-01	4.8419E-01	4.8427E-01	4.8430E-01	5.1305E-01	4.8450E-01	4.8451E-01	4.8451E-01	4.8460E-01
48	4.8159E-01	4.8167E-01	4.8209E-01	4.8240E-01	4.8298E-01	5.1402E-01	4.8389E-01	4.8419E-01	4.8460E-01	4.8470E-01
49	4.7943E-01	4.7946E-01	4.7953E-01	4.7959E-01	4.7959E-01	5.1057E-01	4.7947E-01	4.7942E-01	4.7944E-01	4.7989E-01
50	4.7767E-01	4.7788E-01	4.7808E-01	4.7850E-01	4.7917E-01	5.0147E-01	4.7909E-01	4.7910E-01	4.7916E-01	4.7924E-01
51	4.6844E-01	4.6860E-01	4.6921E-01	4.6999E-01	4.7089E-01	4.9469E-01	4.7249E-01	4.7384E-01	4.7412E-01	4.7457E-01
52	4.5893E-01	4.5903E-01	4.5985E-01	4.6085E-01	4.6200E-01	4.8035E-01	4.6216E-01	4.6372E-01	4.6431E-01	4.6457E-01
53	2.2841E-01	2.2903E-01	2.2974E-01	2.3046E-01	2.3088E-01	2.7020E-01	2.2979E-01	2.2962E-01	2.2959E-01	2.2978E-01
54	3.5802E-01	3.5839E-01	3.5989E-01	3.6135E-01	3.6278E-01	3.8676E-01	3.6886E-01	3.6921E-01	3.7018E-01	3.7056E-01

CASE 1 MON NET VERKUNTING SAMPLE PROB1

FEW GROUP FLUXES

GROUP	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	PT 6	PT 7	PT 8	PT 9	PT 10
1	4.8114E+00	4.8084E+00	4.7957E+00	4.7566E+00	4.7236E+00	4.9183E+00	4.5752E+00	4.4886E+00	4.4623E+00	4.4505E+00
2	6.1129E+00	6.1080E+00	6.0988E+00	6.0595E+00	6.0280E+00	6.1052E+00	5.9534E+00	5.8899E+00	5.8884E+00	5.8547E+00
3	4.4643E+00	4.4652E+00	4.4690E+00	4.4738E+00	4.4793E+00	4.6966E+00	4.4892E+00	4.4970E+00	4.4999E+00	4.5012E+00
4	1.1593E+01	7.3177E+01	7.7356E+01	8.3378E+01	9.1527E+01	9.7409E+01	1.0390E+02	1.1184E+02	1.1866E+02	1.1876E+02

ELAPSED TIME = 0.0993 MINUTES.



KK 80	47.421	BK 81	3.0271	SE 82	0.001	KR 82	10.622	KR 83	14.227	KK 84	0.272
KK 85	0.745	KB 86	0.044	KR 86	0.004	SR 86	0.020	KK 87	14.795	KK 87	0.011
SK 87	0.395	KB 86	0.025	SR 88	0.000	SR 89	0.027	Y 89	0.072	SR 90	0.112
Y 90	0.154	ZK 90	0.005	Y 91	0.055	ZR 91	0.453	ZK 92	0.033	ZR 93	1.386
MB 93	0.028	ZK 94	0.012	NB 95	0.123	NO 95	4.101	ZR 96	0.004	NO 96	1.292
NO 97	0.8	NO 98	0.004	TC 98	6.592	RU 98	0.123	NO 99	0.214	KU100	0.651
KU101	2.777	PU102	0.569	KU103	33.010	KU104	0.235	KU104M	19.726	KU104	0.986
PO104	1.076	KU105	0.009	KU105	8402.211	PO105	4.024	KU106	0.101	PO106	0.296
PO107	0.007	HO107	86.917	PO108	7.173	CD108	0.027	HO109	43.169	PO110	0.491
HO110M	7.022	CO110	1.730	AG111	0.074	CD111	3.123	LD112	0.686	LO113	524.795
IN113	51.229	TO114	1.139	VO114	0.030	IN115	98.268	SN115	1.233	CO116	0.059
SK116	0.680	IN117M	0.247	IN117	0.247	SN118	0.843	CO118	0.025	SM118	0.000
IN119M	0.025	IN119	0.025	SM119	0.382	IN120M	0.003	IN120	0.003	SM120	0.043
SB121	7.100	SM122	0.004	TE122	0.074	SB123	8.988	TE123	8.863	SM124	0.003
SB124	1164.915	TE124	0.173	SB125	0.009	TE125	1.203	SN128	0.013	TE126	0.477
U 127	8.748	TE128	0.491	KE128	0.132	I 129	7.136	KE129	0.518	TE130	0.016
I 130	0.444	KE130	0.158	I 131	0.406	KE131	28.580	KE132	0.129	KE133	9.150
CS133	11.586	TE134	0.002	KE134	0.091	CS134M	0.064	CS134	6.507	BH134	0.048
XL135	91330.052	CS135	4.121	BR135	0.143	KE136	0.004	CS136	0.032	BH136	0.641
CS137	0.017	BH137	0.273	BH138	0.057	BR139	0.148	LI139	0.736	BH140	0.823
LI140	1.037	CE140	0.038	CE141	0.715	PK141	1.038	CE142	0.087	PK142	0.788
ND142	0.806	CE143	0.264	PR143	11.416	ND143	11.911	CE144	0.152	ND144	0.671
ND145	11.183	ND146	1.245	PM147	69.594	SPL47	35.938	ND148	0.968	PM148M	2241.070
PM148	1170.392	SM148	2.493	PM149	34.521	SM149	2206.537	ND150	0.709	SM150	11.386
SM151	113.181	EU151	336.395	SM152	62.931	EU152	170.412	GD152	27.123	EU153	40.337
SM154	1.349	EU154	64.416	GD154	27.818	EU155	505.939	GD155	1582.223	GD156	1.153
GD157	6298.953	GD158	1.469	R159	31.107	GD160	0.019	TR160	12.945	DY160	57.653
GD161	764.387	DY161	95.472	DY162	165.563	DY163	98.204	DY164	67.554	DY165M	51.781
DY165	96.165	HO165	43.389	FR166	43.789	EK167	17.260	FP 33	7.792		

FOLLOWING DATA ARE CALCULATED FROM ORIGEN GRADATIONS AND ORIGEN X-SECTIONS FOR YOUR INFORMATION. 3-GROUP FLUXES AND TOTAL FLUX CALCULATION OF RECOVERABLE ENERGIES FROM FISSION AND N-GAMMA REACTIONS PER UNIT FISSION. LAST TOTAL VALUE WILL BE USED IN NEXT ORIGEN BURNUP STEP.

	START	365 DAY	370 DAY	375 DAY	380 DAY	385 DAY
ORIGEN	FLUX TOTAL	0.0	2.335E+14	2.347E+14	2.347E+14	2.351E+14
	FLUX THERM	0.0	1.130E+13	1.133E+13	1.136E+13	1.138E+13
	FLUX EPI THERM	0.0	1.644E+14	1.649E+14	1.653E+14	1.656E+14
	FLUX FMS	0.0	5.780E+15	5.794E+15	5.808E+15	5.821E+15
RECOVERABLE	ENERGY	199.086	199.086	199.086	199.086	199.090
RECOVERABLE	ENERGY	8.748	8.783	8.816	8.835	8.844
RECOVERABLE	ENERGY	207.842	207.869	207.901	207.921	207.932

POISON ANALYSIS OF MICRO-X SECTIONS IN FUEL MIXTURE (ACTIVATION, FISSION, ABSORPTION (1/CM))

ACTIVATION	(N-G)	MACRO-XS (1/CM)	*TOTAL-FLUX-WEIGHTED			
ISOTOPE ELEMENTS	START	365 DAY	370 DAY	375 DAY	380 DAY	385 DAY
ISOTOPE CONTRIBUTING AT LEAST ONE PERCENT						
FE 58	1.10%	1.10%	1.82%	6.82%	4.10%	11.97%
NI 58	0.21%	0.21%	0.35%	0.54%	0.79%	1.07%
GD155	18.38%	18.38%	25.78%	34.13%	43.28%	48.92%
EU151	20.86%	20.86%	26.25%	35.49%	45.61%	50.39%
SUM X	99.64%	99.64%	99.40%	99.04%	98.60%	98.08%

TOT 1/CM 4.624E-03 4.624E-03 2.811E-03 1.810E-03 1.245E-03 9.164E-04

ACTIVATION	(N-G)	MACRO-XS (1/CM)	*TOTAL-FLUX-WEIGHTED			
ACTINIDES AND DAUGHTERS	START	365 DAY	370 DAY	375 DAY	380 DAY	385 DAY
ISOTOPE CONTRIBUTING AT LEAST ONE PERCENT						
U 235	2.07%	2.07%	2.90%	2.06%	2.05%	2.05%
U 238	39.20%	39.14%	39.14%	39.15%	39.15%	39.16%
PU239	25.29%	25.23%	35.05%	34.91%	34.78%	34.65%
PU240	20.86%	20.86%	26.25%	35.49%	45.61%	50.39%
PU241	1.27%	1.20%	1.24%	1.27%	1.30%	1.33%
SUM X	98.49%	98.25%	98.21%	98.19%	98.18%	98.17%

TOT 1/CM 4.334E-02 4.342E-02 4.341E-02 4.339E-02 4.338E-02 4.337E-02

FISSION	(N-FISS)	MACRO-XS (1/CM)	*TOTAL-FLUX-WEIGHTED			
ACTINIDES AND DAUGHTERS	START	365 DAY	370 DAY	375 DAY	380 DAY	385 DAY
ISOTOPE CONTRIBUTING AT LEAST ONE PERCENT						
U 235	9.22%	9.24%	9.25%	9.24%	9.24%	9.24%
U 238	6.20%	6.57%	6.60%	6.61%	6.63%	6.64%
EU151	79.51%	79.67%	79.52%	79.38%	79.25%	79.12%
PU241	4.40%	4.20%	4.33%	4.44%	4.56%	4.68%
SUM X	99.70%	99.69%	99.69%	99.68%	99.68%	99.68%

TOT 1/CM 3.125E-02 3.318E-02 3.307E-02 3.298E-02 3.291E-02 3.283E-02

ACTIVATION	(N-G)	MACRO-XS (1/CM)	*TOTAL-FLUX-WEIGHTED			
FISSION PRODUCTS	START	365 DAY	370 DAY	375 DAY	380 DAY	385 DAY
ISOTOPE CONTRIBUTING AT LEAST ONE PERCENT						
HO105	0.0%	0.0%	5.3%	23.15%	22.10%	21.73%
KE128	0.0%	0.0%	72.43%	67.78%	64.55%	61.36%
SM149	0.0%	0.0%	2.39%	5.82%	8.63%	10.73%
GD157	0.0%	0.0%	0.52%	0.83%	0.96%	1.01%
SUM X	0.0%	0.0%	98.88%	97.58%	96.25%	94.92%

TOT 1/CM 0.0 0.0 1.713E-03 1.828E-03 1.917E-03 1.995E-03

ACTIVATION	(N-G)	MACRO-XS (1/CM)	*TOTAL-FLUX-WEIGHTED			
TOHNS	START	365 DAY	370 DAY	375 DAY	380 DAY	385 DAY
ISOTOPE CONTRIBUTING AT LEAST ONE PERCENT						
GD155	1.72%	1.74%	1.51%	1.31%	1.13%	0.97%
EU151	7.48%	7.47%	3.96%	2.13%	1.34%	0.60%
U 235	1.87%	1.87%	1.87%	1.90%	1.91%	1.92%
U 238	20.42%	20.34%	20.25%	20.12%	20.03%	19.70%
PU239	31.89%	31.84%	31.74%	32.21%	32.42%	32.47%
PU240	18.67%	18.64%	18.76%	19.20%	19.48%	19.57%
PU241	1.34%	1.08%	1.17%	1.17%	1.21%	1.25%
KE128	0.0%	0.0%	2.93%	6.63%	6.60%	6.7%
SUM X	88.25%	88.03%	97.00%	96.68%	96.44%	95.24%

TOT 1/CM 4.797E-02 4.804E-02 4.791E-02 4.703E-02 4.654E-02 4.629E-02

ABSORPTION (N-G + N-FISS) MACRO-XS (1/CM) \*TOTAL-FLUX-WEIGHTED

DATE	START	365 DAY	370 DAY	375 DAY	380 DAY	385 DAY
CONTRIBUTING RT (HRS)	1.02%	1.02%	0.83%	0.77%	0.66%	0.57%
WHY	4.47%	4.47%	3.74%	3.41%	2.87%	2.45%
W 135	4.88%	4.88%	4.88%	4.94%	4.95%	4.95%
W 138	23.61%	23.61%	23.67%	23.96%	24.11%	24.25%
W 139	11.78%	11.78%	11.42%	11.44%	11.81%	11.84%
W 140	11.13%	11.13%	11.11%	11.33%	11.52%	11.61%
W 141	2.48%	2.36%	2.43%	2.57%	2.68%	2.67%
W 142	0.0%	0.0%	1.53%	1.53%	1.26%	1.26%
SUM %	98.95%	98.82%	98.20%	98.02%	97.89%	97.78%

RT 1/CM 8.121E-02 8.122E-02 8.100E-02 8.002E-02 7.945E-02 7.912E-02

FOLLOWING DATA FOR YOUR INFORMATION  
 DEVELOPMENT OF K INFINITY (MULTIPLICATION FACTOR) AND NU (NUMBER OF NEUTRONS/FISSION),  
 K INFINITY STARTING VALUE -HAMMER

DATE	START	365 DAY	370 DAY	375 DAY	380 DAY	385 DAY
NU	2.9562	2.8553	2.8559	2.8501	2.8563	2.8565
K INFTY	1.1408	1.1382	1.1374	1.1482	1.1536	1.1558

GREEN/HAMMER COUPLING  
 TRANSFER OF DESIGN RESULTS FOR FISSION AND ACTIVATION TO HAMMER  
 REMAINING DIFFERENCES (PERCENT) THERMAL / F1118 / F151 / TOTAL

F I S S I O N	-0.01%	-0.02%	-0.02%	-0.01%
A C T I V A T I O N	3.96%	2.40%	-3.84%	0.03%

FOLLOWING DATA ARE NUCLID-DENSITIES (1/CM<sup>3</sup>BURN) FOR NEXT HAMMERSTEP-

8900	4.1814E-02
7	2.0680E-04
94115	1.1432E-08
94241	6.01370E-08
94277	8.45501E-08
9547	4.08119E-08
9549	2.85659E-04
9436	2.47859E-05
9438	1.99059E-02
9439	2.1352E-05
9441	6.26319E-04
9442	1.51859E-04
94241	1.95589E-05
94241	5.5110E-05

END

**Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH**

Schwertnergasse 1  
5000 Köln 1

Forschungsgelände  
8046 Garching

ISBN 3-923875-12-6