

Interner Bericht

DESY D3-55

Juli 1985

Kurze Einführung in das Programmsystem
MORSE-CG mit Anleitung zur Benutzung
bei DESY

H.-J. Langanke

Eigentum der Property of	DESY	Bibliothek library
Zugang: Accessions:	25. SEP. 1985	
Leihfrist: Loan period:	7	to e days

DESY behält sich alle Rechte für den Fall der Schutzrechtserteilung und für die wirtschaftliche Verwertung der in diesem Bericht enthaltenen Informationen vor.

DESY reserves all rights for commercial use of information included in this report, especially in case of filing application for or grant of patents.

**“Die Verantwortung für den Inhalt dieses
Internen Berichtes liegt ausschließlich beim Verfasser“**

Interner Bericht
DESY D3-55
Juli 1985

Kurze Einführung in das Programmsystem
MORSE-CG mit Anleitung zur Benutzung
bei DESY

H.-J. Langanke

Abstract

The multigroup Monte Carlo transport code MORSE-CG was implemented at DESY.

The code simulates the transport of primary particles (neutrons or photons) with energies up to 20 MeV and secondary particles (fission-neutron or gamma-rays) as well.

The system includes a package for the simulation of different geometries by combining simple geometric bodies (combinatorial geometry).

This report represents a short introduction into the code and a short guide for its usage.

1. Einleitung
2. Eigenschaften und Fähigkeiten von MORSE
3. Organisation von MORSE
 - 3.1 User-written Routines
 - 3.2 Random Walk
 - 3.3 Cross-section
 - 3.4 Geometry
 - 3.5 Analysis
4. Techniken
 - 4.1 Variance Reduction Techniques
 - 4.1.1 Source Energy Biasing
 - 4.1.2 Splitting
 - 4.1.3 Russian Roulette
 - 4.1.4 Path Length Stretching
 - 4.1.5 Non Leakage
 - 4.1.6 Energy Biasing
 - 4.2 Cuts
 - 4.3 Estimators
 - 4.3.1 Boundary Crossing
 - 4.3.2 Collision Estimator
 - 4.3.3 Point Detector Estimator
5. Organisation des Programmsystems MORSE am DESY
6. Wirkungsquerschnitte
7. Literatur
8. Anhang
 - 8.1 Programmliste MAIN
 - 8.2 Liste der Eingabedaten
 - 8.3 Datenausgabe

1. Einleitung

Neutron-Photon-Transport Kode MORSE.

In den späten sechziger Jahren entstand in der Neutronenphysik-Ableitung des Oak Ridge National Laboratory der "Monte-Carlo Neutronen- und Photonen-Transport Kode" MORSE.

Der Kode wurde 1970 (Str.70) freigegeben, zahlreiche Änderungen wurden mittlerweile an ihm vorgenommen.

Am DESY wurde die MORSE-CG Version implementiert, die für den Gebrauch an IBM-Maschinen geschrieben wurde. Sie wird von der Nuclear Energie Agentur der OECD und dem Oak Ridge Radiation Shielding Center verbreitet.

Eine gute und detaillierte Beschreibung des Kodes findet sich im überarbeiteten MORSE-Manual (Emm.75). Der Bericht von Gabriel (Gab.80) liefert eine gute Einführung in den Kode und seine Anwendung. Für eine Beschäftigung mit den Problemen des Transports von Neutronen und Photonen und den verschiedenen Rechentechniken hierzu bietet sich das Buch von A.E. Profis an (Prof.79), welches auch eine eingehende Beschreibung der "Monte-Carlo"-Methode enthält.

2. Eigenschaften und Fähigkeiten von MORSE

MORSE ist ein vielseitiger Monte-Carlo-Rechenkod zur Behandlung von Neutronen- und γ -Transportproblemen. Der Kode simuliert den Transport von primären Teilchen, diese können Neutronen oder Photonen sein. Ebenso kann MORSE sekundäre Teilchen wie Fission-Neutronen oder sekundäre γ -Strahlung transportieren. MORSE nutzt Vielfachgruppen-Wirkungsquerschnittssätze (multigroup cross-section sets). Darüberhinaus bietet der Kode die Möglichkeit, eine Geometrie dreidimensional zu behandeln, anisotrope Streuung zu berücksichtigen oder den Albedo für jede Materialoberfläche zu berechnen. In einigen Fällen ist es von Interesse, ein rückwärts gerichtetes Problem zu lösen. Dies heißt, einen Transport von Teilchen derart zu betrachten, daß der Detektor als Ort einer Strahlungsquelle angenommen wird. Auch diese "adjoint option" ist im Kode enthalten.

3. Organisation von MORSE

MORSE besteht aus einer Reihe von Modulen, die voneinander unabhängig und leicht einsetzbar sind und so den in sie gesetzten Anforderungen entsprechen können. Diese Module sind: user-written routines (source), random walk, cross-section, analysis und geometry.

3.1 User-written Routines

Verlangt ein Benutzer von dem Rechenkod spezielle Resultate, wie z.B. Reaktionsraten, Dosisraten oder Teilchenfluenzen, so muß er eigene Routines erstellen, die ihm diese Größen errechnen und auch ausdrucken. Diese Routines wurden zusammengefaßt zu einer Startroutine mit dem Namen MAIN.

Die Kommunikation zwischen diesen user-written routines und dem Programm MORSE erfolgt über ein "interface", welches hauptsächlich aus dem Common NUTRON und der Subroutine BANKR zusammengesetzt ist. Ist ein Teilchen durch ein Ereignis betroffen, so werden alle neuen Werte der Teilchenparameter in NUTRON abgespeichert. Bei jedem Ereignis ruft der Kode ferner die Subroutine BANKR (Argument) mit einem Argumentwert auf, der zwischen -4 und +13 liegt. Damit zeigt das Programm an, was es gerade kalkuliert bzw. welche Art von Ereignis gerade beendet wurde.

Auch die räumliche Verteilung der Quelle muß vom Benutzer durch eine geeignete Routine implementiert werden.

3.2 Random Walk

Die Routines dieses Moduls simulieren den Zufallslauf der Teilchen von ihrer Erzeugung bis zu ihrer Vernichtung. Gemäß der Energieverteilung und der Position, die durch die Eingabedaten beschrieben wird, werden die Teilchen ausgewählt, und über die ganze Folge der möglichen Ereignisse hinweg begleitet.

Diese Folge der Ereignisse eines Teilchens heißt "history". Eine Gruppe dieser "histories" nennt man "batch". Ein ganzer

Salz solcher "batches" heißt "run".

Als Quelle bezeichnet man den Bereich, aus dem Teilchen emittiert werden. Der Bereich kann räumlich, flächenhaft oder punktförmig sein; die Teilchen können isotrop, parallel usw. emittiert werden. Die Eigenschaften der Quelle, d.h. die Angabe über ihre Ausdehnung, das Spektrum der Quelle, die Winkelverteilung der emittierten Teilchen usw. werden von dem Benutzer festgelegt.

Für die in unseren Kalkulationen häufig benutzte monoenergetische 14 MeV Neutronenquelle wurde die Quelle durch Neutronen im Energiebereich von 14,2 bis 13,8 MeV beschrieben. Dies entspricht der Energiegruppe 4 der 37 Neutronenenergiegruppen.

Während seines "random walks" kann ein Teilchen folgenden Ereignissen unterzogen werden:

- a. Kollision mit einem Kern
- b. Kreuzen eine Grenze zwischen zwei verschiedenen Medien
- c. Reflexion oder Albedo
- d. Erzeugung sekundärer Teilchen
- e. "Splitting"
- f. Russisches Roulette.

Die Teilchen - "history" ist beendet, wenn eins der folgenden Ereignisse eintritt:

- a. Austritt aus der Systemgrenze
- b. Unterschreiten einer Energiegrenze
- c. Überschreiten der zugelassenen Lebensdauer
- d. Tod durch Russisches Roulette.

Für ein durch ein Ereignis betroffenes Teilchen werden die neuen Werte der Teilchenparameter berechnet und in dem Common "NUIRON" abgespeichert.

Die Lösung eines Problems kann einen oder mehrere "runs" benötigen. Für jeden "batch" wird eine Kalkulation der gewünschten Resultate durchgeführt. Die verschiedenen "batches" werden herangezogen, um eine Abschätzung des statistischen Fehlers vorzunehmen.

Ein Problem wird durch den Kode abgeschlossen, wenn alle verlangten "batches" durchgeführt sind, oder wenn die Rechenzeit überschritten wurde.

3.3 Cross-section

Das Standard "cross-section" -Modul benutzt "multigroup cross-section sets" vom ANISN format (Eng.67), die ebenfalls über RSIC oder NEA bezogen werden können. Das Modul akzeptiert darüberhinaus auch DIF-IV- und D01-Wirkungsquerschnittsformate.

Verschiedene dieser Sets existieren und sind meist auf ein spezielles Problem zugeschnitten. Die Gruppen der Neutronenwirkungsquerschnitte sind überwiegend bis zu einer maximalen Energie von 20 MeV ausgelegt, während demgegenüber die der Photonenwirkungsquerschnitte auf maximal 14 MeV begrenzt sind, um somit den Problemen zu begegnen, die oberhalb dieser Energie bei der Behandlung der Paarbildung auftreten (Cer.84). Die Paarbildung wird unterhalb dieser Energie einfach durch "Herabstreuung" in die 500 keV Energiegruppe berücksichtigt.

3.4 Geometry

Das Geometrie-Modul besteht aus dem "combinatorial-geometry package-CG".

In diesem Modul lassen sich auch relativ komplizierte Geometrien aus leichten geometrischen Grundkörpern (Zylinder, Kugel, Box etc.) konstruieren unter Verwendung von nur drei Operationen: Addition, Subtraktion und der Bildung des Durchschnitts. Man unterscheidet in dieser Geometrie zwischen "Zonen" (dies sind Raumanteile, die durch ihre Materialeigenschaften bestimmt sind) und "Regionen" (bestimmt durch ihre Wichtigkeit).

Um Hilfe zu leisten bei der Aufstellung der Eingabedaten für das Geometrie-Modul und auch bei der Fehlersuche, können spezielle Hilfsprogramme benutzt werden.

Das Programm PICIURI (Irv.70) produziert von ausgewählten Geometrie-ebenen Ausdrücke auf einem Zeilendrucker. Dieses Programm wird

zusammen mit dem Hauptkode vertrieben und ist auch in der "RSIC-Computer Code Collection" beschrieben.

Ähnliche Informationen liefert, jedoch für einen graphischen Drucker, das Programm PLOICFOM (Jaa.73), das vom Ispra Joint Research Centre erstellt wurde.

3.5. Analysis

Das Standard Analyse Modul in MORSE ist SAMBO (Stochastic Analysis Maschine for Bookkeeping).

SAMBO ist sehr flexibel zu nutzen, eine willkürliche Anzahl von Detektoren, energieabhängigen "response"-Funktionen, Energie-, Zeit- und Winkel-"bins" sind erlaubt. Die einzige Begrenzung ist allein durch die Größe des Kernspeicherplatzes gegeben. Für die Kalkulation von Fluenzen oder stromähnlichen Mengen können verschiedene Arten von "estimators" benutzt werden. Ebenso können Reaktionsraten, Kerma oder ähnliche Größen erhalten werden.

Zum Ausdruck kommen, je nach Wahl:

1. "uncollided"- und "total-response", (letztere ist die Fluenz integriert über jede "response"-Funktion für jeden Detektor);
2. Fluenz pro Energie und Detektor;
3. zeitabhängige response (Zeitabhängige Fluenz über jede "response" an jedem Detektor integriert);
4. Fluenz pro Zeit, Energie und Detektor;
5. Fluenz pro Winkel, Energie und Detektor.

Jede der analysierten Daten in diesen Ausdrucken wird mit ihrer prozentualen Standard-Abweichung angegeben. (FSD, fractional standard deviation).

Als Detektor bezeichnet man den Bereich, in dem die Anzahl der Teilchen oder deren Wirkung interessiert. Dabei müssen die Eigenschaften des Detektors festgelegt werden, damit aus der Anzahl und den Eigenschaften der eingetroffenen Teilchen die gewünschten Meßgrößen berechnet werden können.

Die Eigenschaften werden durch die "response" bestimmt, diese legt fest, ob es sich um Fluenzen, Dosen, Aktivierungsraten etc. handelt.

Die Berechnungen der Meßgrößen führen die "estimatoren" durch. Ferner muß die Ausdehnung und die Position des Detektors angegeben werden.

4. Techniken

4.1 Variance Reduction Techniques

Jedes Teilchen hat beim Start das Gewicht $w = 1$, wenn nichts anderes gefordert wurde.

In MORSE werden nun Teilchen nicht absorbiert, sondern das Teilchengewicht wird nach jeder Kollision gemäß der Absorptionswahrscheinlichkeit vermindert.

Das Gewicht des Teilchens ändert sich dann bei jeder Kollision auf

$$w_{\text{new}} = \frac{\Sigma_t - \Sigma_a}{\Sigma_t} w_{\text{old}}$$

mit Σ_t = totaler W.Q; Σ_a = Absorptions-W.Q.

Obwohl bereits eine Art von "variance reduction technique" bewirkt dies Verfahren immer noch lange Teilchenläufe und breite Fluktuationen und zieht einen entsprechenden Zeitbedarf nach sich.

Deshalb werden Verfahren angeboten, die eine zuverlässige und ökonomische Lösung eines Problems erlauben, in dem sie die Varianz der Verteilungen aus Ereignissen auf ausgewählten Teilchenwegen reduzieren oder aber sich auf Teilchen des Phasenraums R konzentrieren, die einen signifikanten Beitrag zur verlangten Detektorresponse leisten.

Die sechs "Variance reduction techniques" sind:

1. source energy biasing
2. splitting
3. russian roulette
4. path length stretching
5. non leakage
6. energy biasing

Von diesen Techniken ist die erste stets unabhängig von dem geometrischen Ort (Region). Alle anderen VRT. können in einem positionsabhängigen Weg angewendet werden. Für diese Zwecke ist die Geometrie in Regionen unterteilt, die völlig unabhängig von

dem Medium des Materials sein können.

4.1.1 Source Energy Biasing

Will man bestimmte Energiegruppen des Quellenergiespektrums beeinflussen, so werden die Quellteilchen in den verschiedenen Energiegruppen nach einer Wahrscheinlichkeitsverteilung erzeugt, die von der natürlichen abweicht. Man erreicht damit, daß gewisse Energiegruppen des Quell-Spektrums eine größere Importanz bekommen. Diese Technik reduziert das Teilchengewicht für die beeinflussten Energiegruppen.

4.1.2

4.1.3 Splitting und Russian Roulette

Benutzt man "splitting" und "russian roulette", so werden für jede Region und jede Gruppe drei Parameter eingelesen: WIHI, WILOW und WIAVE. WIHI und WILOW sind die obere und die untere Grenze des Teilchengewichts.

Hat ein Teilchen nur wenige Kollisionen gemacht, dann hat es ein großes Gewicht, was ihm in Detektornähe einen sehr großen Einfluß auf das Ergebnis verschafft. Es ist deshalb günstiger, in einem Detektor Teilchen mit etwa gleich großem Gewicht zu haben. Überschreitet nun das Gewicht eines Teilchens WIHI, so wird es "gesplittet", bis das Teilchengewicht w_1 unter diesen Wert abgesunken ist. Dabei wird das Teilchen in 2 Teile aufgeteilt mit jeweils dem halben Gewicht von w_1 . Anschließend laufen beide Teilchen dann getrennte Wege.

Ist das Gewicht eines Teilchens kleiner geworden als eine untere Grenze WILOW, so wird "russian roulette" gespielt, d.h. es wird gewürfelt, ob das Teilchen weiter existieren soll. Überlebt das Teilchen, so ist sein neues Gewicht WIAVE.

Mit dieser Technik vermeidet man lange Rechenvorgänge für Regionen, die wenig Einfluß auf das Ergebnis haben.

Es muß stets gelten:

$$WILOW \leq WIAVE \leq WIHI$$

und allgemein ist günstig zu wählen

$$3 < WIHI/WILOW < 10 \text{ und}$$

$$WIAVE \sim WIHI.$$

4.1.4 Path length Stretching oder Exponential Transform

Mit dieser Technik zwingt man ein Teilchen in Richtung Detektor zu fliegen, in dem man die mittlere freie Weglänge l als Funktion der Richtung verändert. Die effektive Anzahl der mittleren freien Weglängen l' zu den nächsten Kollisionen erhält man aus:

$$l' = l (1 - q \cdot \cos \alpha)$$

α ist der Winkel zwischen Teilchenflugrichtung und der Verbindungslinie Kollisionspunkt - Detektor.

q ist ein Koeffizient zwischen 0 und 1, er gibt die Stärke der Wirkung an.

Diese Technik vermindert das statistische Gewicht der Teilchen.

4.1.5 Non Leakage

Die Verwendung dieser Technik untersagt es einem Teilchen, aus einem System zu entweichen.

Erreicht wird dies durch eine Beeinflussung der Flugstrecken-Verteilungsfunktion (flight-path-distribution-function), die durch

$$P_0(\eta) = e^{-\eta}$$

gegeben ist. η ist die Distanz die in mittleren freien Wegen zurückgelegt wird.

4.1.6 Energy Biasing

Für jede Gruppe und für jedes Medium kalkuliert MORSE die Energieverteilung der gestreuten Teilchen.

Hierfür benutzt das Programm die Wirkungsquerschnitte der Gruppe-zu-Gruppe-Übergänge des entsprechenden Mediums. für ein Teilchen, das eine Kollision in der Region NREG eingeht, läßt sich die relative Wichtigkeit der Energiegruppen beeinflussen. Dabei wird die Wahrscheinlichkeit für einen Übergang von einer Gruppe in die nächste mit einem Faktor multipliziert, während gleichzeitig das Teilchengewicht durch den gleichen Faktor dividiert wird.

Dieses "energy biasing" kann in Abhängigkeit von der Region vorgenommen werden.

4.2 Cuts

Auch "cuts" sind im Prinzip Techniken, die man als "importance sampling" -Probennahme nach ihrer Wichtigkeit- auffassen kann. Man versteht unter einem "cut" das Abschneiden einer Teilchenspur, wenn z.B. die Energie eines Teilchens so niedrig ist, daß es wenig wahrscheinlich scheint, daß dieses Teilchen jemals den Detektor erreichen wird, bzw. daß dieses Teilchen nur einen unwesentlichen Beitrag zu einer "response", -wie z.B. einer Dosis-, leisten wird.

Auch wenn Teilchen ein hohes Alter haben, weil sie entweder viele Kollisionen hatten oder lange Wege zwischen den Kollisionen zurücklegten, beendet man meist ihren Lauf und führt einen "cut-off" durch.

4.3 Estimators

Um aus der Anzahl und den Eigenschaften der in einen Detektor einfliegenden Teilchen eine Fluenz $\phi(E, \vec{r})$ zu berechnen, benötigt man geeignete Estimatoren.

4.3.1 Boundary-crossing Estimator

(bzw. Surface-crossing Estimator)

Bei diesem Estimator registriert ein Detektor die Anzahl der Teilchen, die durch eine Fläche hindurchgehen, und ermittelt hieraus die Fluenz gemäß:

$$\phi(E, \vec{r}) = \frac{\sum_{i=1}^N w_i (\cos \alpha_i)^{-1}}{\Delta F \cdot \Delta E \cdot M}$$

mit

N = Anzahl der Teilchen im Energieintervall E...E+ΔE die ΔF treffen

w_i = Gewicht des Teilchens i, das die Fläche ΔF trifft

ΔF = Fläche des Detektors an der Stelle \vec{r}

M = Anzahl der Quellteilchen

α_i = Winkel zwischen der Normalen der Fläche ΔF und der Teilchenflugrichtung

ΔE = Energieintervall

Dieser Estimator ist vorteilhaft bei Problemen, bei denen große Detektorflächen gewählt werden können, z.B. kugel- oder zylindersymmetrische Probleme.

4.3.2 Collision Estimator

(Collision-density Estimator)

Auch aus der Anzahl der Wechselwirkungen in einem beliebigen Volumen läßt sich, bei bekanntem Wirkungsquerschnitt, die Fluenz berechnen. Voraussetzung ist allerdings, daß genügend Kollisionen in ΔV zur Verfügung stehen (bzw. daß das Volumen ΔV groß gemacht werden kann).

$$\phi(E, \vec{r}) = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} w_i^{coll}}{\sum_t(E) \cdot \Delta V \cdot \Delta F \cdot M}$$

mit

N_c = Anzahl der Kollisionen in Volumen ΔV der Teilchen des Energiebereichs E...E+ΔE

w_i^{coll} = Gewicht des Teilchens i, das in ΔV eine Kollision macht

ΔV = Detektorvolumen an der Stelle \vec{r} , beliebiges Volumen

Σ_t(E) = totaler Wirkungsquerschnitt des Materials im Volumen ΔV im Intervall E...E+ΔE

M = Anzahl der Quellteilchen

ΔE = Energieintervall

Eine Verbesserung des Estimators erreicht man, wenn man alle Teilchen verwendet, die in das Volumen ΔV eintreten, und diese mit der Wahrscheinlichkeit multipliziert, daß sie im Volumenintervall ΔV einer Wechselwirkung unterliegen.

Dieser Estimator heißt dann "predicted collision estimator".

$$\phi(E, \vec{r}) = \frac{\sum_{i=1}^{N_e} w_i^{\text{enter}} [1 - e^{-\Sigma_t(E) d_i}]}{\Sigma_t(E) \Delta V \cdot \Delta E \cdot M}$$

mit

N_e = Anzahl der Teilchen, die ins Volumen ΔV eintreten, im Energiebereich $E \dots E + \Delta E$

w_i^{enter} = Gewicht des Teilchens i , das ins Volumen ΔV eintritt

d_i = Weglänge des Teilchens i in ΔV .

Den "track-length estimator" als Spezialfall des "predicted collision estimator" erhält man, wenn $\Sigma_t d$ sehr klein ist ($\ll 1$). Dann läßt sich der Estimator approximieren:

$$1 - e^{-\Sigma d} \approx 1 - (1 - \Sigma d) = \Sigma d$$

und somit erhält man:

$$\phi(E, \vec{r}) = \frac{\sum_{i=1}^{N_e} w_i^{\text{enter}} \cdot d_i}{\Delta V \cdot \Delta E \cdot M}$$

4.3.3 Point Detector Estimator

(Point-flux Estimator bzw. Next Event (Collision) Estimators oder Statistical Estimator)

Alle bisher vorgestellten Estimatoren sind unbrauchbar, wenn der Detektor sehr klein ist (im Extremfall ein Punkt) und nur wenige Teilchen bzw. keine Teilchen in den Detektor gelangen.

In diesen Fällen berechnet man für jeden Punkt, an dem ein Teilchen festgehalten ist, die Wahrscheinlichkeit, mit der das Teilchen den Detektor (oder mehrere) trifft.

Dies entspricht der Wahrscheinlichkeit, daß das Teilchen bei einer Kollision mit der richtigen Energie in Detektorrichtung gestreut wird, multipliziert mit der Wahrscheinlichkeit, daß es dann auf Grund der Entfernung den Detektor auch erreicht.

Die Punkte, an denen ein Teilchen festgehalten ist, sind die Quelle und jede Kollision.

$$\phi(E, \vec{r}) = \sum_{i=1}^N \frac{q_i(E' \rightarrow E; \vec{\Omega}' \rightarrow \vec{\Omega}) e^{-\Sigma_t(E) |\vec{r}_i - \vec{r}|}}{|\vec{r}_i - \vec{r}|^2} \cdot \frac{w_i}{\Delta E \cdot M}$$

Es sind:

N = Anzahl der Teilchen im Energieintervall $E \dots E + \Delta E$, die betrachtet werden. Sie setzt sich zusammen aus N_s (source particles) + N_c (number of collisions).

$q_i(E' \rightarrow E; \vec{\Omega}' \rightarrow \vec{\Omega})$ = Wahrscheinlichkeit, daß das Teilchen i der Energie E' und der Flugrichtung $\vec{\Omega}'$ bei der Kollision die Energie E erhält und in die Richtung $\vec{\Omega}$ des Detektors gestreut wird *)

\vec{r}_i = Koordinaten des Teilchens i

\vec{r} = Koordinaten des Detektors

w_i = Gewicht des Teilchens i

M = Anzahl der Quellteilchen

$\Sigma_t(E)$ = Wirkungsquerschnitt im Bereich $E \dots E + \Delta E$

*) Handelt es sich um ein Quellteilchen, so ist dies die Wahrscheinlichkeit, daß es mit der Energie E in Detektorrichtung emittiert wird.

Dieser Estimator erlaubt es, die Beiträge von Quelle und Kollision getrennt zu betrachten. Emittiert die Quelle z.B. ihre Teilchen isotrop, dann kann man separieren

$$\phi(E, \vec{r}) = \phi_{\text{uncoll}} + \phi_{\text{coll}}$$

mit:

$$\Phi(\epsilon, \vec{r})_{\text{uncoll}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_s} e^{-\Sigma_t(\epsilon) |\vec{r}_i - \vec{r}|}}{4\pi |\vec{r}_i - \vec{r}|^2} \cdot \frac{w_i}{F \cdot M}$$

$$\Phi(\epsilon, \vec{r})_{\text{coll}} = \frac{\sum_{i=1}^{N_c} q_i(\epsilon, \vec{r}, \vec{\Omega}, \vec{\Omega}') e^{-\Sigma_t(\epsilon) |\vec{r}_i - \vec{r}|}}{|\vec{r}_i - \vec{r}|^2} \cdot \frac{w_i}{\Delta E \cdot M}$$

Bei sehr kleinen Detektoren bietet dieser Estimator die einzige Möglichkeit, zu Ergebnissen zu gelangen, er ist jedoch sehr langsam.

In dem von der OECD bereitgestellten MORSE-CG Paket waren zwei Estimatoren zur Wahl enthalten. Ein "boundary crossing estimator" wurde implementiert, der für konzentrische Kugelschalen die Fluenzen kalkuliert. *) Im Zentrum der Kugel befand sich eine punktförmige isotrope Quelle. Die Detektorflächen entsprachen den Oberflächen der Kugel. Zur Auswahl stand darüberhinaus ein "next event estimator" mit isotroper Quelle.

Ein "boundary crossing estimator" für den Gebrauch in "slab"-Geometrien wurde geschrieben. In diesem Zusammenhang mußten auch die Routinen SDATA und SOURCE der neuen Geometrie angepaßt werden.

Es können jetzt sowohl punktförmige als auch flächenhafte Quellen mit isotroper oder monodirektionaler Verteilung angewendet werden.

5. Organisation des Programmsystems MORSE am DESY

Entsprechend der modularen Form von MORSE-CG enthält jede "source-library" ein Modul. Folgende Module sind in den einzelnen Bibliotheken enthalten:

*) Tatsächlich angegeben wurde die Größe Fluenz x Kugeloberfläche. Dies ist die Anzahl der Teilchen, die aus der Kugel heraustreten.

- DO3LAN.MOCG3.S - user written-routines
- DO3LAN.MOCG4.S - random - walk
- DO3LAN.MOCG5.S - cross - section
- DO3LAN.MOCG6.S - combinational geometry
- DO3LAN.MOCG7.S - analysis, assembler routines, functions

Zu diesen Quelldaten existieren die entsprechenden "Load-Libraries" DO3LAN.MOCG3.L bis DO3LAN.MOCG7.L, von denen MORSE die benötigten Routinen abrufen.

Der Datei MOCG3.S kommt besondere Bedeutung zu. Sämtliche für den Start und die Steuerung des Programmsystems notwendigen Routinen, -dies sind die user-written-routines, die JCL und die Eingabedatensätze für MORSE-, sind in ihr enthalten.

Die JCL zur Steuerung des Programmablaufs befindet sich im "member" #MORSECG. (Abb. 1)

MAIN, in dem Steuersatz mit einem %MACRO-Befehl gerufen, enthält alle "user-written-routines", sowie sämtliche BLOCK-DATA und ist die Einliegsroutine für das Programm.

Mit dem zweiten %MACRO-Befehl werden die Eingabedaten zur Berechnung des gestellten Problems eingelesen.

Auf der "Unit 8" werden die Wirkungsquerschnitte bereitgehalten, die sich in unformatierter (binärer) Form auf der Datei DO3DIN.FEWGL.XSEC befinden.

Die Datei wurde von dem Programm LIBGEN aus formatierten Wirkungsquerschnitten erzeugt. Die für einen "run" benötigten Wirkungsquerschnitte findet MORSE anhand spezieller Identifizierungsnummern, die im Eingabedatensatz angegeben werden.

Die "Unit 16" muß bereitgehalten werden, damit MORSE diese vorübergehend als Speicher für die Daten der "combinatorial geometry" Routinen nutzen kann.

Es empfiehlt sich für die Eingabedatensätze von MORSE, Kartensätze vorzubereiten, die blockweise aus dem Eingabesatz herausgenommen

```

DOBLAN MOCG3 (S) MORSECG)          DATE: 19/07/85 TIME: 10:40:03
//* 31/07/84 507191033 MEMBER NAME #MORSECG (S)          JCL          00000000
//DOBLAN JOB 10000400 CLASS=A, TIME=(1,00), MSGLEVEL=(2,0) 00000100
//MAIN ORG=EXT, RELPRI=MED, LINES=(2)                    00000200
//STEP EXEC FORTCLG, LLB1='DOBLAN.MOCG3.L',              00000300
// LLB2='DOBLAN.MOCG4.L',                                00000400
// LLB3='DOBLAN.MOCG5.L',                                00000500
// LLB4='DOBLAN.MOCG6.L',                                00000600
// LLB5='DOBLAN.MOCG7.L',                                00000700
//C SYSIN DD *                                           00000800
*MACRO MAIN                                             00000900
//G FT08F001 DD DISP=SHR, DSN=DO3DIN.FEWG1.XSEC        00001000
//G FT16F001 DD DSN=DOBLAN.CG.DATA, DISP=SHR           00001100
//G SYSIN DD *                                           00001200
*MACRO W/FE/SL3                                         00001300

```

Abb. 1

und durch andere Kartenstapel ersetzt werden können. Dies ist sicher sinnvoll für die verschiedenen Quellspektren (14 MeV, Fission etc.) der Teilchen oder auch für die "combinatorial geometry"-Eingabe.

Vorteilhaft ist die Vorbereitung solcher Blöcke auch für die diversen "response"-Funktionen.

Diese Funktionen befinden sich auf der Datei DO3LAN.LIB in formatierter Form im "member" LIBRARY und können leider nicht wie die Wirkungsquerschnitte durch Identifizierungsnummern eingelesen werden.

Auf der Datei MOCG3.S finden sich einige vorbereitete Eingabesätze zu speziellen Problemen, die durch MORSE kalkuliert werden sollen.

Die Erstellung eines neuen Datensatzes macht jedoch wenig Schwierigkeiten.

Sollten dennoch Probleme entstehen, so findet man Hilfe und eine Erklärung der Eingabevariablen im "member" HELPSCRE. (Am Bildschirm zu lesen.).

Will man eine Version haben, bei der Eingabekarten und Erklärung gegenübergestellt sind, so muß man sich das "member" HELPPRIN ausdrucken lassen.

6. Wirkungsquerschnitte

Für die MORSE Kalkulationen wurden bisher Wirkungsquerschnitte von der DLC-31(DPL-1/FEWG)-Bibliothek verwendet. Diese werden durch das RSIC, Radiation Shielding Information Center am Oak Ridge National Laboratory verteilt.

Die Vielfachgruppen-Bibliothek besteht aus 37 Neutronen- und 21 γ -Strahlungsenergiegruppen, bei einer maximalen Neutronenenergie von 20 MeV und der Begrenzung der Photonenwirkungsquerschnitte auf 14 MeV (siehe auch 3c). Die Bibliothek ist damit recht grob strukturiert.

Am DESY befinden sich die Wirkungsquerschnitte in unformatierter Form auf der Datei DO3DIN.FEWG1.XSEC.

Eine Übersicht der auf dieser Datei enthaltenen Wirkungsquerschnitte liefert die Tabelle 1.

Berechnung der Atomdichte RHO

In MORSE werden die Wirkungsquerschnitte in Form totaler Wirkungsquerschnitte verarbeitet.

$$\Sigma = \sigma \cdot \rho \cdot \frac{N_L}{A} = \sigma \cdot RHO$$

σ erhält man aus den Daten FEWGL.XSEC.

Da diese in Einheiten von barn angegeben sind (10^{-24} cm^2) muß RHO in Einheiten von 10^{24} cm^3 eingegeben werden.

Man unterscheidet drei Fälle:

a) für ein reines Element ergibt sich die "Atomic density" RHO zu:

$$RHO = \rho \cdot \frac{N_L}{A}$$

mit ρ = Dichte

N_L = Loschmidt'sche Zahl

A = Atommasse

b) für eine Verbindung mit den Elementen A und B ergeben sich die "Atomic densities" zu:

$$RHO_A = \rho_V \cdot P_A \cdot \frac{N_L}{M}$$

$$RHO_B = \rho_V \cdot P_B \cdot \frac{N_L}{M}$$

mit $P_A + P_B = 1$

ρ_V = Dichte der Verbindung

P_A = prozentualer Anteil von Element A am Molekül

P_B = analog P_A

M = Molekülmasse

c) für ein Gemisch mit den Elementen A und B erhält man die Atomdichte der Elemente zu:

$$RHO_A = \rho_{gem} \cdot P_A \cdot \frac{N_L}{A_A}$$

$$RHO_B = \rho_{gem} \cdot P_B \cdot \frac{N_L}{A_B}$$

mit ρ_{gem} = Dichte des Gemischs

P_A = prozentualer Gewichtsanteil von A am Gemisch

P_B = analog für B

A_A = Atommasse von Element A

A_B = Atommasse von Element B.

Tabelle 1

Liste der auf Band befindlichen Wirkungsquerschnitte mit Element -
identifizierungsnummer, Namen und Atomdichte des betreffenden Elements.

ELEMENT-ID.	NAME	DENSITY (UNITS: 10**24 cm**3)
2 - 5	H-1	2.685 E-05 (H2)
106 - 139	H-3	
14 - 17	Li-6	4.6344 E-02
18 - 21	Li-7	
22 - 25	Be-9	1.2363 E-01
26 - 29	B-10	1.3026 E-01
30 - 33	B-11	
34 - 37	C-12	1.121 E-01
38 - 41	N	2.688 E-05 (N2)
42 - 45	O	
46 - 49	O-16	2.6895 E-05 (O2)
50 - 53	F	
54 - 57	Na	5.3769 E-05
58 - 61	Mg	2.5437 E-02
62 - 65	Al	4.3092 E-02
66 - 69	Si	6.027 E-02
70 - 73	Si	5.146 E-02
74 - 77	Cl	2.7297 E-05 (Cl2)
78 - 81	K	1.3247 E-02
82 - 85	Ca	2.3293 E-02
86 - 89	C	7.0455 E-02
90 - 93	C	8.2221 E-02
94 - 97	Fe	8.0029 E-02
98 - 101	Ni	8.476 E-02
102 - 105	Cu	9.1304 E-02
106 - 109	Zn	8.465 E-02
110 - 113	Ta181	6.400 E-02
114 - 117	W182	5.3254 E-02
118 - 121	W183	6.3126 E-02
122 - 125	W184	.
126 - 129	W186	.
130 - 133	Pb	3.285 E-02
134 - 137	U-235	4.731 E-02
138 - 141	U-238	.
142 - 145	Pu-239	4.903 E-02
146 - 149	Pu-240	.
150 - 153	Ar	2.690 E-05
154 - 157	Ti	5.6835 E-02
158 - 161	Gd	3.013 E-02
162 - 165	P-31	3.5389 E-02
166 - 169	S-32	3.8693 E-02 (* 3.6815 E-02)
170 - 173	Ba	1.5347 E-02

* Rhombisch.
(Monoklin)

Tabelle 2

Zusammensetzung der Atomdichten der Elemente eines Betongemisches am DESY,
mit Identifizierungsnummer der Elemente auf der Datei FEWG1.XSEC und der
prozentualen Zusammensetzung des Betons.

Element	Zusammensetzung	ID.	Atomdichte (Units: 10**24 cm**3)
O	0.53	42-45	4.788 E -2
Si	0.34	66-69	1.749 E -2
Ca	0.04	78-81	1.443 E -3
P	0.03	62-65	1.607 E -3
Fe	0.02	94-97	5.176 E -4
N	0.02	54-57	1.257 E -3
C	0.01	30-33	1.203 E -3
H	0.01	2 - 5	1.434 E -2
Mg	0.01	58-61	5.947 E -4
Al	0.01	74-77	1.325 E -4

7. Literatur

- CCC.203 RSIC Computer Code Collection MORSE-CG
General Purpose Monte-Carlo Multigroup
Neutron and Gamma-ray Transport Code with
Combinatorial Geometry, Oak Ridge National Laboratory
(1975)
- Cer.84 A. Fasso, K. Goebel, M. Höfert, G. Rau, H. Schönbacher,
G.R. Stevenson, A.H. Sullivan, W.P. Swanson and
J.W.N. Tuyn, Radiation problems in the design of the
large electron-positron collider (LEP) CERN TIS-RP/02
(1984)
- Din.84 H. Dinter, Private Mitteilungen (1984)
- Emm.75 M.B. Emmett, The MORSE Monte Carlo Radiation Transport
Code System, Oak Ridge National Laboratory,
Report ORNL-4972 (1975)
- Eng.67 W.W. Engle, Jr., A Users Manual for ANISN;
Oak Ridge National Laboratory, Report K-1693 (1967)
- Gab.80 T.A. Gabriel, The Methods and Applications of
Monte Carlo in low energy (<20 MeV) neutron-
photon transport (MORSE), Lectures 4 and 6 in
Computer techniques in radiation transport and
dosimetry, eds. W.R. Nelson and T.M. Jenkins
(Plenum Press, New York and London, 1980)
- Irv.70 D.C. Irving and G.W. Morrison, PICTURE: An aid in
debugging geometry input data, Oak Ridge National
Laboratory, Report ORNL-TM-2892 (1970)
- Isp.82 Ispra Course 1982, Monte Carlo Methods and their
Application to Radiation Shielding
- Jaa.73 R. Jaarsma and H. Rief, TIMOC 72 Code Manual,
Report EUR 5016e (Joint Nuclear Research Center,
Ispra, 1973)
- Prof.79 A.E. Profio, Radiation Shielding and Dosimetry
(J. WILEY&Sons, New York/Chichester/Brisbane/Toronto)
(1979)

Str.70 E.A. Straker, P.N. Stevens, D.C. Irving and V.R. Cain,
The MORSE-code - A multigroup neutron and gamma-ray
Monte Carlo transport code, Oak Ridge National
Laboratory, Report ORNL-4585 (1970)

8. Anhang

8.1 Programmliste MAIN

Das member MAIN enthält die Start- und die "user-written routines". Für eine eingehende Beschreibung der Routinen steht die RSIC Computer Code Collection (CCC 203) zur Verfügung. Es werden hier nur einige allgemeine Punkte erwähnt.

- 1)-> Diese Größen müssen erhöht werden, wenn eine größere Anzahl von Quellteilchen gewünscht wird und es zu einer Fehlermeldung kommt, weil der Speicherplatz hierfür nicht ausreicht.


```

C 20/12/84 507181624 MEMBER NAME MAIN (S) FORTRAN 00000000
C * * THIS IS THE MAIN ROUTINE * * * * * 00000100
C * * 00000200
C * * THE FOLLOWING CARD DETERMINES THE SIZE ALLOWED FOR BLANK COMMON * 00000300
C * * COMMON NC(70000) 00000400
-> 1) C * * (REGION SIZE NEEDED IS ABOUT 00000500
C * * 150K + 4*(SIZE OF BLANK COMMON IN WORDS) * 00000600
C * * NOTE - THE ORDER OF COMMONS IN THIS ROUTINE IS IMPORTANT AND 00000700
C * * MUST CORRESPOND TO THE ORDER USED IN DUMP ROUTINES SUCH AS 00000800
C * * HELP, XSCHLP, AND USRHLP 00000900
C * * 00001000
C * * LABELLED COMMONS FOR WALK ROUTINES * * * * * 00001100
C * * COMMON /APOLLO/ AGSTRT,DDF,DEADWT(26),ITOUT,ITIN 00001200
C * * COMMON /FISBNK/ MFISTP 00001300
C * * COMMON /NUTRON/ NAME 00001400
C * * 00001500
C * * LABELLED COMMONS FOR CROSS-SECTION ROUTINES * * * * * 00001600
C * * COMMON /LOCSIG/ ISCCOG 00001700
C * * COMMON /MEANS/ NM 00001800
C * * COMMON /MOMENT/ NMOM 00001900
C * * COMMON /QAL/ Q 00002000
C * * COMMON /RESULT/ POINT 00002100
C * * 00002200
C * * LABELLED COMMONS FOR GEOMETRY INTERFACE ROUTINES * * * * * 00002300
C * * COMMON /GEOMC/ XTWO 00002400
C * * COMMON /NORMAL/ UNORM 00002500
C * * 00002600
C * * LABELLED COMMONS FOR USER ROUTINES * * * * * 00002700
C * * COMMON /POET/ NO 00002800
C * * COMMON /USER/ AGST 00002900
C * * 00003000
C * * COMMON /DUMMY/ WILL NOT BE FOUND ELSEWHERE IN THE PROGRAM * * * * 00003100
C * * COMMON /DUMMY/ DUM 00003200
C * * 00003300
C * * DATA JUNK/Z48484848/ 00003400
C * * CALL ERRSET(208,256,-1) 00003500
-> C * * CHANGE THE FOLLOWING NLFT ACCORDING TO COMMON NC WHICH DETERMINES 00003600
C * * THE SIZE ALLOWED FOR BLANK COMMON 00003700
C * * NLFT = 70000 00003800
S DO 5 I=1,NLFT 00003900
C * * NC(I) = JUNK 00004000
C * * ITOUT = 6 00004100
C * * ITIN = 5 00004200
C * * CALL MORSE(NLFT) 00004300
C * * STOP 00004400
C * * END 00004500
C * * 00004600
C * * ***** 00004700
C * * 00004800
C * * 00004900
C DO NOT CALL EUCLID FROM BANKR(7) 00005000
C * * COMMON /APOLLO/ AGSTRT,DDF,DEADWT(S),ETA,ETATH,ETAUSD,UINP,VINP, 00005100
C * * 1 WINP,WTSTRT,XSTRT,YSTRT,ZSTRT,TCUT,XTRAC(10), 00005200
C * * 2 I0,I1,MEDIA,IAJ,M,ISBIAS,ISOUR,ITERS,ITIME,ITSTR,LOCWTS,LOCFWL, 00005300
C * * 3 LOCEPR,LOCNSC,LOCFSN,MAXGP,MAXTIM,MEDALB,MGPREG,MXREG,NALB, 00005400
C * * 4 NDEAD(S),NEWNM,NGEOM,NGPQT1,NGPQT2,NGPQT3,NGPQTG,NGPQTN,NITS, 00005500
C * * 5 NKCALC,NKILL,NLAST,NMEM,NMGP,NMOST,NMTG,NOLEAK,NORMF,NPAST, 00005600
C * * 6 NPSCL(13),NQUIT,NSIGL,NSOUR,NSPLT,NSTRT,NXTRAC(10) 00005700
C * * COMMON /NUTRON/ NAME,NAMEX,IG,IGO,NMED,MEDOLD,NREG,U,U,W,UOLD,UOLD 00005800
C * * 1 ,WOLD,X,Y,Z,XOLD,ZOLD,WATE,OLDWT,WTBC,BLZNT,BLZON,AGE,OLDAGE 00005900
C * * NBNK = NBNKID 00006000
C * * IF (NBNK) 100,100,140 00006100
C * * 100 NBNK = NBNK + 5 00006200
C * * GO TO (104,103,102,101),NBNK 00006300
C * * 101 CALL STRUN 00006400
C * * CALL HELP(4HSTRU,1,1,1,1) 00006500
C * * RETURN 00006600
C * * 102 NBAT = NITS - ITERS 00006700
C * * NSAVE = NMEM 00006800
C * * CALL STBTCH(NBAT) 00006900
C * * NBAT IS THE BATCH NO. LESS ONE 00007000
C * * RETURN 00007100
C * * 103 CALL NBATCH(NSAVE) 00007200
C * * NSAVE IS THE NO. OF PARTICLES STARTED IN THE LAST BATCH 00007300
C * * RETURN 00007400
C * * 104 CALL NRUNK(NITS,NQUIT) 00007500
C * * NITS IS THE NO. OF BATCHES COMPLETED IN THE RUN JUST COMPLETED 00007600
C * * NQUIT .GT. 1 IF MORE RUNS REMAIN 00007700
C * * .EQ. 1 IF THE LAST SCHEDULED RUN HAS BEEN COMPLETED 00007800
C * * IS THE NEGATIVE OF THE NO. OF COMPLETE RUNS, WHEN AN 00007900
C * * EXECUTION TIME KILL OCCURS 00008000
C * * RETURN 00008100

```



```

140 GO TO (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13),NBNK          00008200
C  NBNKID      COLL TYPE  BANKR CALL  NBNKID  COLL TYPE  BANKR CALL 00008300
C  1           SOURCE     YES (MSOUR)   2           SPLIT     NO (TESTW)00008400
C  3           FISSION    YES (FPROB)   4           GAMGEN    YES (GSTORE)00008500
C  5           REAL COLL  YES (MORSE)   6           ALBEDO    YES (MORSE)00008600
C  7           BDRYX      YES (NXTCOL)  8           ESCAPE    YES (NXTCOL)00008700
C  9           E-CUT      NO (MORSE)   10          TIME KILL NO (MORSE)00008800
C  11          R R KILL   NO (TESTW)   12          R R SURU  NO (TESTW)00008900
C  13          GAMLOST   NO (GSTORE)          00009000
C  1 CALL SDATA          00009100
C  RETURN              00009200
C  2 RETURN            00009300
C  3 RETURN            00009400
C  4 RETURN            00009500
C  5 RETURN            00009600
C  6 RETURN            00009700
C  7 CALL BDRYX        00009800
C  RETURN              00009900
C  8 RETURN            00010000
C  9 RETURN            00010100
C 10 RETURN            00010200
C 11 RETURN            00010300
C 12 RETURN            00010400
C 13 RETURN            00010500
C  END                  00010600
C                      00010700
C *****              00010800
C                      00010900
C  SUBROUTINE BDRYX    00011000
C                      00011100
C  FOR USE IN SLAB GEOMETRY ONLY; SLABS IN X-Y-DIRECTION 00011200
C                      00011300
C  IDENTIFIES DETECTOR POSITION WITH A BOUNDARY CROSSING AND THEN 00011400
C  CALCULATES AND SUMS QUANTITIES OF INTEREST FOR EACH BATCH. 00011500
C                      00011600
C  COMMON /USER/ AGSTRT,WTSTRT,XSTRT,YSTRT,ZSTRT,DFE,EBOTN,EBOTG, 00011700
C  1 TCUT,I0,I1,IADJM,NGPQT1,NGPQT2,NGPQT3,NGPQTG,NGPQTN,NITS,NLAST, 00011800
C  2 NLEFT,NMGP,NMTG,NSTRT 00011900
C  COMMON /PDET/ NO,NNE,NE,NT,NA,NRESP,NEX,NEXND,NEND,NDNR,NTNR,NTNE, 00012000
C  1 NANE,NTNDNR,NTNEND,NANEND,LOCSP,LOCXD,LOCIB,LOCCO,LOCT,LOCUD, 00012100
C  2 LOCSD,LOCQE,LOCQT,LOCQTE,LOCQAE,LMAX,EFIRST,EGTOP 00012200
C  COMMON /NUTRON/ NAME,NAMEX,IG,IGO,NMED,MEDOLD,NREG,U,U,W,UOLD,VOLD00012300
C  1 WOLD,X,Y,Z,XOLD,YOLD,ZOLD,WATE,OLDWT,WTBC,BLZNT,BLZON,AGE,OLDAGE00012400
C  COMMON /SLAB/XDL,XDU,YDL,YDU,XSL,XSU,YSL,YSU,ZSOUR,IPOINT,IBEAM 00012500
C  COMMON BC(1) 00012600
C  DIMENSION NC(1) 00012700
C  EQUIVALENCE (BC(1),NC(1)) 00012800
C                      00012900
C  ZDL=0.99*Z 00013000
C  ZDU=1.01*Z 00013100
C  IA = LOCXD + 2*ND 00013200
C  DO 5 I=1,ND 00013300
C  IA=IA+1 00013400
C  ZS=BC(IA) 00013500
C  IF (ZS.GE.ZDL.AND.ZS.LE.ZDU) GO TO 15 00013600
C  CONTINUE 00013700
C  RETURN 00013800
C  IF ((X.GE.XDL.AND.X.LE.XDU).AND.(Y.GE.YDL.AND.Y.LE.YDU)) GO TO 20 00013900
C  RETURN 00014000
C  CONTINUE 00014100
C  COS = W 00014200
C                      00014300
C  IF (COS.LE.0.) RETURN 00014400
C                      00014500
C  IF (COS) 30,25,30 00014600
C  WRITE (I0,1000) 00014700
C 1000 FORMAT(1H0,14H COS=0.,RETURN) 00014800
C  RETURN 00014900
C  30 ABCOS=ABS (COS) 00015000
C  IF (ABCOS-1.0001) 40,40,35 00015100
C  WRITE (I0,1010) ABCOS 00015200
C 1010 FORMAT(1H0,'ABCOS.GT.1. = 'E10.4) 00015300
C  CALL ERROR 00015400
C  40 IF (ABCOS-0.01) 45,50,50 00015500
C  45 ABCOS = 0.005 00015600
C  50 CON=WATE/ABCOS 00015700
C  CALL FLUXST(I,IG,CON,AGE,COS,0) 00015800
C * * SWITCH = 0 -- STORE IN ALL RELEVANT ARRAYS EXCEPT UD 00015900
C * * INN = LOCXD + 6*ND + I 00016000
C * * THIS STORE IS IN THE FIRST OF THE NEXND ARRAYS SET ASIDE BY SCORIN 00016100
C * * NC(INN) = NC(INN) + 1 00016200
C  RETURN 00016300
C  END 00016400
C                      00016500
C *****              00016600
C                      00016700

```

- 2) Sämtliche BLOCK DATA aus MORSE sind in MAIN zusammengefaßt.
Neu hinzugekommen ist das BLOCK DATA mit den Eingabe-
Parametern für die "Slab"-Geometrie.
Die Eingabe ist aus dem Text ersichtlich.

2)

```

BLOCK DATA
COMMON/BKNMNC/BKNMNC(72)
DATA BKNMNC/
2 4HNCOL,4HL , 4HNAME,4H , 4HIG ,4H , 4HU ,4H , 0001 6800
3 4HU ,4H , 4HW ,4H , 4HX ,4H , 4HY ,4H , 0001 6900
4 4HZ ,4H , 4HWATE,4H , 4HIGO ,4H , 4HUOLD,4H , 0001 7000
5 4HUOLD,4H , 4HWOLD,4H , 4HXOLD,4H , 4HYOLD,4H , 0001 7100
6 4HZOLD,4H , 4HOLDW,4HT , 4HWTBC,4H , 4HETAU,4HSD , 0001 7200
7 4HETA ,4H , 4HAGE ,4H , 4HOLDA,4HGE , 4HNREG,4H , 0001 7300
8 4HNMED,4H , 4HNAME,4HX , 4HWATE,4HF , 4HBLZN,4HT , 0001 7400
9 4HBLZO,4HN , 4HVEL(,4HIG) , 4HVEL(,4HIGO), 4HTSIG,4H , 0001 7500
A 4HPNAB,4H , 4HNXTR,4HA1 , 4HEXTR,4HA1 , 4HEXTR,4HA2 / 0001 7600
END 0001 7700

```

C
C
C

```

*****
BLOCK DATA
REAL*8 XMONTH,WEKE,DAY
COMMON /DATDAT/ XMONTH(11),WEKE(6),DAY(1),IMONTH(12),NMONTH(12),
1 IWEKE(8),IWEK(8)
DATA XMONTH/8HJANUARY,8HFEBRUARY,8HMARCH ,8HAPRIL ,8HMAY JUNE0001 8800
1 ,8HJULY,8HSEPT,8HEMBER ,8HOCTOBER,8HNOVEMBER, 0001 8900
2 8HDECEMBER/,WEKE/ZC8E4C86FE2E4DS40,8HMON TUES,8HWEDNES 0001 9000
3 8HTHURS ,8HFRI ,8HSATUR /,DAY/8HDAY,19 /,IMONTH/0,8,16, 0001 9100
4 24,32,36,40,44,52,64,72,80/, NMONTH/7,8,5,5,3,4,4,6,9,7,8,8/, 0001 9200
SIWEKE/0,4,8,12,16,24,32,40/, IWEK/4,3,3,4,6,5,3,5/ 0001 9300
END 0001 9400

```

C
C
C

```

*****
BLOCK DATA
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
COMMON /PAREM/ XB(16),IXB(12)
DATA XB/16*1.999D+10/
END 0001 9500
***** 0001 9600
0001 9700

```

C
C
C

```

BLOCK DATA
DATA ENTRIES FOR SLAB GEOMETRY
POINT: PENTER 0001 9800
DETECTORS IN X-Y-PLANE, DIMENSIONS: XDL, XDU, YDL, YDU 0001 9900
SOURCE (IF AREA) IN X-Y-PLANE DIMS: XSL, XSU, YSL, YSU 0002 0000
Z-POSITION: ZSOUR 0002 01 00
IPOINT = 0, SWITCH TO AREA SOURCE, DIMENSIONS IN DATA 0002 02 00
= 1, SWITCH TO POINT SOURCE XSTRT, YSTRT, ZSTRT IN CARD D 0002 03 00
IBEAM = 0, SWITCH TO ISOTROPIC DISTRIBUTION OF ALL STARTING 0002 04 00
PARTICLES 0002 05 00
= 1, SWITCH TO MONODIRECTIONAL STARTING CONDITIONS WITH 0002 06 00
UINP, UINP, WINP OF CARD D. 0002 07 00
COMMON/SLAB/XDL, XDU, YDL, YDU, XSL, XSU, YSL, YSU, ZSOUR, IPOINT, IBEAM 0002 08 00
DATA XDL, YDL/2*1.0/, XDU, YDU/2*5.0/ 0002 09 00
DATA XSL, YSL/2*0.0/, XSU, YSU/2*6.0/, ZSOUR/0.0/ 0002 10 00
DATA IPOINT/0/, IBEAM/1/ 0002 11 00
END 0002 12 00

```

C
C
C

```

*****
0002 13 00
0002 14 00
0002 15 00
0002 16 00
0002 17 00
0002 18 00
0002 19 00
0002 20 00
0002 21 00
0002 22 00
0002 23 00
0002 24 00
0002 25 00
0002 26 00
0002 27 00
0002 28 00
0002 29 00
0002 30 00

```

```

SUBROUTINE SDATA                                00023100
                                                00023200
SUBROUTINE SDATA CALCULATES UNCOLLIDED QUANTITIES OF INTEREST AT 00023300
EACH DETECTOR POSITION FOR EACH BATCH.          00023400
                                                00023500
THIS VERSION IS ONLY FOR SLAB GEOMETRY:        00023600
ALL SLABS HAVE THE SAME MEDIUM                00023700
                                                00023800
COMMON /PDET/ ND, NNE, NE, NT, NA, NRESP, NEX, NEXND, NEND, NDNR, NTRN, NTNE, 00023900
1 NAME, NTNDNR, NTNEND, NANEND, LOCRSP, LOCXD, LOCIB, LOCCO, LOCT, LOCUD, 00024000
2 LOCSO, LOCQE, LOCQT, LOCQTE, LOCQAE, LMAX, EFIRST, EGTOP 00024100
COMMON /USER/ AGSTRT, WTSTRT, XSTRT, YSTRT, ZSTRT, DFF, EBOTN, EBOTG, 00024200
1 TCUT, IQ, I1, IADJM, NGPQT1, NGPQT2, NGPQT3, NGPQTG, NGPQTN, NITS, NLAST, 00024300
2 NLEFT, NMGP, NMTG, NSTRT 00024400
COMMON /NUTRON/ NAME, NAMEX, IG, IGO, NMED, MEDOLD, NREG, U, V, W, UOLD, VOLD, 00024500
1 WOLD, X, Y, Z, XOLD, YOLD, ZOLD, WATE, OLDWT, WTBC, BLZNT, BLZON, AGE, OLDAGE 00024600
COMMON BCC1) 00024700
COMMON /SLAB/ XDL, XDU, YDL, YDU, XSL, XSU, YSL, YSU, ZSOUR, IPOINT, IBEAM 00024800
IA=LOCXD+2*ND 00024900
DO 100 I=1,ND 00025000
IA=IA+1 00025100
ZS=BCC(IA) 00025200
ZSD=ZS-ZSOUR 00025300
XS=ZSD*U/W+X 00025400
YS=ZSD*U/W+Y 00025500
IF ((XS.GE.XDL.AND.XS.LE.XDU).AND.(YS.GE.YDL.AND.YS.LE.YDU)) 00025600
1 GO TO 10 00025700
CON=0. 00025800
GO TO 80 00025900
10 SD=SQRT((XS-X)**2+(YS-Y)**2+ZSD**2) 00026000
IF (I.NE.1) GO TO 30 00026100
S1=SD 00026200
S2=0. 00026300
CALL NSIGTA(IG,1,TSIG1,PDUM) 00026400
GO TO 40 00026500
30 S2=SD-S1 00026600
CALL NSIGTA(IG,2,TSIG2,PDUM) 00026700
40 CON=WATE*EXP(-TSIG1*S1)*EXP(-TSIG2*S2) 00026800
80 CALL FLUXST(I,IG,CON,TA,W,-1) 00026900
C * SWITCH=-1 - STORE ARRAY UD ONLY 00027000
100 CONTINUE 00027100
RETURN 00027200
END 00027300
C ***** 00027400
C ***** 00027500
C ***** 00027600

```

```
      SUBROUTINE SOURCE(IG,U,U,W,X,Y,Z,WATE,MED,AG,ISOUR,ITSTR,NGPQT3, 00027700
1 DOF,ISBIAS,NMTG) 00027800
      00027900
C
C IF ITSTR=0, MUST PROVIDE IG,X,Y,Z,U,U,W,WATE AND AG IF DESIRED TO BE 00028000
C DIFFERENT FROM CARD VALUES (WHICH ARE THE VALUES INPUT TO SOURCE) 00028100
C IF ITSTR=1, IG IS THE GRP NO. CAUSING FISSION, MUST PROVIDE NEW IG 00028200
C THIS VERSION OF SOURCE SELECTS INITIAL GROUP FROM THE INPUT SPEC 00028300
      00028400
      COMMON /USER/ DUM(9),I0,I1,IDUM(12) 00028500
      COMMON /SLAB/XDL,XDU,YDL,YDU,XSL,XSU,YSL,YSU,ZSOUR,IPOINT,IBEAM 00028600
      COMMON WTS(1) 00028700
C
C DATA ICALL/1/ 00028800
C IF (ICALL) 10,10,S 00028900
5 ICALL = 0 00029000
  WRITE (I0,1000) IPOINT, IBEAM, ZSOUR 00029100
1000 FORMAT (' YOU ARE USING A SOURCE VERSION WHICH SETS WATE TO DOF AND AN 00029200
10 PROVIDES AN ENERGY IG. '// 00029300
2 ' IF IPOINT = 0, AN AREA SOURCE IS SELECTED, '// 00029400
3 ' IF IBEAM = 1, A POINT SOURCE IS SELECTED, '// 00029500
4 ' IF IBEAM = 0, ISOTROPIC PARTICLE DIRECTION IS SELECTED, '// 00029600
5 ' IF IBEAM = 1, MONODIRECTIONAL PARTICLE DIRECTION IS SELECTED, '// 00029700
6 ' SWITCHES ARE SET ON: IPOINT =',IS,' IBEAM =',IS/ 00029800
7 ' POS. OF THE SOURCE: ZSOUR =',F10.1// 00029900
  IF (IPOINT.EQ.0) WRITE(I0,1001) XSL,XSU,YSL,YSU,XDL,XDU,YDL,YDU 00030000
1001 FORMAT(' THE SOURCE AREA IS PERPENDICULAR TO THE Z-DIRECTION AND E 00030100
1 XTENDS FROM'/ 00030200
2 ' XSL =',F10.2,' TO XSU =',F10.2,' AND FROM'/ 00030300
3 ' YSL =',F10.2,' TO YSU =',F10.2// 00030400
4 ' 00030500
5 ' ALL DETECTOR AREAS HAVE THE SAME VALUE. THEY EXTEND FROM'/ 00030600
6 ' XDL =',F10.2,' TO XDU =',F10.2,' AND FROM'/ 00030700
7 ' YDL =',F10.2,' TO YDU =',F10.2// 00030800
  IF (IPOINT.EQ.1) GO TO 10 00030900
  DXS=XSU-XSL 00031000
  DYS=YSU-YSL 00031100
10 IF (ISOUR) 15,15,60 00031200
15 WATE=DOF 00031300
  IF (ISBIAS) 20,20,25 00031400
20 NWT = 2*NMTG 00031500
  GO TO 30 00031600
25 NWT = 3*NMTG 00031700
30 R = FLTRNF(R) 00031800
  DO 35 I=1,NGPQT3 00031900
  IF (R - WTS(I+NWT)) 40,40,35 00032000
35 CONTINUE. 00032100
40 IG=I 00032200
  IF (ISBIAS) 60,60,45 00032300
45 IF (I-1) 60,50,55 00032400
50 WATE = WATE*WTS(2*NMTG+1)/WTS(3*NMTG+1) 00032500
  GO TO 60 00032600
55 WATE = WATE*(WTS(2*NMTG+I)-WTS(2*NMTG+I-1))/(WTS(3*NMTG+I)-WTS(3*N 00032700
1 MTTG+I-1)) 00032800
60 CONTINUE 00032900
  IF (IPOINT.EQ.1) GO TO 70 00033000
  R=FLTRNF(R) 00033100
  DX=R*DXS 00033200
  R=FLTRNF(R) 00033300
  DY=R*DYS 00033400
  X=DX+XSL 00033500
  Y=DY+YSL 00033600
70 IF (IBEAM.EQ.1) GO TO 80 00033700
71 CALL POLRN(STH,CTH) 00033800
  W=CTH 00033900
  IF (W.LT.0.01) GO TO 71 00034000
  CALL AZIRN(SFI,CFI) 00034100
  U=CFI*STH 00034200
  V=SFI*STH 00034300
  SUM=U*U+V*V+W*W 00034400
  ASUM=ABS(SUM-1.) 00034500
  IF(ASUM.LE.0.01) GO TO 80 00034600
  WRITE(I0,1002) 00034700
1002 FORMAT(' ERROR: START.PART.: SUMCOSSQ > 1') 00034800
  GO TO 71 00034900
80 RETURN 00035000
  END 00035100
      00035200
```

8.2 Liste der Eingabedaten

Beim folgenden Ausdruck sind die Eingabedaten und ihre Erklärung gegenübergestellt. Bei dem verwendeten Datensatz handelt es sich um den Testsatz, der dem MORSE-Programm beigelegt war.

 ***** USE 'HELP' ONLY IN ITS PRINTED VERSION *****

***** THIS INPUT IS READ BY SUBROUTINE 'INPUT'

***** RANDOM WALK INPUT INSTRUCTIONS *****

***** CARD A (20A4)
 MORSE SAMPLE PROBLEM POINT FISSION SOURCE IN AIR

TITLE CARD
 CARD A (ANY CHARACTER OTHER THAN A BLANK OR ALPHAMERIC IN
 COLUMN ONE WILL TERMINATE THE JOB.)

***** CARD B (10IS,FS,0,2IS)
 200 400 10 1 37 0 37 37 0 0 S 1 0
 NQUIT NMTG MEDIA
 NITS NMGP MAXTIM
 NMOST NGPQTG IADJM
 NSTRT NGPQTN NCOLTP MEDALB

CARD B

- NSTRT - NUMBER OF PARTICLES PER BATCH
- NMOST - MAXIMUM NUMBER OF PARTICLES ALLOWED FOR IN THE BANK(S); MAY EQUAL 'NSTRT' IF NO SPLITTING, FISSION, AND SECONDARY GENERATION.
- NITS - NUMBER OF BATCHES.
- NQUIT - NUMBER OF SETS OF 'NITS' BATCHES TO BE RUN WITHOUT CALLING SUBROUTINE 'INPUT'.
- NGPQTN - NUMBER OF NEUTRON GROUPS BEING ANALYZED.
- NGPQTG - NUMBER OF GAMMA-RAY GROUPS BEING ANALYZED.
- NMGP - NUMBER OF PRIMARY PARTICLE GROUPS FOR WHICH CROSS SECTIONS ARE STORED; SHOULD BE SAME AS 'NGP'(OR THE SAME AS 'NGG' WHEN 'NGP'=0) ON CARD XB READ BY SUBROUTINE 'XSEC'.
- NMTG - TOTAL NUMBER OF GROUPS FOR WHICH CROSS-SECTIONS ARE STORED; SHOULD BE SAME AS 'NGP+NGG' AS READ ON CARD XB READ BY SUBROUTINE 'XSEC'.
- NCOLTP - SET GREATER THAN ZERO IF A COLLISION TAPE IS DESIRED; THE COLLISION TAPE IS WRITTEN BY THE USER ROUTINE 'BANKR'.
- IADJM - SET GREATER THAN ZERO FOR AN ADJOINT PROBLEM
- MAXTIM - MAXIMUM CLOCK TIME IN MINUTES ALLOWED FOR THE PROBLEM TO BE ON THE COMPUTER; E.G., 4.5 ENTERED HERE ALLOWS 4 AND 1/2 MINUTES.
- MEDIA - NUMBER OF CROSS-SECTION MEDIA; SHOULD AGREE WITH 'NMED' ON CARD XB READ BY SUBROUTINE 'XSEC'.
- MEDALB - ALBEDO SCATTERING MEDIUM IS ABSOLUTE VALUE OF 'MEDALB';
 IF MEDALB = 0, NO ALBEDO INFORMATION TO BE READ IN,
 MEDALB < 0, ALBEDO ONLY PROBLEM - NO CROSS-SECTIONS ARE TO READ
 MEDALB > 0, COUPLED ALBEDO AND TRANSPORT PROBLEM

***** CARD C (4I5,SE10.5)

0	14	0	01.0	0.0	0.0	1.0	2.2	+5	CARD C
		ISBIAS		EBOTN		TCUT	VELTH		
ISOUR	NGPFS	WTSTRT			EBOTG				
		NOTUSD							

ISOUR - SOURCE ENERGY GROUP IF > 0. IF 'ISOUR' < 0 OR IF 'ISOUR' = 0 AND 'NGPFS' NE 0, 'SORIN' IS CALLED FOR INPUT OF CARDS E1 AND E2.
 NGPFS - NUMBER OF GROUPS FOR WHICH THE SOURCE SPECTRUM IS TO BE DEFINED. IF 'ISOUR' < 0, 'NGPFS' GE 2.
 ISBIAS - NO SOURCE ENERGY BIASING IF SET EQUAL TO ZERO; OTHERWISE THE SOURCE ENERGY IS TO BE BIASED, AND CARDS E2 ARE REQUIRED.
 NOTUSD - AN UNUSED VARIABLE.
 WTSTRT - WEIGHT ASSIGNED TO EACH SOURCE PARTICLE.
 EBOTN - LOWER ENERGY LIMIT OF LOWEST NEUTRON GROUP (EV) (GROUP NMGP).
 EBOTG - LOWER ENERGY LIMIT OF LOWEST GAMMA-RAY GROUP (EV) (GROUP NMTG).
 TCUT - AGE IN SEC. AT WHICH PARTICLES ARE RETIRED, IF 'TCUT' = 0, NO TIME KILL IS PERFORMED.
 VELTH - VELOCITY OF GROUP 'NMGP' WHEN 'NGPQTN' > 0; I.E., THERMAL-NEUTRON VELOCITY (CM/SEC).

***** CARD D (7E10.4)

0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	CARD D
XSTRT	YSTRT	ZSTRT	AGSTRT	UINP		UINP		WINP	

XSTRT - COORDINATES FOR SOURCE PARTICLES
 YSTRT - " " " " " "
 ZSTRT - " " " " " "
 AGSTRT - STARTING AGE FOR SOURCE PARTICLES
 UINP - SOURCE PARTICLE DIRECTION COSINES
 UINP - IF ALL ARE ZERO, ISOTROPIC DIRECTIONS
 WINP - ARE CHOSEN.
 SOURCE DATA ON CARDS C AND D WILL BE OVERRIDDEN BY ANY CHANGES IN SUBROUTINE SOURCE.

***** CARDS E1 (7E10.4)

1.5579	-4	8.9338	-4	3.4786	-3	1.3903	-2	3.4557	-2	3.5047	-2	1.0724	-1	CARDS E
8.8963	-2	2.3186	-2	1.2030	-1	2.1803	-1	1.9837	-1	1.4036	-1	1.5489	-2	CARDS E

(OMIT IF 'ISOUR' ON CARD C > 0 OR IF 'ISOUR' = 'NGPFS' = 0). 'NGPFS' VALUES OF 'FS', WHERE 'FS' EQUALS THE UNNORMALIZED FRACTION OF SOURCE PARTICLES IN EACH GROUP

***** CARDS E2 (7E10.4)

(OMIT IF 'ISOUR' > 0 OR IF 'ISOUR' LE 0 AND 'ISBIAS' = 0). IF 'ISBIAS' > 0, 'NGPFS' VALUES OF 'BFS', THE RELATIVE IMPORTANCE OF A SOURCE IN GROUP I, ARE REQUIRED.

***** CARDS F (7E10.4)

1.97	+7	1.69	+7	1.49	+7	1.42	+7	1.38	+7	1.28	+7	1.22	+7	CARDS F
1.11	+7	1.00	+7	9.05	+6	8.19	+6	7.41	+6	6.38	+6	4.97	+6	CARDS F
4.72	+6	4.07	+6	3.01	+6	2.39	+6	2.31	+6	1.83	+6	1.11	+6	CARDS F
5.50	+5	1.58	+5	1.11	+5	5.25	+4	2.48	+4	2.19	+4	1.03	+4	CARDS F
3.35	+3	1.23	+3	5.83	+2	1.01	+2	2.90	+1	1.07	+1	3.06	+0	CARDS F
1.13	+0	4.14	-1											CARDS F

'NMTG' VALUES OF 'ENER', THE ENERGIES (IN EV) AT THE UPPER EDGE OF THE ENERGY GROUP BOUNDARIES.
 NOTE: THE LOWER ENERGIES OF GROUP 'NMGP' AND 'NMTG' WERE READ ON CARD C.

***** CARD G (215, SX, 3611, SX, 1311)

(OMIT IF 'NCOLTP' ON CARD B LE 0)
NHISTR - LOGICAL TAPE NUMBER FOR THE FIRST COLLISION TAPE.
NHISMX - THE HIGHEST LOGICAL NUMBER THAT A COLLISION TAPE MAY BE ASSIGNED.
NBINDC(J), J=1, 36 - AN INDEX TO INDICATE THE COLLISION PARAMETERS TO BE WRITTEN ON TAPE.
NCOLLS(J), J=1, 13 - AN INDEX TO INDICATE THE TYPES OF COLLISIONS TO BE PUT ON TAPE.

***** CARD H (Z12)

RANDOM - STARTING RANDOM NUMBER.

0003SFA731A
RANDOM

***** CARD I (7IS)

1 1 1 0 0 1 37
NKILL NOLEAK MXREG
NSPLT NPAST IEBIAS MAXGP

CARD I
NSPLT - INDEX INDICATING THAT SPLITTING IS ALLOWED IF > 0.
NKILL - INDEX INDICATING THAT RUSSIAN ROULETTE IS ALLOWED IF > 0.
NPAST - INDEX INDICATING THAT EXPONENTIAL TRANSFORM IS INVOKED IF > 0 (SUBROUTINE 'DIREC' REQUIRED).
NOLEAK - INDEX INDICATING THAT NON-LEAKAGE IS INVOKED IF > 0.
IEBIAS - INDEX INDICATING THAT ENERGY BIASING IS ALLOWED IF > 0.
MXREG - NUMBER OF REGIONS DESCRIBED BY GEOMETRY INPUT (WILL BE SET TO ONE IF LE 0).
MAXGP - GROUP NUMBER OF LAST GROUP FOR WHICH RUSSIAN ROULETTE, SPLITTING OR EXPONENTIAL TRANSFORM IS TO BE PERFORMED. FOR ADJOINT SET = 'NMTG' OR OVERSTORING RESULTS.

***** CARD J (6IS, 4E10.5)

0 0 0 0 0 0 1.0 +01 1.0 -02 1.0 -01 5.0
NDG NRG1 NRG2 WTL0W1 WTAVE1 PATH
NGP1 NGP2 NDRG WTHIH1

-1 CARDS J
(OMIT IF 'NSPLT' + 'NKILL' + 'NPAST' = 0)
NGP1 - FROM ENERGY GROUP 'NGP1' TO ENERGY GROUP 'NGP2' INCLUSIVE, IN STEPS OF 'NDG' AND FROM REGION 'NRG1' TO 'NRG2', INCLUSIVE, IN STEPS OF 'NRG1', THE FOLLOWING WEIGHT STANDARDS AND PATHSTRETCHING PARAMETERS ARE ASSIGNED. IF 'NGP1' = 0, GROUPS 1 TO 'MAXGP' WILL BE USED IF 'NRG1' = 0, REGIONS 1 TO MXREG WILL BE USED (BOTH IN STEPS OF ONE). USUALLY 'NDG'=1 AND 'NDRG'=1.
WTHIH1 - WEIGHT ABOVE WHICH SPLITTING WILL OCCUR.
WTL0W1 - WEIGHT BELOW WHICH RUSSIAN ROULETTE IS PLAYED.
WTAVE1 - WEIGHT GIVEN THOSE PARTICLES SURVIVING RUSSIAN ROULETTE.
PATH - PATH-LENGTH STRETCHING PARAMETERS FOR USE IN EXPONENTIAL TRANSFORM (USUALLY 0 LE 'PATH' LT 1).

-1 END CARD FOR CARDS J

THE ABOVE INFORMATION IS REPEATED UNTIL DATA FOR ALL GROUPS AND REGIONS ARE INPUT.
** END CARD J WITH NEGATIVE VALUE OF 'NGP1' (EX., -1 IN COLUMNS 4 AND 5) **

***** CARDS K (7E10.4)

(OMIT IF 'IEBIAS' ON CARD I LE 0).
((EPROB(IG,NREG), IG = 1, NMTG), NREG = 1, MXREG)
VALUES OF THE RELATIVE ENERGIE IMPORTANCE OF
PARTICLES LEAVING A COLLISION IN REGION 'NREG'.
INPUT FOR EACH REGION MUST START ON A NEW CARD.

***** CARD L (4IS)
0 0 0 0
MFISTP NORMF
NSOUR NKCALC

CARD L
NSOUR - SET LE 0 FOR A FIXED SOURCE PROBLEM,
OTHERWISE THE SOURCE IS FROM FISSIONS
GENERATED IN A PREVIOUS BATCH.
MFISTP - INDEX FOR FISSION PROBLEM, IF LE 0 NO
FISSIONS ARE ALLOWED.
NKCALC - THE NUMBER OF THE FIRST BATCH TO BE
INCLUDED IN THE ESTIMATE OF K; IF LE 0
NO ESTIMATE OF K IS MADE.
NORMF - THE WEIGHT STANDARDS AND FISSION WEIGHTS
ARE UNCHANGED IF LE 0; OTHERWISE FISSION
WEIGHTS WILL BE MULTIPLIED, AT THE END OF
EACH BATCH, BY THE LATEST ESTIMATE OF K AND
THE WEIGHT STANDARDS ARE MULTIPLIED BY THE
RATIO OF FISSION WEIGHTS PRODUCED IN
PREVIOUS BATCH TO THE AVERAGE STARTING
WEIGHT FOR THE PREVIOUS BATCH. FOR TIME-
DEPENDENT DECAYING SYSTEMS, 'NORMF' SHOULD
BE > 0.

1
3
3
1

***** CARDS M (7E10.4)

(OMIT IF 'MFISTP' ON CARD L LE 0)
(FWLO(I), I = 1, MXREG) VALUES OF THE WEIGHT TO BE
ASSIGNED TO FISSION NEUTRONS.

***** CARDS N (7E10.4)

(OMIT IF 'MFISTP' ON CARD L LE 0)
((FSE(IG,IMED), IG = 1, NMTG), IMED = 1, MEDIA) THE
FRACTION OF FISSION-INDUCED SOURCE PARTICLES IN GROUP
'IG' AND MEDIUM 'IMED'.
NOTE: INPUT FOR EACH MEDIUM MUST START ON A NEW CARD.

***** CARDS O (7E10.5)

(OMIT IF NGPQTN = 0 OR NGPQTG = 0, I.E., INCLUDE
IF COUPLED NEUTRON-GAMMA-RAY PROBLEM)
((GWLO(IG, NREG) IG = 1, NMGP OR NMTG - NMGP), NREG=1,
MXREG) - VALUES OF THE PROBABILITY OF GENERATING A
GAMMA RAY. 'NMGP' GROUPS ARE READ FOR EACH REGION IN
A FORWARD PROBLEM AND 'NMTG - NMGP' FOR AN ADJOINT.
INPUT FOR EACH REGION MUST START ON A NEW CARD.

***** COMBINATORIAL GEOMETRY INPUT INSTRUCTIONS *****

***** CARD CGA (2I5,10X,10A6)
 0 0 SAMPLE PROB. 1 FOR MORSE
 IVOPT IDBG JTY

***** CARDS CGB (2X,A3,IX,I4,6D10.3)
 SPH 0. 0. 0. 3.0E +3
 SPH 0. 0. 0. 5.0E +3
 SPH 0. 0. 0. 7.5E +3
 SPH 0. 0. 0. 1.0E +4
 SPH 0. 0. 0. 1.5E +4
 SPH 0. 0. 0. 2.0E +4
 SPH 0. 0. 0. 3.0E +4
 SPH 0. 0. 0. 6.0E +4
 SPH 0. 0. 0. 7.0E +4
 SPH 0. 0. 0. 9.0E +4
 SPH 0. 0. 0. 1.2E +5
 SPH 0. 0. 0. 1.5E +5
 SPH 0. 0. 0. 1.0E +6
 SPH 0. 0. 0. 1.0E +7
 END
 ITYPE IALP FPD(I) - - -

THE COMBINATORIAL GEOMETRY INPUT DATA IS READ BY THE 'JOMIN' SUBROUTINE, EXCEPT FOR THE REGION VOLUMES 'UNDR(I)', WHICH ARE READ BY THE 'GTULIN' SUBROUTINE WHENEVER 'IVOPT' = 3. FOR CLARITY OF TERMINOLOGY, THE TERMS "REGIONS" AND "MEDIA" HAVE ESSENTIALLY THE SAME MEANING AS IN THE 'OSR GEOMETRY PACKAGE', BUT ARE CONSTRUCTED IN A DIFFERENT MANNER. THE TERM "ZONE" IS THE SAME AS THE "REGION" AS DEFINED IN THE ORIGINAL COMBINATORIAL GEOMETRY PACKAGE. THE TERM "BODY" HAS THE SAME MEANING AS IN THE ORIGINAL COMBINATORIAL GEOMETRY PACKAGE.

- IVOPT - OPTION WHICH DEFINES THE METHOD BY WHICH REGION VOLUMES ARE DETERMINED; IF IVOPT = 0, VOLUMES SET EQUAL TO 1, IVOPT = 1, CONCENTRIC SPHERE VOLUMES ARE CALCULATED, IVOPT = 2, SLAB VOLUMES (1 - DIM.) ARE CALCULATED, [NOT OPERATIONAL] IVOPT = 3, VOLUMES ARE INPUT BY CARD.
- IDBG - IF IDBG > 0, SUBROUTINE 'PR' IS CALLED TO PRINT RESULTS OF COMBINATORIAL GEOMETRY CALCULATIONS DURING EXECUTION. USE ONLY FOR DEBUGGING.
- JTY - ALPHANUMERIC TITLE FOR GEOMETRY INPUT (COLUMNS 21 - 80)

ONE SET OF 'CGB' CARDS IS REQUIRED FOR EACH BODY AND FOR THE 'END'-CARD. LEAVE COLUMNS 1-6 BLANK ON ALL CONTINUATION CARDS.

- ITYPE - SPECIFIES BODY TYPE OR 'END' TO TERMINATE READING OF BODY DATA (FOR EXAMPLE 'BOX', 'RPP', 'ARB', ETC.). LEAVE BLANK FOR CONTINUATION CARDS.
- IALP - BODY NUMBER ASSIGNED BY USER (ALL INPUT BODY NUMBERS MUST FORM A SEQUENCE SET BEGINNING AT 1). IF LEFT BLANK, NUMBERS ARE ASSIGNED SEQUENTIALLY. EITHER ASSIGN ALL OR NONE OF THE NUMBERS. LEAVE BLANK FOR CONTINUATION CARDS.
- FPD(I) - REAL DATA REQUIRED FOR THE GIVEN BODY AS SHOWN IN TABLE 4.3 OF THE 'MORSE-CG' MANUAL. THIS DATA MUST BE IN CM.

***** CARDS CGC (2X,A3,IS,9(A2,IS))

AIR	+1	
AIR	+2	-1
AIR	+3	-2
AIR	+4	-3
AIR	+5	-4
AIR	+6	-5
AIR	+7	-6
AIR	+8	-7
AIR	+9	-8
AIR	+10	-9
AIR	+11	-10
AIR	+12	-11
AIR	+13	-12
AIR	+14	-13

END NAZ JTY(I)
IALP IIBIAS(I)

***** CARDS CGD (14IS)

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MRIZ(I)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

***** CARDS CGE (14IS)

1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	0
MMIZ(I)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

***** CARDS CGF (7D10.S)

INPUT ZONE SPECIFICATION CARDS. ONE SET OF CARDS REQUIRED FOR EACH INPUT ZONE, WITH INPUT ZONE NUMBERS BEING ASSIGNED SEQUENTIALLY.

IALP - 'IALP' MUST BE A NONBLANK FOR THE FIRST CARD OF EACH SET OF CARDS DEFINING AN INPUT ZONE. IF 'IALP' IS BLANK, THIS CARD IS TREATED AS A CONTINUATION OF THE PREVIOUS ZONE CARD. 'IALP - END' DENOTES THE END OF ZONE DESCRIPTION.

NAZ - TOTAL NUMBER OF ZONES THAT CAN BE ENTERED UPON LEAVING ANY OF THE BODIES DEFINED FOR THIS INPUT REGION (SOME ZONES MAY BE COUNTED MORE THAN ONCE). LEAVE BLANK FOR CONTINUATION CARDS FOR A GIVEN ZONE. (IF 'NAZ' LE 0 ON THE FIRST CARD OF THE ZONE CARD SET, THEN IT IS SET TO 5). THIS IS USED TO ALLOCATE BLANK COMMON. ALTERNATE 'IIBIAS(I)' AND 'JTY(I)' FOR ALL BODIES DEFINING THIS INPUT ZONE.

IIBIAS(I) SPECIFY THE "OR" OPERATOR IF REQUIRED FOR THE 'JTY(I)'- BODY.

JTY(I) - BODY NUMBER WITH THE (+) OR (-) SIGN AS REQUIRED FOR THE ZONE DESCRIPTION.

MRIZ(I) - 'MRIZ(I)' IS THE REGION NUMBER IN WHICH THE "I-TH" INPUT ZONE IS CONTAINED (I = 1, TO THE NUMBER OF INPUT ZONES). REGION NUMBERS MUST BE SEQUENTIALLY DEFINED FROM 1.

MMIZ(I) - 'MMIZ(I)' IS THE MEDIUM NUMBER IN WHICH THE "I-TH" INPUT ZONE IS CONTAINED (I = 1, TO THE NUMBER OF INPUT ZONES). MEDIUM NUMBERS MUST BE SEQUENTIALLY DEFINED FROM 1.

***** SET LAST INPUT VALUE EQUAL TO ZERO; OTHERWISE PROGRAM STARTS TO FIND A CONTINUATION ZONE, AND CAUSES AN ERROR-MESSAGE BECAUSE ITS FAILURE.

(OMIT IF IVOPT NOT 3)

UNOR(I) - VOLUME OF THE "I-TH" REGION (I = 1 TO 'MXREG', THE NUMBER OF REGIONS).

***** MORSEC - CROSS-SECTION MODULE INPUT INSTRUCTIONS *****

***** CARD XA (20A4)
 37 GROUP FE/CU CROSS SECTIONS --- P3 --- DENSITY =

***** CARD XB (13I5)
 37 37 0 0 58 61 4 1 2 2 4 3 0
 NDS NDSG ITBL NMED NMIX NSCT
 NGP NGG INGP ISGG NELEM NCOEF ISTAT

TITLE CARD FOR CROSS SECTIONS. THIS TITLE IS ALSO WRITTEN ON TAPE IF A PROCESSED TAPE IS WRITTEN; THEREFORE, IT IS SUGGESTED THAT THE TITLE BE DEFINITIVE.

- NGP - THE NUMBER OF PRIMARY GROUPS FOR WHICH THERE ARE CROSS SECTIONS TO BE STORED. SHOULD BE SAME AS 'NMGP' INPUT IN 'MORSE'.
- NDS - NUMBER OF PRIMARY DOWNSCATTERS FOR 'NGP' (USUALLY 'NGP').
- NGG - NUMBER OF SECONDARY GROUPS FOR WHICH THERE ARE CROSS SECTIONS TO BE STORED.
- NDSG - NUMBER OF SECONDARY DOWNSCATTERS FOR 'NGG' (USUALLY 'NGG').
- INGP - TOTAL NUMBER OF GROUPS FOR WHICH CROSS SECTIONS ARE TO BE INPUT.
- ITBL - TABLE LENGTH, I.E., THE NUMBER OF CROSS SECTIONS FOR EACH GROUP (USUALLY EQUAL TO NUMBER OF DOWNSCATTERS + NUMBER OF UPSCATTERS + 3).
- ISGG - LOCATION OF WITHIN-GROUP SCATTERING CROSS SECTIONS (USUALLY EQUAL TO NUMBER OF UPSCATTERS + 4).
- NMED - NUMBER OF MEDIA FOR WHICH CROSS SECTIONS ARE TO BE STORED; SHOULD BE SAME AS 'MEDIA' INPUT IN 'MORSE'.
- NELEM - NUMBER OF ELEMENTS FOR WHICH CROSS SECTIONS ARE TO BE READ.
- NMIX - NUMBER OF MIXING OPERATIONS (ELEMENTS TIMES DENSITY OPERATIONS) TO BE PERFORMED (MUST BE GE 1).
- NCOEF - NUMBER OF COEFFICIENTS FOR EACH ELEMENT, INCLUDING P-0.
- NSCT - NUMBER OF DISCRETE ANGLES (USUALLY NCOEF/2-INTEGRAL).
- ISTAT - FLAG TO STORE LEGENDRE COEFFICIENTS IF GREATER THAN ZERO.

```

***** CARD XC (1115)
  0   0   0   0   0   0   0   8   0   0   0
  ISTR IMOM IPLUN IXTAPE IOERT
  IROSG IFMU IPRIN IDTF JXTAPE IGQPT

```

IROSG * - SWITCH TO PRINT THE CROSS SECTIONS AS THEY ARE READ IF > 0.
 ISTR * - SWITCH TO PRINT CROSS SECTIONS AS THEY ARE STORED IF > 0.
 IFMU * - SWITCH TO PRINT INTERMEDIATE RESULTS OF MU'S CALCULATION IF > 0.
 IMOM * - SWITCH TO PRINT MOMENTS OF ANGULAR DISTRIBUTION IF > 0.
 IPRIN * - SWITCH TO PRINT ANGLES AND PROBABILITIES IF > 0.
 IPLUN * - SWITCH TO PRINT RESULTS OF BAD LEGENDRE COEFFICIENTS IF > 0.
 IDTF * - SWITCH TO SIGNAL THAT INPUT FORMAT IS 'DTF-IU' FORMAT IF > 0; OTHERWISE, 'ANISN' FORMAT IS ASSUMED.
 IXTAPE - LOGICAL TAPE UNIT IF BINARY CROSS SECTION TAPE, SET EQUAL TO 0 IF CROSS SECTIONS ARE FROM CARDS. IF NEGATIVE, THEN THE PROCESSED CROSS SECTIONS AND OTHER NECESSARY DATA FROM A PREVIOUS RUN WILL BE READ; IN THIS CASE ('IXTAPE' < 0) NO CROSS SECTIONS FROM CARDS AND NO MIXING CARDS MAY BE INPUT. THE ABSOLUTE VALUE OF 'IXTAPE' IS THE LOGICAL TAPE UNIT.
 JXTAPE - LOGICAL TAPE UNIT OF A PROCESSED CROSS-SECTION TAPE TO BE WRITTEN. THIS PROCESSED TAPE WILL CONTAIN THE TITLE CARD, THE VARIABLES FROM COMMON 'LOCSIG' AND THE PERTINENT CROSS SECTIONS FROM BLANK COMMON.
 IOERT - LOGICAL TAPE UNIT OF A POINT CROSS-SECTION TAPE IN 'OGR'-FORMAT.
 IGQPT - LAST GROUP ('MORSE' MULTIGROUP STRUCTURE) FOR WHICH THE 'OGR'-POINT CROSS SECTIONS ARE TO BE USED (LE 'NMGP').
 * SWITCHES ARE IGNORED IF 'IXTAPE' < 0.

```

***** CARD XD (1415)
  34  35  36  37  42  43  44  45

```

(OMIT IF 'IXTAPE' LE 0)
 ELEMENT IDENTIFIERS FOR CROSS-SECTION TAPE. IF ELEMENT IDENTIFIERS ARE IN SAME ORDER AS ELEMENTS ON TAPE, THE EFFICIENCY OF THE CODE IS INCREASED DUE TO FEWER TAPE REWINDS.

```

***** CARDS XE

```

(OMIT IF 'IXTAPE' NOT 0)
 IF CROSS SECTIONS ARE IN FREE-FORM, A CARD WITH ** IN COLUMNS 2 AND 3 MUST PRECEDE THE ACTUAL DATA. 'ANISN' FORMAT IF 'IDTF' LE 0; OTHERWISE, 'DTF-IU'-FORMAT. CROSS SECTIONS FOR 'INGP' GROUPS WITH A TABLE LENGTH 'ITBL' FOR 'NELEM' ELEMENTS EACH WITH 'NCOEF' COEFFICIENTS.

***** CARDS XF (215,E10.5)
 1 -1 6.627E-02
 KM KE RHO

(OMIT IF 'IXTAPE' < 0)
 'NMIX'(SEE CARD XB) CARDS ARE REQUIRED.
 KM - MEDIUM NUMBER.
 KE - ELEMENT NUMBER OCCURRING IN MEDIUM 'KM'
 (NEGATIVE VALUE INDICATES LAST MIXING
 OPERATION FOR THAT MEDIUM). FAILURE TO HAVE
 A NEGATIVE VALUE CAUSES CODE NOT TO GENERATE
 ANGULAR PROBABILITIES FOR THAT MEDIA
 ('LEGEND' AND 'ANGLE' NOT CALLED).
 RHO - DENSITY OF ELEMENT 'KE' IN MEDIUM 'KM'.

 ***** IF YOU USE THE CROSS-SECTION SET STORED ON
 ***** UNIT 8, DENSITY OF ELEMENT 'KE' MEANS THE
 ***** ATOMIC DENSITY OF ELEMENT 'KE'. READ UNITS
 ***** OF ATOMIC DENSITIES IN (10**24 N/CM**3)

***** CARDS XG (IS)

(OMIT IF 'IOGRT' LE 0)
 NXPM - NUMBER OF POINT CROSS-SECTION SETS PER
 MEDIUM FOUND ON AN 'OGR'-TAPE.
 = 1, TOTAL CROSS SECTION ONLY,
 = 2, TOTAL + SCATTERING CROSS SECTION,
 = 3, TOTAL, SCATTERING, AND NU*FISSION
 CROSS SECTION.

 ***** THE FOLLOWING DATA ARE READ FROM CARDS BY SCORIN*****

***** SAMBO ANALYSIS INPUT INSTRUCTIONS *****

***** CARD AA (20A4)
 SAMBO ANALYSIS INPUT DATA

TITLE INFORMATION - WILL BE IMMEDIATELY OUTPUT.

***** CARD BB (8IS)
 7 37 37 0 0 1 0 1
 ND NE NA NEX
 NNE NT NRESP NEXND

ND - NUMBER OF DETECTORS (SET = 1 IF LE 0)
 NNE - NUMBER OF PRIMARY PARTICLE (NEUTRON) ENERGY
 BINS TO BE USED (MUST BE LE 'NE').
 NE - TOTAL NUMBER OF ENERGY BINS (SET = 0 IF
 LE 1).
 NT - NUMBER OF TIME BINS FOR EACH DETECTOR (MAY
 BE NEGATIVE, IN WHICH CASE '|NT|' VALUES ARE
 TO BE READ AND USED FOR EVERY DETECTOR)
 (SET = 0 IF '|NT|' LE 1).
 NA - NUMBER OF ANGLE BINS (SET = 0 IF LE 1).
 NRESP - NUMBER OF ENERGY-DEPENDENT RESPONSE FUNCTIONS
 TO BE USED (SET = 1 IF LE 0).
 NEX - NUMBER OF EXTRA ARRAYS OF SIZE 'NMTG' TO BE
 SET ASIDE (USEFUL, FOR EXAMPLE, AS A PLACE TO
 STORE AN ARRAY OF GROUP-TO-GROUP TRANSFER
 PROBABILITIES FOR ESTIMATOR ROUTINES).
 NEXND - NUMBER OF EXTRA ARRAYS OF SIZE 'ND' TO BE
 SET ASIDE (USEFUL, FOR EXAMPLE, AS A PLACE
 TO STORE DETECTOR-DEPENDENT COUNTERS).

***** CARDS CC (3E10.4)
 0. 0. 1.0E+4
 0. 0. 2.0E+4
 0. 0. 3.0E+4
 0. 0. 6.0E+4
 0. 0. 7.0E+4
 0. 0. 9.0E+4
 0. 0. 12.0E+4
 X Y Z

***** CARD DD (20A4)

***** CARD EE (20A4)
 4 PI R**2 FLUENCE

***** CARDS FF (7E10.4)
 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0
 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0
 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0
 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0
 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0
 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0

***** CARD GG (20A4)

***** CARDS HH (14I5)
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28
 29 30 31 32 33 34 35 36 37

***** CARD II (20A4)

('ND' CARDS WILL BE READ)
 X,Y,Z - DETECTOR LOCATION. (IF OTHER THAN POINT
 DETECTORS ARE DESIRED, THE POINT LOCATIONS
 MUST STILL BE INPUT AND CAN BE COMBINED WITH
 ADDITIONAL DATA BUILT IN TO USER ROUTINES TO
 FULLY DEFINE EACH DETECTOR.)
 NOTE THAT THE DISTANCE BETWEEN THE ABOVE POINTS AND
 THE 'XSTR', 'YSTR', 'ZSTR' VALUES AND THE INITIAL
 AGE, 'AGSTR', WILL BE USED TO DEFINE THE LOWER LIMIT
 OF THE FIRST TIME BIN.

TITLE OR UNITS FOR TOTAL RESPONSES FOR ALL DETECTORS.
 WILL BE USED IN COLUMNS 54 THROUGH 133 OF THE TITLE
 FOR THE PRINT OF THESE ARRAYS.

TITLE OR UNITS FOR EACH TOTAL RESPONSE FOR ALL
 DETECTORS.

RESPONSE FUNCTION VALUES. 'NMTG' VALUES WILL BE READ
 IN EACH SET OF FF-CARDS. INPUT ORDER IS FROM ENERGY
 GROUP 1 TO 'NMTG' (ORDER OF DECREASING ENERGY).
 NOTE: CARDS EE AND FF ARE READ IN THE FOLLOWING ORDER
 EE, FF1, . . . FFN, EE, FF1, . . . FFN, ETC. 'NRESP'
 SETS OF EE, FF CARDS WILL BE READ.

(OMIT IF 'NE' LE 1)
 UNITS OF ENERGY-DEPENDENT FLUENCE FOR ALL DETECTORS.

(OMIT IF 'NE' LE 1)
 ENERGY GROUP NUMBERS DEFINING LOWER LIMIT OF ENERGY
 BINS (IN ORDER OF INCREASING GROUP NUMBER). THE 'NNE'
 (IF > 0) ENERGY MUST EQUAL 'NGPQTN'; THE 'NE' ENTRY
 MUST BE SET TO 'NMG + NGPQTG' FOR A COMBINED PROBLEM
 OR ELSE 'NGPQTG' OR 'NGPQTN'.

(OMIT IF 'INTI' LE 1)
 UNITS FOR TIME-DEPENDENT TOTAL RESPONSES FOR ALL
 DETECTORS.

***** CARD JJ (20A4)

(OMIT IF '|NT|' LE 1 OR 'NE' LE 1)
UNITS FOR TIME AND ENERGY-DEPENDENT FLUENCE FOR ALL
DETECTORS.

***** CARDS KK (7E10.4)

(OMIT IF '|NT|' LE 1)
'NT' VALUES OF UPPER LIMITS OF TIME BINS FOR EACH
DETECTOR (IN ORDER OF INCREASING TIME AND DETECTOR
NUMBER). THE VALUES FOR EACH DETECTOR MUST START
ON A NEW CARD. '|NT|' VALUES ONLY ARE READ IF 'NT'
IS NEGATIVE. THEY ARE THEN USED FOR EVERY DETECTOR.

1
40
1

***** CARD LL (20A4)

(OMIT IF 'NA' LE 1)
UNITS FOR ANGLE- AND ENERGY-DEPENDENT FLUENCE FOR ALL
DETECTORS.

***** CARD MM (7E10.4)

(OMIT IF 'NA' LE 1)
'NA' VALUES OF UPPER LIMITS OF ANGLE BINS (ACTUALLY
COSINE BINS; THE NA-TH VALUE MUST EQUAL ONE).

FOLLOWING THE INPUT FOR THE 'SAMBO' ANALYSIS MODULE,
INPUT CARDS FOR USER-WRITTEN ROUTINES 'INSCOR',
'SOURCE', AND 'ENDRUN'.

\$\$\$\$\$\$\$\$\$ MORSE SAMPLE PROBLEM *****

8.3 Datenausgabe

- 1) Titelkarte
- 2) Ausdruck der eingegebenen Werteparameter der Karten B,C,D.
- 3) Stimmen NGPQTN und NMTG in ihren Werten nicht überein, so erscheint an dieser Stelle der Ausdruck "DDT IS DIFFERENT FROM WTSTRT; DDF = ...E+ ..."
DDF ist das Startgewicht des Teilchens, korrigiert für die Quelle die über eine andere Anzahl von Gruppen definiert ist als im aktuellen Fall genutzt wird.
- 4) Bei anderer Eingabe von ISOUR erscheint an dieser Stelle der Ausdruck des mit dem Kartensatz E1 eingegebenen Spektrums.
- 5) Diesem Ausdruck liegt der Kartensatz F zugrunde. Ausgedruckt wird die Zuordnung von Energiegruppe und der entsprechenden oberen Energie, sowie der diesem Energieintervall entsprechenden mittleren Geschwindigkeit der Neutronen.
In Energiegruppe 37 steht der in Karte C als VELTH angegebene Wert.
- 6) Ausdruck der für die "reduction technique" eingegebenen Werte.
Kartensatz I bis L.

1) MORSE SAMPLE PROBLEM, SLAB GEOMETRY, MONODIRECTIONAL BEAM, AREA SOURCE
THIS CASE WAS BEGUN ON FRIDAY, MAY 10, 1985

2) NSTRT 500 NMOST 1000 NITS 5 NQUIT 1 NGPQTN 37 NGPQTG 0 NMGP 37 NMTG 37 NCOLTP 0 IADJM 0 MAXTIM 2.00 MEDIA 2 MEDALS 1

ISOUR 4 NGPFS 1 ISBIAS 0 WTSTRT 1.0000E+00 EBOTN 0.0 EBOGT 1.0000E+00 TCUT 2.2000E+05

XSTRT 0.0 YSTRT 0.0 ZSTRT 0.0 AGSTRT 0.0 UINP 0.0 WINP 1.000000

3/4) GROUP PARAMETERS, GROUP NUMBERS GREATER THAN 37 CORRESPOND TO SECONDARY PARTICLES

5)

GROUP	UPPER EDGE (EV)	VELOCITY (CM/SEC)
1	1.9700E+07	5.9163E+09
2	1.6900E+07	5.5147E+09
3	1.4900E+07	5.2754E+09
4	1.4200E+07	5.1747E+09
5	1.3800E+07	5.0437E+09
6	1.2800E+07	4.8896E+09
7	1.2200E+07	4.7605E+09
8	1.1100E+07	4.4921E+09
9	1.0000E+07	4.2683E+09
10	9.0500E+06	4.0605E+09
11	8.1900E+06	3.8625E+09
12	7.4100E+06	3.6315E+09
13	6.3800E+06	3.2346E+09
14	5.7000E+06	3.0442E+09
15	4.7200E+06	2.8994E+09
16	4.0700E+06	2.6921E+09
17	3.0100E+06	2.2725E+09
18	2.5900E+06	2.1201E+09
19	2.3100E+06	1.9898E+09
20	1.8300E+06	1.6768E+09
21	1.1100E+06	1.2600E+09
22	5.5000E+05	8.2285E+08
23	1.5800E+05	5.0720E+08
24	1.1100E+05	3.9543E+08
25	5.2500E+04	2.7189E+08
26	2.4800E+04	2.1133E+08
27	2.1500E+04	1.7548E+08
28	1.0300E+04	1.1425E+08
29	3.3500E+03	6.6182E+07
30	1.2300E+03	4.1640E+07
31	5.8300E+02	2.5576E+07
32	1.0100E+02	1.1150E+07
33	2.9000E+01	6.1617E+06
34	1.0700E+01	3.6276E+06
35	3.0600E+00	2.0018E+06
36	1.1300E+00	1.2152E+06
37	4.1400E-01	2.2000E+05

INITIAL RANDOM NUMBER = 000035FA731A

6) NSPLT= 1 NKILL= 1 NPAST= 1 NOLEAK= 0 IEBIAS= 0 PDREG= 5 MAXGP= 37

HEIGHT STANDARDS FOR SPLITTING AND RUSSIAN ROULETTE AND PATHLENGTH STRETCHING PARAMETERS

NGP1	NDG	NGP2	NRG1	NDRG	NRG2	WTHIHI	WTLWHI	WTAUE1	XNU
0	0	0	1	1	2	1.0000E+01	1.5000E+00	9.0000E+00	0.4000E+00
0	0	0	2	1	3	1.0000E+01	1.5000E+00	9.0000E+00	0.2000E+00
0	0	0	3	1	4	1.0000E+01	1.5000E+00	9.0000E+00	0.1000E+00
0	0	0	4	1	5	1.0000E+01	1.5000E+00	9.0000E+00	0.0

NSOUR= 0 HFISTP= 0 NKCALC= 0 NORMF= 0

7) "Combinatorial geometry" output

Diese Daten erlauben die Kontrolle der Karten
CGA bis CGF.

"Cross section output"

8) Karten XA bis XL.

9) Ausdruck der eingelesenen Elemente; es werden die Überschriften angegeben die den Wirkungsquerschnitten auf der Bibliothek voranstehen.

Es bedeuten:

a) Identifizierungsnummer des Elements in der Bibliothek

b) Kurzzeichen des Elements

c) Legendre Koeffizient

d) Anzahl der Energiegruppen (37 Neutronen, 22 Gammas)

e) Art des Spektrums

f) maximale Temperatur für die Gültigkeit der Wirkungsquerschnitte (in Kelvin)

g) Organisationsdaten für die Bibliothek, z.B. Name der Bibliothek, Datum der Erstellung der Datei.

10) Die "mixing table" zeigt an die Anzahl der verwendeten Elemente überhaupt, und die in einem Medium enthaltenen Elemente, die gemischt werden sollen. Für ein Element in einem Gemisch oder einem Molekül gelten andere Atomdichten, siehe dazu Abschnitt 6.

Für dieses Gemisch erstellt das Programm neue Wirkungsquerschnitte.

8) FE-SLABS MAX. AUSDEHNUNG 150 CM, ALBEDO: ON

```

NUMBER OF PRIMARY GROUPS (NGP)      37
NUMBER OF PRIMARY DOWNSCATTERERS (NDS) 37
NUMBER OF SECONDARY GROUPS (NGG)    0
NUMBER OF SECONDARY DOWNSCATTERERS (NDSG) 0
NUMBER OF PRIM+SEC GROUPS (INGP)    58
TABLE LENGTH (ITBL)                 61
LOC OF WITHIN GROUP (SIG GG) (ISGG)  4
NUMBER OF MEDIA (NMED)               2
NUMBER OF INPUT ELEMENTS (NELEM)     2
NUMBER OF MIXING ENTRIES (NMIX)      2
NUMBER OF COEFFICIENTS (NCOEF)      4
NUMBER OF ANGLES (NSCT)              3
RESTORE COEFF (ISTAT)                1
ADJOINT SWITCH (FROM HORSE)         0
    
```

```

INPUT/OUTPUT OPTIONS
IROSG (AS READ)      0
ISTR (AS STORE)     0
IFMU (MUS)          0
IMOM (MOMENTS)      0
IPRIN (ANGLES, PROB) 0
IPLN (IMPOSSIBLE COEF) 0
CARD FORMAT (IGTF)  0
INPUT TAPE (IXTAPE) 0
HORSEC TAPE (JXTAPE) 0
DGR TAPE (IDGRT)    0
    
```

9) ELEMENTS FROM LIBRARY TAPE IDENTIFIERS 34 35 36 37 94 95 96 97

*** ELEMENT 1 ID= 34 N P0 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1 /FEWGI 6-74

*** ELEMENT 2 ID= 94 FE P0 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1B/FEWGI 1-75

```

STORAGE ALLOCATIONS
CROSS SECTIONS START AT 5783
LAST LOCATION USED (PERM) 17335
TEMP LOCATIONS USED 63808 TO 70000
EXCESS STORAGE (TEMP) 49779
START OF LEGENDRE COEFF 14829
    
```

*** ELEMENT 1 ID= 34 N P0 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1 /FEWGI 6-74

*** ELEMENT 1 ID= 35 N P1 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1 /FEWGI 6-74

*** ELEMENT 1 ID= 36 N P2 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1 /FEWGI 6-74

*** ELEMENT 1 ID= 37 N P3 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1 /FEWGI 6-74

*** ELEMENT 2 ID= 94 FE P0 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1B/FEWGI 1-75

*** ELEMENT 2 ID= 95 FE P1 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1B/FEWGI 1-75

*** ELEMENT 2 ID= 96 FE P2 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1B/FEWGI 1-75

*** ELEMENT 2 ID= 97 FE P3 37N, 21G 1/E MAX. T=300 DPL-1B/FEWGI 1-75

a) b) c) d) e) f) g)

10) MIXING TABLE

MEDIA 1 CONTAINS ELEMENT 1 WITH DENSITY 5.3800E-05

MEDIA 2 CONTAINS ELEMENT 2 WITH DENSITY 8.4760E-02

11) Wirkungsquerschnitte für Medium 1

Es bedeuten:

- a) Makroskopischer Wirkungsquerschnitt Σ_t
(totaler W.Q. x Atomdichte)
- b) Cross-section for the name typ particle to exit a collision;
times the multiplicity of such particles.
- c) Wahrscheinlichkeit für "upscatter"
- d) SIGST/SIGT
- e) Wahrscheinlichkeit für die Erzeugung sekundärer Ereignisse.
- f) $v \cdot \Sigma_f / \Sigma_t$
- g) Übergangswahrscheinlichkeit Gruppe 1 in Gruppe 1
- h) Übergangswahrscheinlichkeit Gruppe 1 in Gruppe 2
- i) Übergangswahrscheinlichkeit Gruppe 1 in Gruppe 3
etc.

12) Detektorkoordinaten

Achtung: Bei Benutzung der "Slab-geometry" werden die x,y-Koordinaten des Detektors in dem BLOCK-DATA im member MAIN angegeben. Diese werden weiter unten mit den SOURCE-DATA ausgegeben.

Es ist T_0 die minimale Flugzeit bis zum Detektor. Das Alter und die Position der Teilchen werden benutzt, um eine minimale Ankunftszeit (T_0) für jeden Detektor zu erhalten, welche die untere Kante des ersten Zeitbins definiert.

$$T_0 = \text{AGSTRT} + \text{SQRT}((\text{XD} - \text{XSTRT})^2 + (\text{YD} - \text{YSTRT})^2 + (\text{ZD} - \text{ZSTRT})^2 / V_L)$$

mit den Startwerten von:

AGSTRT - Alter

WTSTRT - statistischem Teilchengewicht

XSTRT
YSTRT } - Position einer diskreten Quelle
ZSTRT

XD
YD } - Detektorpositionen
ZD

V_L - maximalen Geschwindigkeit
(entspricht der Geschwindigkeit der Neutronen aus Energiegruppe 1, sonst ist die Lichtgeschwindigkeit gemeint.)

13) Ausdruck der für ein Material eingelesenen "response" für einen Detektor.

12) SAMBO ANALYSIS INPUT DATA

NO= 15, NNE= 37, NE= 37, NT= 0, NA= 0, NRESP= 1, NEX= 0, NEXND= 1

DET	X	Y	Z	RAD	T0
1	0.0	0.0	1.0000E+01	1.0000E+01	1.6903E-09
2	0.0	0.0	2.0000E+01	2.0000E+01	3.3805E-09
3	0.0	0.0	3.0000E+01	3.0000E+01	5.0708E-09
4	0.0	0.0	4.0000E+01	4.0000E+01	6.7610E-09
5	0.0	0.0	5.0000E+01	5.0000E+01	8.4513E-09
6	0.0	0.0	6.0000E+01	6.0000E+01	1.0142E-08
7	0.0	0.0	7.0000E+01	7.0000E+01	1.1832E-08
8	0.0	0.0	8.0000E+01	8.0000E+01	1.3522E-08
9	0.0	0.0	9.0000E+01	9.0000E+01	1.5212E-08
10	0.0	0.0	1.0000E+02	1.0000E+02	1.6903E-08
11	0.0	0.0	1.1000E+02	1.1000E+02	1.8593E-08
12	0.0	0.0	1.2000E+02	1.2000E+02	2.0283E-08
13	0.0	0.0	1.3000E+02	1.3000E+02	2.1973E-08
14	0.0	0.0	1.4000E+02	1.4000E+02	2.3664E-08
15	0.0	0.0	1.5000E+02	1.5000E+02	2.5354E-08

13)

GROUP	RESP(1)
1	1.0000E+00
2	1.0000E+00
3	1.0000E+00
4	1.0000E+00
5	1.0000E+00
6	1.0000E+00
7	1.0000E+00
8	1.0000E+00
9	1.0000E+00
10	1.0000E+00
11	1.0000E+00
12	1.0000E+00
13	1.0000E+00
14	1.0000E+00
15	1.0000E+00
16	1.0000E+00
17	1.0000E+00
18	1.0000E+00
19	1.0000E+00
20	1.0000E+00
21	1.0000E+00
22	1.0000E+00
23	1.0000E+00
24	1.0000E+00
25	1.0000E+00
26	1.0000E+00
27	1.0000E+00
28	1.0000E+00
29	1.0000E+00
30	1.0000E+00
31	1.0000E+00
32	1.0000E+00
33	1.0000E+00
34	1.0000E+00
35	1.0000E+00
36	1.0000E+00
37	1.0000E+00

NUMBER OF PRIMARY ENERGY BINS 37
TOTAL NUMBER OF ENERGY BINS 37

BIN NO.	LOWER LIMIT GROUP	LOWER ENERGY LIMIT	DELTA E
1	1	1.970E+07	2.800E+06
	2	1.690E+07	2.000E+06
	3	1.490E+07	2.000E+06
	4	1.420E+07	7.000E+05
	5	1.380E+07	4.000E+05
	6	1.280E+07	1.000E+06
	7	1.220E+07	6.000E+05
	8	1.110E+07	1.100E+06
	9	1.000E+07	1.100E+06
10	9	9.050E+06	9.500E+05
11	10	8.190E+06	8.600E+05
12	11	7.410E+06	7.800E+05
13	12	6.380E+06	1.030E+06
14	13	4.970E+06	1.410E+06
15	14	4.720E+06	2.500E+05
16	15	4.070E+06	6.500E+05
17	16	3.010E+06	1.060E+06
18	17	2.390E+06	6.200E+05
19	18	2.310E+06	8.000E+04
20	19	1.830E+06	4.800E+05
21	20	1.110E+06	7.200E+05
22	21	5.500E+05	5.600E+05
23	22	1.580E+05	3.920E+05
24	23	1.110E+05	4.700E+04
25	24	5.250E+04	5.850E+04
26	25	2.480E+04	2.770E+04
27	26	2.190E+04	2.900E+03
28	27	1.090E+04	1.160E+04
29	28	3.350E+03	6.950E+03
30	29	1.230E+03	2.120E+03
31	30	5.690E+02	6.470E+02
32	31	1.010E+02	4.820E+02
33	32	2.900E+01	7.200E+01
34	33	1.070E+01	1.830E+01
35	34	3.060E+00	7.640E+00
36	35	1.130E+00	1.930E+00
37	36	4.140E-01	7.160E-01
	37	0.0	4.140E-01

NUMBER OF TIME BINS 0

NUMBER OF ANGLE BINS 0
UPPER LIMITS OF COSINE BINS

2165 CELLS USED BY ANALYSIS, 36500 CELLS REMAIN UNUSED.

- 14) Pro "Batch" werden die mittleren Werte der Quelle und die Anzahl der Kollisionen angegeben.

Es bedeuten:

WTAVE	-	Teilchengewicht
IAVE	-	Gruppenkoordinate
UAVE VAVE } WAVE	-	Richtungskosinus
XAVE YAVE } ZAVE	-	Raumkoordinaten
AGEAVE	-	Alter
SOURCE	-	Anzahl der berücksichtigten Teilchen
SPLIT(D)	-	Anzahl der splitting-Vorgänge
FISHN	-	Anzahl der sekundären Teilchen die: durch Fission;
GAMGEN	-	durch -Erzeugung entstanden
REALCOLL	-	Anzahl der Kollisionen
ALBEDO	-	Anzahl der durch Albedo zurück- gestreuten Teilchen
BDRYX	-	Anzahl der "Boundary-crossing" Übergänge
ESCAPE	-	Anzahl der Teilchen die die Geometrie des Streumediums verlassen.
E-CUT	-	Anzahl der Teilchen die durch einen Energie "cut" verloren gingen.
TIMEKILL	-	Anzahl der Teilchen die ein Zeitlimit überschritten.

TIME REQUIRED FOR INPUT WAS LESS THAN ONE SECOND.
YOU ARE USING THE DEFAULT VERSION OF STRUN WHICH DOES NOTHING.

===START BATCH 1 RANDOM=00003SFA731A

14) SOURCE DATA
YOU ARE USING A SOURCE VERSION WHICH SETS WATE TO DOF AND PROVIDES AN ENERGY IG.
IF IPOINT = 0, AN AREA SOURCE IS SELECTED,
= 1, A POINT SOURCE IS SELECTED,
IF IBEAM = 0, ISOTROPIC PARTICLE DIRECTION IS SELECTED,
= 1, MONODIRECTIONAL PARTICLE DIRECTION IS SELECTED.
SWITCHES ARE SET ON: IPOINT = 0 IBEAM = 1
POS. OF THE SOURCE: ZSDUR = 0.0

THE SOURCE AREA IS PERPENDICULAR TO THE Z-DIRECTION AND EXTENDS FROM
XSL = 2400.00 TO XSU = 2600.00 AND FROM
YSL = 2400.00 TO YSU = 2600.00

ALL DETECTOR AREAS HAVE THE SAME VALUE. THEY EXTEND FROM
XDL = 2400.00 TO XDU = 2600.00 AND FROM
YDL = 2400.00 TO YDU = 2600.00

YOU ARE USING THE DEFAULT VERSION OF GTMED WHICH ASSUMES GEOMETRY AND XSECT MEDIA ARE IDENTICAL.
HTAUE IAUUE UAUUE VAUUE WAUUE XAUUE YAUUE ZAUUE AGEAUUE
S.000E+02 4.00 0.0 0.0 1.0000 2.499E+03 2.501E+03 0.0 0.0
YOU ARE USING THE DEFAULT VERSION OF ALBDO WHICH PERFORMS SPECULAR REFLECTION.

NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GANGEN REALCOLL ALBEDO BORYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
S00 592 0 0 26886 718 2160 0 0 0 1092 151 0

TIME REQUIRED FOR THE PRECEDING BATCH WAS 6 SECONDS.

===START BATCH 2 RANDOM=ES068SDCBA42

SOURCE DATA
HTAUE IAUUE UAUUE VAUUE WAUUE XAUUE YAUUE ZAUUE AGEAUUE
S.000E+02 4.00 0.0 0.0 1.0000 2.499E+03 2.501E+03 0.0 0.0

NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GANGEN REALCOLL ALBEDO BORYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
S00 511 0 0 24134 748 1846 0 0 0 1011 141 0

TIME REQUIRED FOR THE PRECEDING BATCH WAS 5 SECONDS

===START BATCH 3 RANDOM=98CAE94ECAE2

SOURCE DATA
HTAUE IAUUE UAUUE VAUUE WAUUE XAUUE YAUUE ZAUUE AGEAUUE
S.000E+02 4.00 0.0 0.0 1.0000 2.501E+03 2.499E+03 0.0 0.0

NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GANGEN REALCOLL ALBEDO BORYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
S00 823 0 0 36906 737 2631 0 0 0 1323 184 0

TIME REQUIRED FOR THE PRECEDING BATCH WAS 8 SECONDS.

===START BATCH 4 RANDOM=DE769AFC4942

SOURCE DATA
HTAUE IAUUE UAUUE VAUUE WAUUE XAUUE YAUUE ZAUUE AGEAUUE
S.000E+02 4.00 0.0 0.0 1.0000 2.498E+03 2.497E+03 0.0 0.0

NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GANGEN REALCOLL ALBEDO BORYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
S00 755 0 0 35763 784 2735 0 0 0 1255 181 0

TIME REQUIRED FOR THE PRECEDING BATCH WAS 8 SECONDS.

===START BATCH 5 RANDOM=6737AC3DA882

SOURCE DATA
HTAUE IAUUE UAUUE VAUUE WAUUE XAUUE YAUUE ZAUUE AGEAUUE
S.000E+02 4.00 0.0 0.0 1.0000 2.502E+03 2.503E+03 0.0 0.0

NUMBER OF COLLISIONS OF TYPE NCOLL
SOURCE SPLIT(D) FISHN GANGEN REALCOLL ALBEDO BORYX ESCAPE E-CUT TIMEKILL R R KILL R R SURV GAMLOST
S00 773 0 0 38837 924 2930 0 0 0 1273 203 0

TIME REQUIRED FOR THE PRECEDING BATCH WAS 9 SECONDS.

THIS CASE WAS RUN ON FRIDAY, MAY 10, 1985

FLUENCE = AREA

15)

DETECTOR	RESPONSES(DETECTOR)				TOTAL RESPONSE	FSD TOTAL
	UNCOLL RESPONSE	FSD UNCOLL	UNCOLL RESPONSE	FSD UNCOLL		
1	9.9909E-01	0.00028	1.4723E+01	0.05052		
2	1.1295E-01	0.00044	9.5968E+00	0.09432		
3	1.2769E-02	0.00055	5.3145E+00	0.06663		
4	1.4435E-03	0.00047	2.8044E+00	0.15937		
5	1.6317E-04	0.00052	1.4740E+00	0.23367		
6	1.8448E-05	0.00029	9.2548E-01	0.23855		
7	2.0855E-06	0.0	2.6970E-01	0.36649		
8	2.3576E-07	0.00020	2.0437E-01	0.83753		
9	2.6653E-08	0.00045	1.4307E-01	0.84111		
10	3.0127E-09	0.00035	2.6526E-01	0.63563		
11	3.4061E-10	0.00027	5.0041E-02	0.65978		
12	3.8505E-11	0.0	2.1761E-03	1.00000		
13	4.3530E-12	0.00017	0.0	0.0		
14	4.9209E-13	0.00052	0.0	0.0		
15	5.5626E-14	0.00035	0.0	0.0		

RRKILL	-	Anzahl der Teilchen, die das "Russische Roulette" nicht überlebt haben. (Ist das Teilchengewicht kleiner als WTLOW, so wird R.R. gespielt. Überlebt das Teilchen, so ist sein neues Gewicht WTAVE1 (Karte J).).
RRSURV	-	Anzahl der Teilchen, die R.R. überlebten.
GAMLOST	-	Anzahl der Teilchen, die durch γ -Erzeugung verloren wurden.

Allen Werten vorangestellt sind die Daten über die Fläche der Detektoren und der Teilchenquelle. Außerdem werden Aussagen über die Art der Quelle und die Teilchenausbreitung gemacht.

15) Es bedeuten:

UNCOLL RESPONSE	-	uncollided response
TOTAL RESPONSE	-	Fluenz integriert über jede "response"-Funktion für jeden Detektor.
FSD	-	fractional standard deviation (in %)

Liegt die Detektorfläche auf der äußersten Grenzfläche der Streugeometrie, so wird für diesen Detektor zwar die "uncollided response" angegeben, nicht jedoch die "total response".

16) Ausdruck der Anzahl der Neutronen pro eV, die durch die Detektorfläche hindurchtreten, bezogen auf ein Quellteilchen. Diese Größe wird pro Energieintervall und Detektor angegeben.

Multipliziert man diese Anzahl der Neutronen mit ΔE , der Größe des Energiebins, und integriert über sämtliche Energieintervalle, so erhält man die "total response", sofern die "response"-Funktion für jedes Energieintervall den Wert 1 hat.

- 17) Statistik für die gesamte Population
(Sie erklärt sich von selbst).

EXTRA ARRAYS OF LENGTH NO

EXT1(	15)								
(	1)	4106	2539	1501	691	412	253	67	44
(	9)	32	60	11	1	0	0	0	

TIME REQUIRED FOR THE PRECEDING 5 BATCHES WAS 39 SECONDS.

17) NEUTRON DEATHS

	NUMBER	WEIGHT
KILLED BY RUSSIAN ROULETTE	5954	6.46729E+03
ESCAPED	0	0.0
REACHED ENERGY CUTOFF	0	0.0
REACHED TIME CUTOFF	0	0.0

NUMBER OF SCATTERINGS

MEDIUM	NUMBER
1	0
2	162526
TOTAL	162526

- 18) Die folgenden Ausdrücke erklären sich von selbst.
Es sind die Anzahl der Streuergebnisse und deren Teilchengewicht, angegeben pro Energie und nach Regionen unterschieden.

Es werden angegeben:

- a) real scattering counters
- b) albedo scattering counters
- c) number of splittings
- d) number of splittings prevented by lack of room
- e) number of russian roulette kills
- f) number of russian roulette survivals.

