



# **KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH**

Lehrstuhl für Reaktortechnik der RWTH-Aachen  
Institut für Reaktorsicherheit der TÜV e.V. Köln  
Institut für Reaktorentwicklung

## **ANIGAM**

**Ein Programmsystem zur automatischen  
Berechnung nuklearer Gruppendaten**

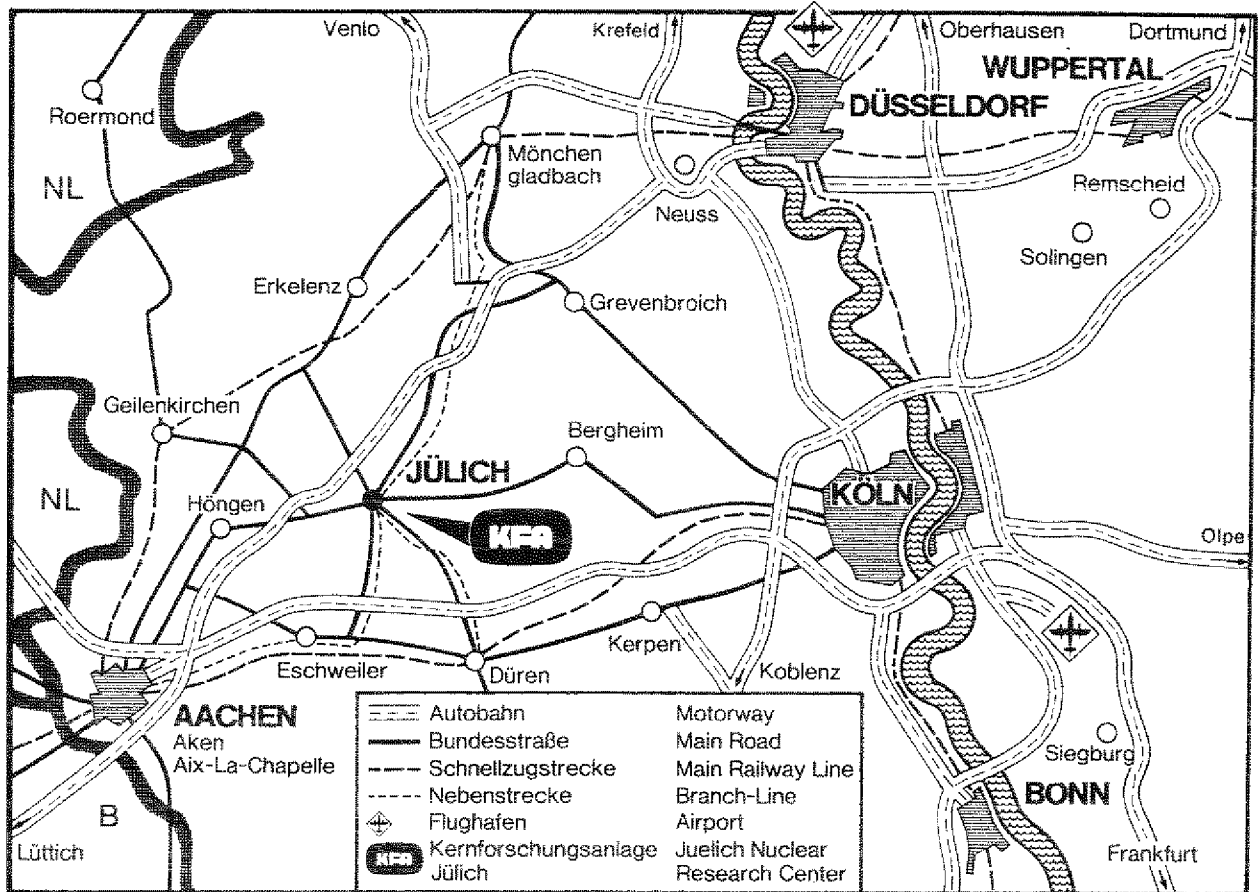
von

B. Baltas, E. Kramer, V. Lugenheim

gefördert vom Bundesministerium des Innern

**Jül - 1327  
August 1976**

Als Manuskript gedruckt



**Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 1327**

Lehrstuhl für Reaktortechnik der RWTH-Aachen  
 Institut für Reaktorsicherheit der TÜV e.V. Köln – Jül – 1327  
 Institut für Reaktorentwicklung

Im Tausch zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH,  
 Jülich, Bundesrepublik Deutschland

# **ANIGAM**

## **Ein Programmsystem zur automatischen Berechnung nuklearer Gruppendaten**

von

B. Baltes, E. Kramer, V. Lugenheim

gefördert vom Bundesministerium des Innern

ANIGAM : A COMPUTER CODE FOR THE AUTOMATIC  
CALCULATION OF NUCLEAR GROUP DATA

by

B. Baltes  
E. Kramer  
V. Lugenheim

ABSTRACT

The computer code ANIGAM consists mainly of the well-known programmes GAM-I and ANISN as well as of a subroutine which reads the THERMOS cross section library and prepares it for ANISN. ANIGAM has been written for the automatic calculation of microscopic and macroscopic cross sections of light water reactor fuel assemblies. In a single computer run both were calculated, the cross sections representative for fuel assemblies in reactor core calculations and the cross sections of each cell type of a fuel assembly. The calculated data were delivered to EXTERMINATOR and CITATION for following diffusion or burn up calculations by an auxiliary programme.

This report contains a detailed description of the computer codes and methods used in ANIGAM, a description of the subroutines, of the OVERLAY structure and an input and output description.

ANIGAM : EIN PROGRAMMSYSTEM ZUR AUTOMATISCHEN  
BERECHNUNG NUKLEARER GRUPPENDATEN

von

B. Baltes           \*  
E. Kramer           \*\*  
V. Lugenheim       \*\*

KURZFASSUNG

Das Rechenprogramm ANIGAM besteht im wesentlichen aus den bekannten Programmen GAM-I und ANISN sowie aus einem Unterprogramm, das die THERMOS-Wirkungsquerschnitts-Library liest und für ANISN aufbereitet. ANIGAM wurde zur automatischen Berechnung der mikroskopischen und makroskopischen Wirkungsquerschnitte von Leichtwasser-Brennelementen erstellt. In einem Rechengang werden dabei sowohl die für Reaktorkernberechnungen repräsentativen Wirkungsquerschnitte der Brennelemente als auch die Wirkungsquerschnitte der im Brennelement vorhandenen Zellen berechnet. Die berechneten Daten werden mit einem Hilfsprogramm für Diffusions- und Abbrandrechnungen an EXTERMINATOR bzw. CITATION übergeben.

Der vorliegende Bericht enthält eine ausführliche Beschreibung der in ANIGAM verwendeten Rechenprogramme und -methoden, der Unterprogramme, der OVERLAY-Struktur sowie der Eingabebeschreibung und eine Beschreibung des Ausdrucks.

---

\* Lehrstuhl für Reaktortechnik der RWTH Aachen

\*\* Institut für Reaktorsicherheit der TÜV e.V., Köln



# A N I G A M

## EIN PROGRAMMSYSTEM ZUR AUTOMATISCHEN BERECHNUNG NUKLEARER GRUPPENDATEN

Institutsleiter:

Prof. Dr. rer. nat. R. Schulten  
Dir. Dipl.-Ing. O. Kellermann

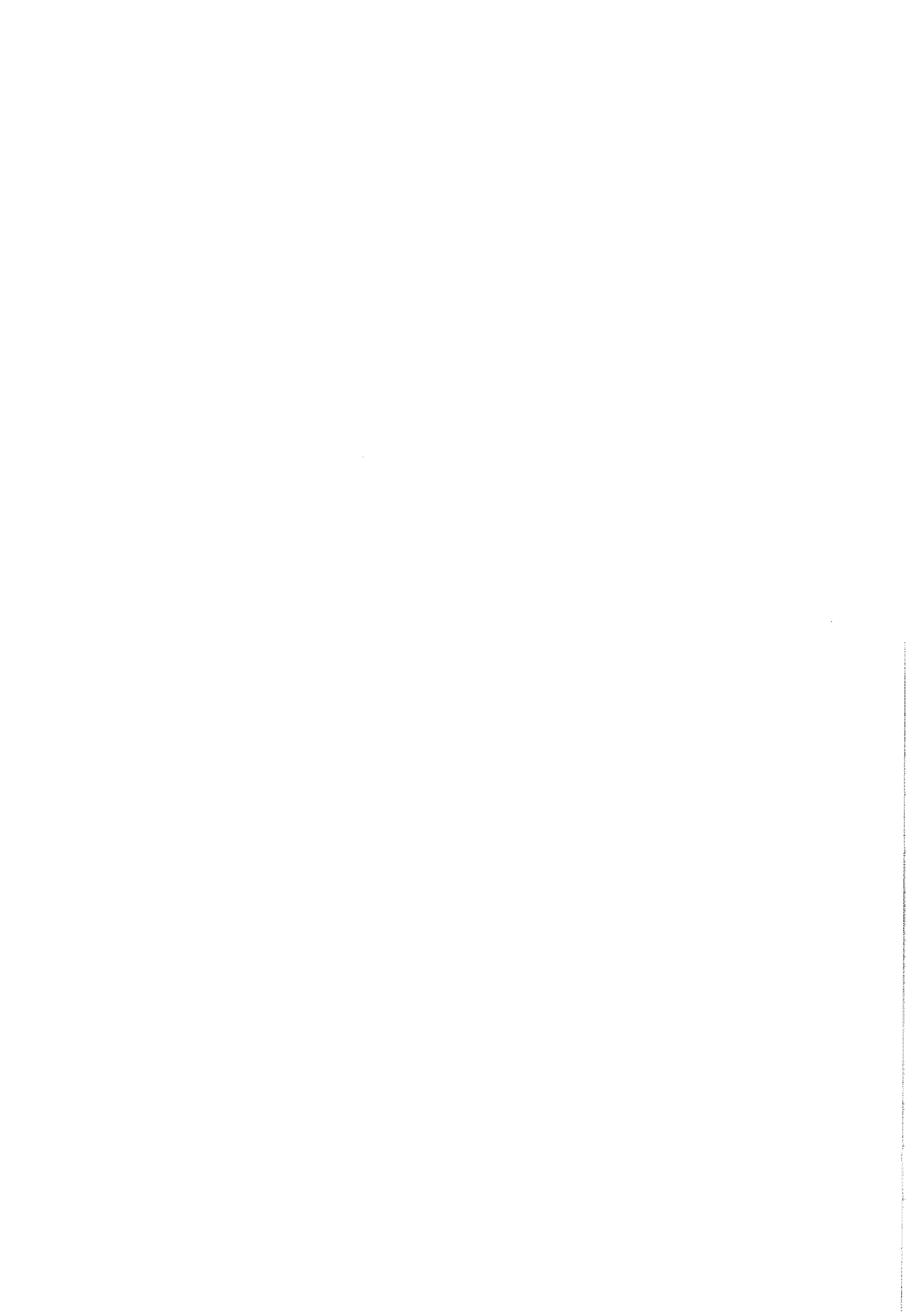
Abteilungsleiter:

Dr. rer. nat. H. Bonka  
Dipl.-Phys. W. Ullrich

Bearbeiter:

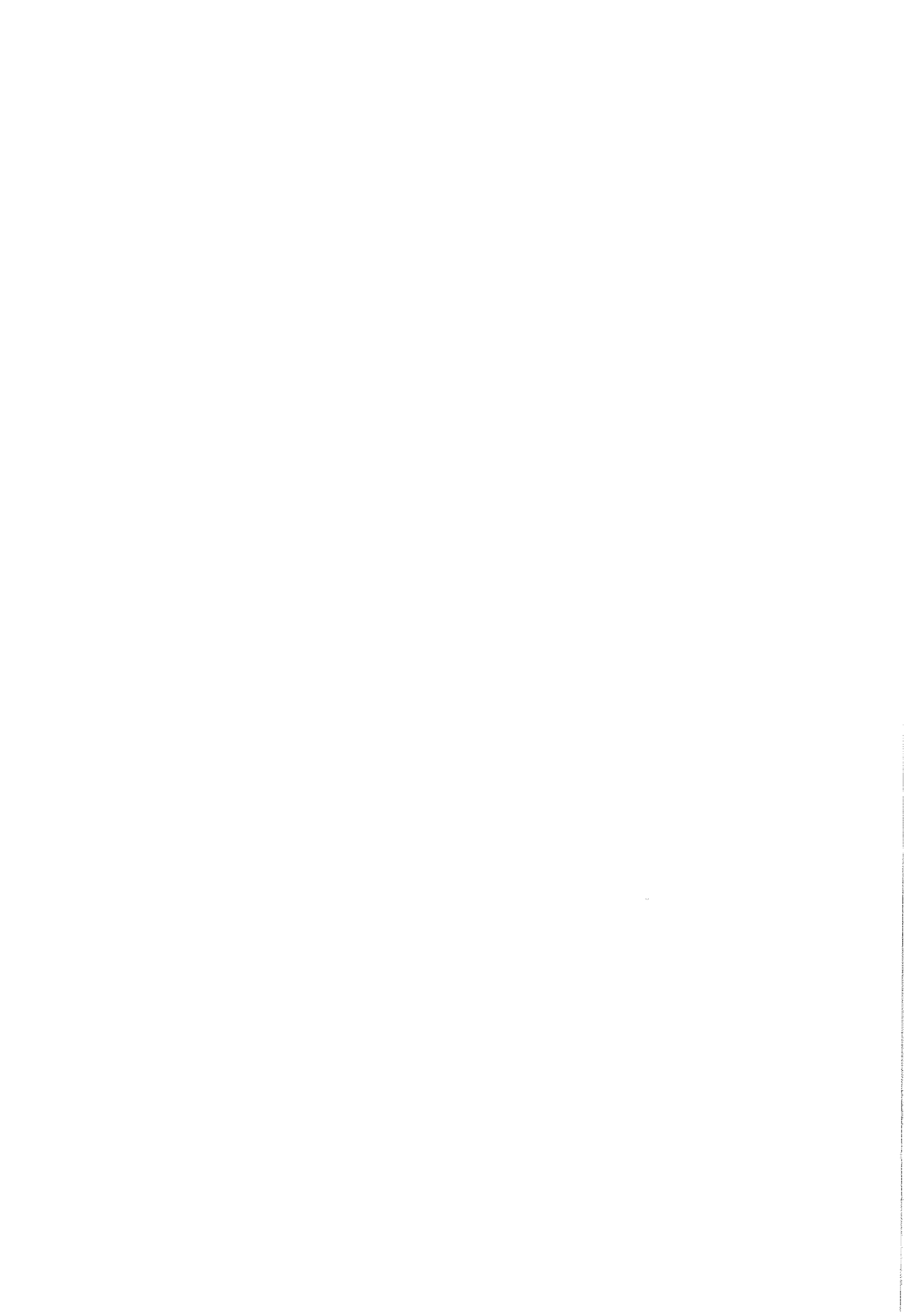
B. Baltes  
E. Kramer  
V. Lugenheim

Diese Arbeit entstand im Rahmen einer Zusammenarbeit des Lehrstuhls für Reaktortechnik der RWTH Aachen, dem Institut für Reaktorsicherheit der TÜV eV. Köln und dem Institut für Reaktorentwicklung der KFA Jülich.



## Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
2. Beschreibung der in ANIGAM verwendeten Rechenprogramme	1
3. Beschreibung der Rechenmethoden	2
3.1 Pseudozellmethode	3
3.1.1 Reduzierung der WQ-Sätze	4
3.2 Realzellmethode	7
3.3 Berechnung von Reaktionsratenverhältnissen	8
3.4 Kondensation der Wirkungsquerschnitte	9
4. Programmaufbau	11
4.1 Beschreibung der Unterprogramme	11
4.2 OVERLAY-Struktur	21
4.3 Beschreibung der externen Dateneinheiten	23
5. Programmeingabe	24
6. Programmausgabe	24
6.1 Beschreibung des Ausdruckes	24
6.2 Ausgabe der mikroskopischen WQ-Sätze auf eine externe Dateneinheit	25
7. Ankopplung von ANIGAM an EXTERMINATOR und CITATION	26
8. Literaturverzeichnis	27
Anhang A : Eingabebeschreibung für ANIGAM	
Anhang B : Eingabebeschreibung für LIBREX-B	
Anhang C : Eingabebeschreibung für LIBCIT	



## 1. Einleitung

Bei der Berechnung von Gruppenkonstanten für Leichtwasserreaktor-Brennelemente wurde im IRS immer häufiger der Programmzyklus GAMTERANEX /1/ eingesetzt. Dies war insbesondere bei Parameteränderungen oder bei der Berechnung von Brennelementen mit Gift- oder Regelstäben mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden, da ein großer Teil der Daten manuell und mit Hilfsprogrammen verarbeitet werden mußte. Zur Reduzierung des Arbeits- und Rechenaufwandes sollte daher dieser Programmzyklus automatisiert werden.

Dazu war es erforderlich, eine große Anzahl von Unterprogrammen zu verändern und einige neue Unterprogramme zu erstellen. Ferner mußte der Datentransfer überarbeitet werden, weil eine rechenintensive Programmversion zur Senkung der Kosten anzustreben war.

Diese Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Reaktortechnik der RWTH-Aachen durchgeführt, die Finanzierung dieser Arbeiten übernahm das Bundesministerium des Innern.

In der vorliegenden Arbeit werden die dem neuen Programmsystem ANIGAM zugrunde liegende Rechenmethode, der Programmaufbau und die Ankopplung an das Diffusionsprogramm EXTERMINATOR und das Abbrandprogramm CITATION beschrieben. Daran schließt sich eine ausführliche Eingabebeschreibung an.

## 2. Beschreibung der in ANIGAM verwendeten Rechenprogramme

Das Programmsystem ANIGAM besteht im wesentlichen aus den bekannten Programmen GAM-I /2/ und ANISN /3, 4/ sowie aus einem Programmteil (TERRY), der die THERMOS-Wirkungsquerschnitts-Library liest und für ANISN aufbereitet.

Die Resonanzabsorptionsquerschnitte, als Eingabegrößen im GAM benötigt, müssen vorher mit Hilfe des Programms ZUT-DGL /5/ in GAM-Gruppenstruktur berechnet werden. Sie werden auf einer Direct-Access-Dateneinheit gespeichert, von der sie von GAM-I gelesen werden. Die Berechnung der aufgelösten und unaufgelösten Resonanzintegrale geschieht auf der Basis von ZUT und TUZ. Für die Wechselwirkungen in Stabanordnungen werden Dancoff-Faktoren mit dem Programm DANCOFF-3 berechnet.

Mit GAM-I wird das Neutronenspektrum im schnellen Energiebereich ( $0,414 \text{ eV} \leq E \leq 10 \text{ MeV}$ ) in 68 feinen Gruppen berechnet. Im Programm sind dafür zwei Lösungsverfahren vorgesehen, und zwar die  $B_1$  - und  $P_1$  -Approximation der Boltzmann-Transportgleichung. Mit dem berechneten Spektrum können die mikroskopischen Wirkungsquerschnitte auf maximal 31 breite Gruppen kondensiert werden.

Mit den kondensierten Wirkungsquerschnitten von GAM und mit den von TERRY eingelesenen thermischen Wirkungsquerschnitten ( $\approx 30$  Gruppen) wird eine Wirkungsquerschnittslibrary im ANISN-Format erstellt.

Das Programm ANISN gestattet die Lösung der eindimensionalen Boltzmann-Transportgleichung unter Berücksichtigung anisotroper Streuung für Platten-, Zylinder- und Kugelgeometrie durch Anwendung des  $S_N$  -Verfahrens. Die beschriebene Library beschränkt die Lösung auf eine Berücksichtigung der isotropen Streuung. Die Energieabhängigkeit wird im Rahmen einer Vielgruppennäherung berücksichtigt. Mit dem energie-, winkel- und ortsabhängigen Fluß können die Wirkungsquerschnitte gewichtet und auf wenige Gruppen kondensiert werden.

### 3. Beschreibung der Rechenmethoden

Ein Brennelement (BE) eines Leichtwasserreaktors läßt sich in eine bestimmte Anzahl gleich großer Einheitszellen (Realzellen) aufteilen, die sich verschiedenen Zelltypen zuordnen lassen. Man unterscheidet z.B. folgende Typen: Brennstabzelle, Führungsrohrzelle, Giftstabzelle und Absorberstabzelle. Zur Bestimmung der nuklearen Daten eines Brennelementes ist es erforderlich, für jeden Zelltyp eine Zellrechnung durchzuführen, wobei der Einfluß der übrigen Zelltypen auf das Spektrum erfaßt werden soll.

In ANIGAM wird die Vorkondensation der Wirkungsquerschnitte (WQ) mittels GAM jedoch nicht für jeden Zelltyp durchgeführt, sondern das Brennelement wird als homogenes Gemisch behandelt.

ANIGAM ist so programmiert worden, daß in einem Rechengang die Gruppenkonstanten der Leichtwasser-Brennelemente nach der Pseudozellmethode und der im Element vorhandenen Zelltypen nach der Realzellmethode berechnet werden können. Im ersten Fall können mit den für das BE repräsentativen Gruppenkonstanten Corerechnungen durchgeführt werden. Im zweiten Fall ist zusätzlich eine Diffusionsrechnung für das BE mit anschließender Fluß-Volumen-Wichtung der Gruppenkonstanten erforderlich /vgl. 6/.

### 3.1 Pseudozellmethode

Bei der Pseudozellmethode schließen sich an die Vorkondensation folgende Rechnungen an: Für den Zelltyp 1 wird eine ANISN-Rechnung durchgeführt, wobei Flüsse und WQ dieser Zelle bestimmt werden. Danach wird eine Rechnung für eine Zelle durchgeführt, die aus dem Zelltyp 2 und aus einer zusätzlichen Außenzone (Pseudoschicht) besteht. Für diese Außenzone werden die Daten zur Berechnung der makroskopischen WQ mit Hilfe der Ergebnisse der ersten Zellrechnung homogenisiert übergeben. Das Volumen dieser Zone ergibt sich aus dem Verhältnis der Zahl der Zelltypen 1 zu der Zahl der Zelltypen 2 im Brennelement:

$$V_{A,1} = \frac{n_1}{n_2} V_Z$$

$V_Z$  = Volumen der Einheitszelle

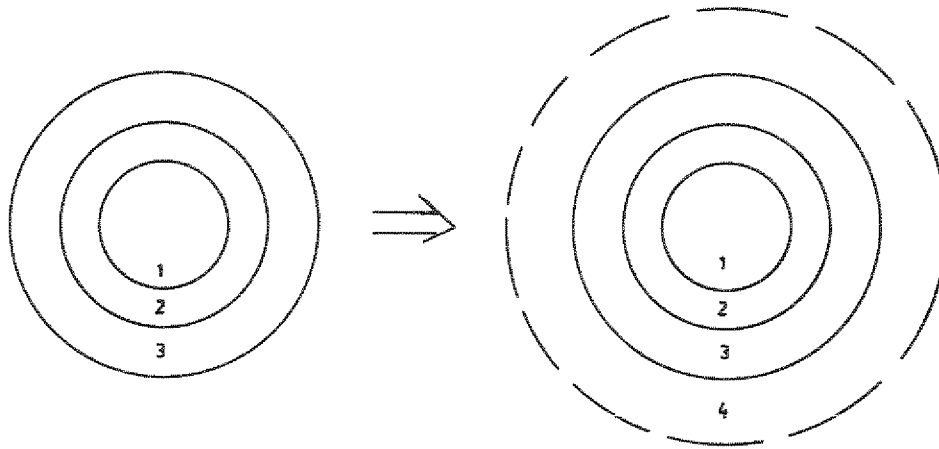
$n_1$  = Anzahl der Zelltypen 1 im BE

$n_2$  = Anzahl der Zelltypen 2 im BE

Bei der darauf folgenden Zellrechnung wird die Zelle vom Typ 2 einschließlich der Pseudoschicht homogenisiert anteilmäßig um die Zelle vom Typ 3 gelegt, wobei sich das Volumen dieser Außenzone aus

$$V_{A,2} = \frac{n_1 + n_2}{n_3} V_Z$$

ergibt. Dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis alle Zelltypen eines BE abgearbeitet sind. Die letzte Zellrechnung liefert die nuklearen Gruppendaten, die für das BE repräsentativ sind.



### 3.1.1 Reduzierung der WQ-Sätze

Durch das Homogenisieren der (n-1)ten Zelle und die Bildung der Pseudoschicht der n-ten Zelle erhalten die dort auftretenden Nuklide andere WQ-Sätze als gleiche Nuklide der realen Zelle. Das bedeutet aber, daß sich die Zahl der zu unterscheidenden Nuklide von Zelltyp zu Zelltyp ständig vergrößert. Damit geht ein Anwachsen der WQ-Library einher, was bei der maschinellen Rechnung einen erheblichen Bedarf an Kernspeicherplatz zur Folge hat. Um nun die ursprünglichen WQ-Sätze aus der ANISN-Library und die Nuklid-identifikationsnummern auch in der Pseudoschicht der Zellen beibehalten zu können, bildet man über die (n-1)te Zelle für jedes Nuklid und jede Energiegruppe modifizierte Nachteilfaktoren. Mit diesen Nachteilfaktoren werden dann bei der Bildung der makroskopischen WQ der Pseudoschicht die mikroskopischen WQ der ANISN-Library multipliziert.

Betrachtet man nun die Reaktionsraten eines Nuklids (k) in der Energiegruppe (i), so wird für eine Reaktion (b) die Reaktionsrate:

$$R_{kj}^b = \int_{V_j} \int_{E=E_i}^{E_{i+1}} N_k(r) \cdot \sigma_{ik}^b(r, E) \cdot \phi(r, E) dE dV$$

$V_j$  = Zonenvolumen in einer Zelle

Nach Diskretisierung dieser Gleichung erhält man

$$R_{kj}^b = \sum_{l=1}^{IZM} N_{kj} \cdot V_l \cdot \sigma_{ik}^b \cdot \bar{\phi}_l^i$$

IZM = Anzahl der Zonen

wobei  $N_{k,l}$  und  $\sigma_{k,i}^b$  die Nuklidkonzentrationen und die WQ, zonenweise konstant sind und der mittlere Zonenfluß

$$\bar{\phi} = \frac{\int_{V_i} \phi(r,E) dV}{\int_{V_i} dV}$$

ist.

Für die Homogenisierung ergibt sich als Reaktionsrate in der gesamten Zelle ausgehend von den Zonenreaktionsraten und den mittleren Zonenflüssen  $\bar{\phi}_i$  :

$$N_{k,z} \cdot V_z \cdot \sigma_{ik}^b \cdot \bar{\phi}_i = \sum_{l=1}^{I_{ZM}} N_{k,l} \cdot V_l \cdot \sigma_{ik}^b \cdot \bar{\phi}_l$$

mit

$$d_{ik} \sigma_{ik}^b = \sigma_{ik}^b$$

wobei  $d_{k,i}$  für ein Nuklid (k) und eine Gruppe (i) der modifizierte Nachteilfaktor ist.

Für die erste Zelle ohne Pseudoschicht wird dann

$$d_{kk} = \sum_{l=1}^{I_{ZM}} \frac{V_l}{V_z} \cdot \frac{N_{k,l}}{N_{k,z}} \cdot \frac{\bar{\phi}_l}{\bar{\phi}_z}$$

und für die folgenden Zellen

$$d_{i,kn} = \left( \sum_{l=1}^{IZM} \frac{V_l}{V_z} \cdot \frac{N_{kl}}{N_{kz}} \cdot \frac{\overline{\phi}_l^T}{\overline{\phi}_i^T} \right) + \frac{V_{IZM}}{V_z} \cdot \frac{N_{kIZM}}{N_{kz}} \cdot \frac{\overline{\phi}_i^{IZM}}{\overline{\phi}_i^T} \cdot d_{i,k,n-1}$$

Für die Pseudoschicht (Zone IZM) werden dann die WQ mit den Nachteilfaktoren der vorhergehenden Zellrechnung multipliziert:

$$\sigma_{i,k}^{*b} = \sigma_{i,k}^b \cdot d_{i,k,n-1}$$

$$\frac{N_{kIZM}}{N_{kz}} \cdot \frac{V_{IZM}}{V_z} \cdot \frac{\overline{\phi}_i^{IZM}}{\overline{\phi}_i^T} \cdot d_{i,k,n-1}$$

Die Nachteilfaktoren werden zum Abschluß einer jeweiligen Zellrechnung berechnet. Beim Übergang zur nächsten Zellrechnung werden in der Pseudoschicht die mikroskopischen WQ mit den entsprechenden Nachteilfaktoren multipliziert und zonenweise makroskopische WQ gebildet. So wird z.B.

$$\sum_{j \rightarrow i}^{s,k} = \frac{\int_{E=E_i}^{E=E_l} dE \int_{E=E_i}^{E=E_j} \sum_s (E' \rightarrow E) \cdot \phi(E') \cdot dE'}{\int_{E=E_j}^{E=E_l} \phi(E') \cdot dE'}$$

mit  $d_{k,s,j}$  multipliziert und  $\sum_{k,i}^a$  mit  $d_{k,i}$ .

Nach Rechnung des letzten Zelltyps erhält man einen WQ-Satz für jedes im BE auftretende Nuklid (k)

$$\sigma_{i,k}^{*b} = \sigma_{i,k}^b \cdot d_{i,k}$$

und die Konzentrationen der Nuklide als homogenes Gemisch im BE.

Die WQ-Sätze sind auf Weniggruppen reduziert und gewichtet. Sie sind für das BE repräsentativ und werden zur weiteren Verarbeitung auf eine externe Dateneinheit geschrieben.

### 3.2 Realzellmethode

Die formale Berechnung der Zelltypen erfolgt nach der Pseudozellmethode mit Bildung der Pseudoschichten, modifizierter Nachteilfaktoren und Reduzierung der WQ-Sätze. Bei der Realzellrechnung, die parallel zur Pseudozellrechnung verläuft, definiert man eine neue Zelle über beliebige zusammenhängende Zonen der Pseudozelle, die Realzelle. Dann werden in dieser neu definierten Zelle ein mittlerer Zellfluß, die mittleren Zonenflüsse und die mittleren Nuklidkonzentrationen bestimmt. Mit diesen Werten berechnet man dann die gewichteten Wirkungsquerschnitte der in der Realzelle auftretenden Nuklide.

$$\bar{\phi}_{i,RZ} = \frac{\sum_{l=n1}^{n2} \bar{\phi}_l^T \cdot V_l}{\sum_{l=n1}^{n2} V_l}$$

$$N_{k,RZ} = \frac{\sum_{l=n1}^{n2} N_{k,l} \cdot V_l}{\sum_{l=n1}^{n2} V_l}$$

$$V_{RZ} = \sum_{l=n1}^{n2} V_l$$

$$\sigma_{i,k}^{*b} = \sum_{l=n1}^{n2} \frac{V_l}{V_{RZ}} \cdot \frac{N_{k,l}}{N_{k,RZ}} \cdot \frac{\bar{\phi}_l^T}{\bar{\phi}_{i,RZ}^T}$$

Die Realzelle erstreckt sich von Zone  $l = n_1$  bis  $l = n_2$ . Erfasst die Realzelle die Pseudoschicht, so werden dort die WQ mit den entsprechenden modifizierten Nachteilfaktoren der vorhergehenden Zelle multipliziert.

### 3.3 Berechnung von Reaktionsratenverhältnissen

In Gebieten mit starker Absorption wird im Diffusionsprogramm i.a. die Flußabsenkung unterschätzt, was eine Überschätzung der Absorptionsrate zur Folge hat. Um dies zu vermeiden, ist es notwendig, im Diffusionsprogramm mit effektiven WQ zu rechnen, die so bestimmt werden, daß die transport- und diffusionstheoretischen Reaktionsraten den gleichen Wert ergeben. Wegen unterschiedlicher Normierung in den einzelnen Programmen ist es einfacher, statt der Absolutwerte von Reaktionsraten Reaktionsratenverhältnisse zu betrachten. Dazu wird in ANIGAM ein sog. f-Faktor berechnet.

Ausgehend von der Diffusionsgleichung für eine Energiegruppe  $i$  [7]:

$$\begin{aligned} \nabla D_i(\vec{r}) \cdot \nabla \phi_i(\vec{r}) - \Sigma_i^a(\vec{r}) \cdot \phi_i(\vec{r}) + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^I \Sigma_{j \rightarrow i}^s(\vec{r}) \cdot \phi_j(\vec{r}) + \\ + \frac{1}{\lambda} \chi_i \sum_{j=1}^I (\nu \Sigma_f)_j(\vec{r}) \cdot \phi_j(\vec{r}) = 0 \end{aligned}$$

wird folgendes Verhältnis gebildet:

$$f = \frac{\sum_{i=0}^n \Sigma_i^a(\vec{r}) \cdot \phi_i(\vec{r})}{\sum_{i=0}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^I \Sigma_{j \rightarrow i}^s(\vec{r}) \cdot \phi_j(\vec{r}) + \frac{1}{\lambda} \chi_i \sum_{j=1}^I (\nu \Sigma_f)_j(\vec{r}) \cdot \phi_j(\vec{r})}$$

$r_1$  - Außenradius der Realzelle

$r_2$  - Außenradius der Pseudozelle

### 3.4 Kondensation der Wirkungsquerschnitte

Die Kondensation des Transport-WQ auf wenige breite Gruppen wird in GAM mit dem Strom  $j_n(r, E)$  durchgeführt. Da in ANISN zur weiteren Kondensation aller WQ nur Flüsse zu Verfügung stehen, erfolgt die Kondensation des Transport-WQ, dort nach folgender Vorschrift:

$$\sum_{tr, g}^j = \frac{\int_{\Delta E_g} \sum_{tr} \pi(E) \cdot j(r, E) \cdot dE}{\int_{\Delta E_g} j(r, E) dE}$$

Mit

$$j(r, E) = -D(E) \cdot \nabla \phi(r) \cdot \phi(E) \cdot dE$$

$$D(E) = \frac{1}{3 \sum_{tr}(E)}$$

wird

$$\sum_{tr, g}^j = \frac{\int_{\Delta E_g} \phi(E) dE}{\int_{\Delta E_g} \frac{1}{\sum_{tr}} \phi(E) dE}$$

$$\sum_{tr, g}^j = \frac{\phi_g}{\frac{1}{\sum_{tr, g}} \phi_g}$$

Für eine breite Gruppe i wird

$$\sum_{tr,i} = \frac{\sum_{g \in i} \bar{\phi}_g}{\sum_{g \in i} \frac{1}{\sum_{tr,g}} \bar{\phi}_g}$$

g = feine Energiegruppen

i = breite Energiegruppen

In den Pseudoschichten werden die WQ mit den zugehörigen Nachteilfaktoren multipliziert.

Die Kondensation der übrigen WQ erfolgt nach der Vorschrift

$$\sum_{x,i} = \frac{\sum_{g \in i} \sum_{xg} \bar{\phi}_g}{\sum_{g \in i} \bar{\phi}_g}$$

$$\sum_{b,j,k} = \frac{\sum_{l=1}^Z \sum_{b,j,k}^l \bar{\phi}_{l,j} V_l}{\sum_{l=1}^Z \bar{\phi}_{l,i} V_l}$$

Gruppe	i
Zone	l
Zelle	z
Reaktion	b
Nuklid	k

Die so kondensierten und gewichteten WQ werden so auf eine externe Dateneinheit geschrieben, wie EXTERMINATOR sie zur Eingabe benötigt.

#### 4. Programmaufbau

Die Kopplung der in ANIGAM verwendeten Rechenprogramme zeigt Abb. 4.1. Der Ablauf der Rechnung wird schematisch im Flußdiagramm in Abb. 4.2 dargestellt.

#### 4.1 Beschreibung der Unterprogramme \*)

##### ANISN1

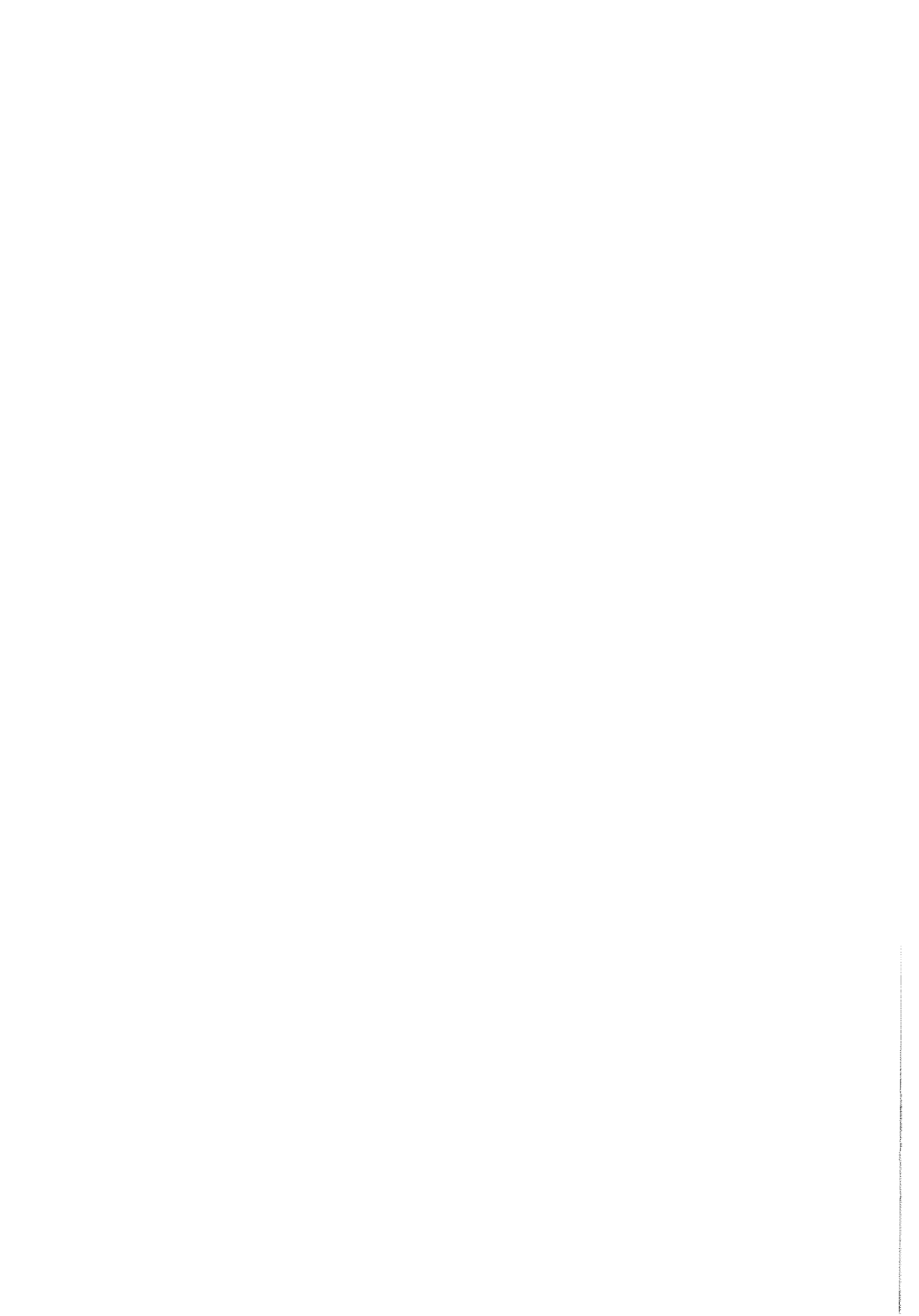
Liest die BE-Kantenlänge, Anzahl der Zellen pro BE, der Zelltypen pro BE und der Nuklide, die Option für GAM-Rechnung, Realzellrechnung und zur OUTPUT-Gestaltung. Die ersten Basisadressen von Feldern werden errechnet und in die COMMON / BULKBU/und /BB/ geschrieben. ANISN1 ruft die UP "EINL" und "PLSNT1" auf.

##### EINL

Liest die Anzahl der Intervalle (IM), der Zonen (IZM) und die Mixing table length für jeden Zelltyp ein, berechnet den Wigner-Radius der Einheitszelle und die Außenradien der Pseudozellen, nachdem über das UP "R1" die Zonenradien der Zellen und die Anzahl gleicher Zelltypen (NZI) im BE eingelesen wurden. Ferner werden weitere Feldbasisadressen berechnet.

---

\*) Zum besseren Verständnis des folgenden wird auf /3, 4/ verwiesen.



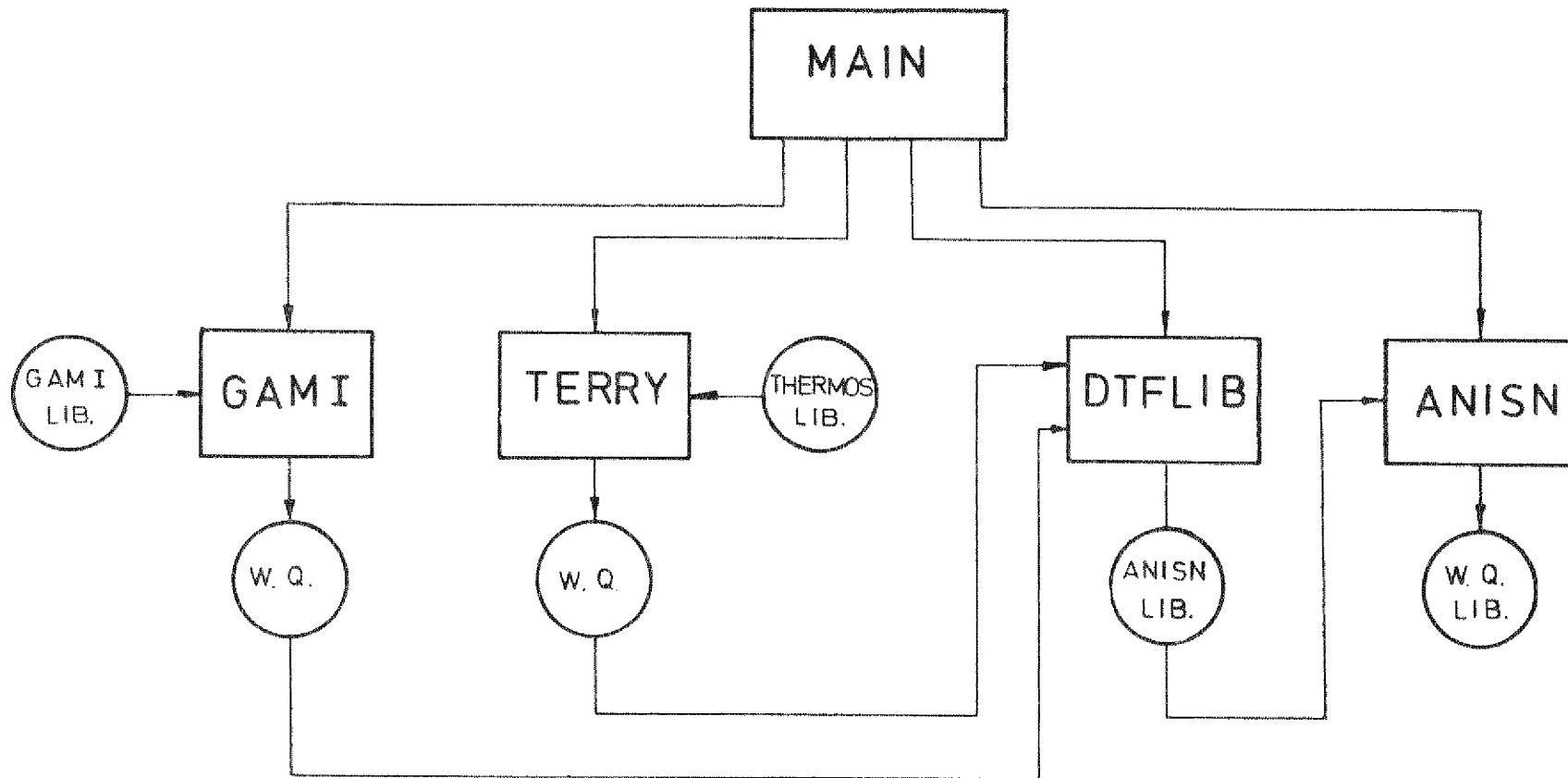
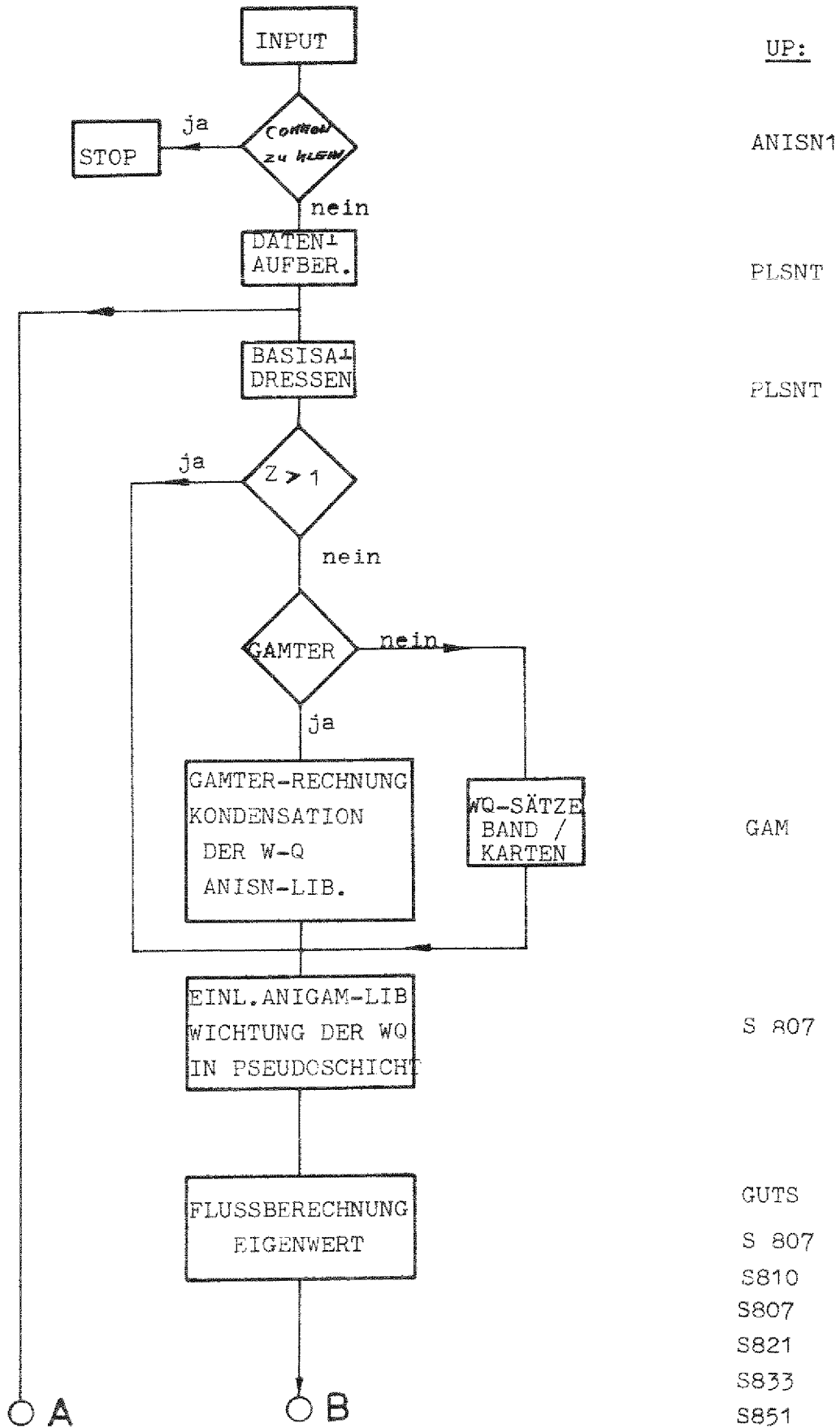
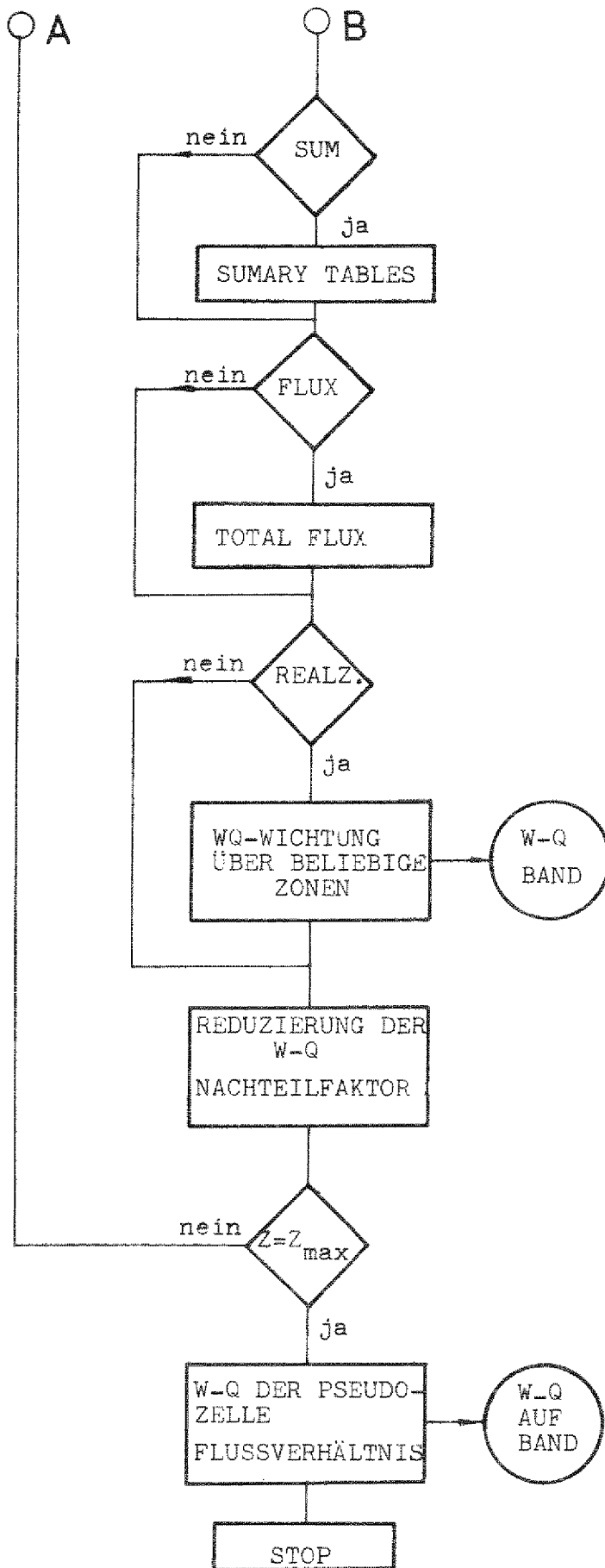


Abb. 4.1

Abb. 4.2



UP:



FINPR1  
FINPR  
SUMMARY  
BT

FINPR

FEWG1  
WATE1

FEWG  
WATE

PLSNT1

Liest über UP "FIDO" 15 § und 16 \* ein. In diesem UP werden die benötigten COMMON-Größen berechnet und mit den im MAIN-Programm angelegten Größen verglichen.

CONTRL

Benennt Band- und Platteneinheiten und steuert den Programmablauf durch Aufruf der UP "PLSNT" "FINPRI" und GUTS".

PLSNT

Es werden die restlichen Feldbasisadressen berechnet und in die COMMON geschrieben. Die  $S_{Nf}$ -Wichtungsfaktoren und die Wichtungsgrößen (6\* und 7\* in ANISN) sind per DATA-Anweisung für  $S_4$ -Näherung angegeben; die restlichen Daten werden über "FIDO" eingelesen. Es wird das UP "GEOGAM" zur Berechnung der über das BE gemittelten Nuklidkonzentrationen aufgerufen und bei Bedarf eine GAM-Rechnung angeschlossen, die THERMOS-Library gelesen und die ANISN-Library erstellt. Das UP "TP" wird aufgerufen, in welchem die WQ-Sätze der ANISN-Library gelesen und die totalen Aufstreu-WQ berechnet werden. Die UP "S 804" und S 814" überprüfen die  $S_N$ -Konstanten und berechnen die  $P_L$ -Konstanten und Intervallflächen zur Wichtung der Quellen.

Dann erfolgt die Ausgabe der Option 15 § und 16\*. Die MIXING TABLE, die aufgebaut werden muß, wird in PLSNT in folgender Form zusammengestellt:

MIXTURE	COMPONENT	KONZENTRATION
POI + 1	0 Materialnummer	0,0 Konzentrationen der Materialien in Zone 1
POI + 2	0 Materialnummer	0,0 Konzentrationen der Materialien in Zone 2
POI + 3	0 Materialnummer	0,0 Konzentrationen der Materialien in Zone 3

POI höchste  
Materialnummer

### FIDO

Dieses UP ist die Einleseroutine des ANISN-Teils.

### TP

TP liest das Spaltspektrum (1\*) und die WQ-Sätze (14\*).

### GUTS

Dieses UP steuert die Iterationsfolgen. Vor Beginn der ersten Iteration werden die UP "S 807" und "S 810" aufgerufen. Die erste Iteration beginnt mit dem UP "DT", einer vereinfachten  $S_2$ -Lösung zur Flußvorgabe. Die Iterationen laufen über die UP "S 821" und S 833" bis zur äußeren Konvergenz, die in "S 851" abgefragt wird. Die Iterationsschritte, Flußabweichungen usw. werden dabei ausgedruckt.

### S 807

Bildet über die Mixing Table zonenweise makroskopische WQ. In der Pseudoschicht einer Zelle werden die mikroskopischen WQ mit ihren zugehörigen Nachteilfaktoren (DI) multipliziert. Die totalen Aufstreu-WQ der Pseudoschicht errechnet das UP "SCATT", wobei die Wichtung der WQ entsprechend "S 807" erfolgt. In "DENSIT" wird geprüft, in welchen Zonen Spaltstoffe auftreten und die FISSION DENSITY mit 1.0 vorgegeben. Auf Wunsch kann bei der letzten Zelltyprechnung die gesamte ANISN-Library ausgedruckt werden.

### S 821

Berechnet und normalisiert die Spaltquellen und Fission Density. Außerdem werden Größen zur Konvergenzabschätzung und Eigenwertberechnung bestimmt.

### S 824

Berechnet die Einstreuung in eine Gruppe für jedes Intervall, außerdem die totale Quellrate und die totale Aufwärtsstreuung für jede Gruppe.

### S 833

Berechnet die Randflüsse unter Berücksichtigung der Randbedingungen, setzt die  $P_0$  - bzw.  $P_L$  - Quellterme ein und beginnt mit der Flußberechnung. Dann werden die Konvergenzkriterien für innere Iterationen errechnet und angewendet.

### S 810

Berechnet Geometriegrößen, wie Intervallradien, Intervallflächen und -volumen und kombiniert die  $S_N$ -Konstanten und -Flächen.

### FINPR1

Ruft UP "FINPR" über "BT" und "SUMARY" auf. Ist die Eingabeoption REALZ > 0 gesetzt, so wird die Realzellrechnung über "FEWG1" und "WATE1" durchgeführt.

Ruft REDU" zur Reduzierung der WQ-Sätze auf. Für die letzte Zelltyprechnung ( $Z = ZMAX$ ) werden über "FEWG" und "WATE" die Pseudozelldaten für das BE errechnet, ausgedruckt und auf eine externe Dateneinheit geschrieben.

### FINPR

Druckt die Geometrie und die Spaltdichte aus. Auf Wunsch kann der TOTAL FLUX über Gruppen und Intervalle ausgedruckt werden.

### BT

Bestimmt den Speicherbedarf für die Neutronenbilanztafel. Falls der Speicherplatz nicht ausreicht, wird die Zelle wie eine einzelne Zone behandelt. "BT" ruft "SUMARY" auf.

### SUMARY

Druckt den Winkelfluß aus, rechnet die Neutronenbilanz und druckt sie auf Wunsch ( $ISUM > 0$ ) in den SUMARY-Tabellen zonenweise für das ganze System aus.

### FEWG1

Druckt bei  $Z = 1$  die Weniggruppenparameter. Bereitet die MIXING TABLE auf, indem die Tabelle neu durchnummeriert wird. Ruft "WATE1" zur Realzellrechnung auf.

### FEWG

Druckt die Struktur der breiten Gruppen und bereitet wie in FEWG1 die MIXING TABLE auf. "WATE" wird zur Pseudozellrechnung aufgerufen.

### REDU

Es werden in REDU die mittleren Nuklidkonzentrationen berechnet. Damit und mit den mittleren Zell- und Zonenflüssen bestimmt man die modifizierten Nachteilfaktoren je Gruppe und Nuklid.

### WATE1

Berechnet flußgewichtete mikroskopische und makroskopische Weniggruppen-WQ für jedes Nuklid und für eine über Zonen definierte Realzelle. Druckt den integralen Intervallfluß und die Summe aller makroskopischen WQ für die breiten Gruppen aus. Die gewichteten mikroskopischen Weniggruppen-WQ werden auf die externe Einheit (14) geschrieben. Die Flüsse und Flußverhältnisse werden für die letzte Pseudozelle ausgedruckt, ebenso wie die mittlere Konzentration der Nuklide im BE, der integrale Intervallfluß und die Volumenverhältnisse.

### GAMTER

Steuert die GAM-TERRY-DTFLIB-Rechnung.

### GAM

Liest die Parameter, Materialien und Daten für die Energiegruppen  $\geq 0,414$  eV ein, liest über "INTERP" die GAM-Library von Einheit (11) und über "RESONA" bzw. "ZUGA" die ZUT-Library. Dann werden über die UP "CH2" und "CSAV" Flüsse und Gruppenkonstanten berechnet und auf Gruppennzahlen  $\leq 31$  vorkondensiert.

TERRY

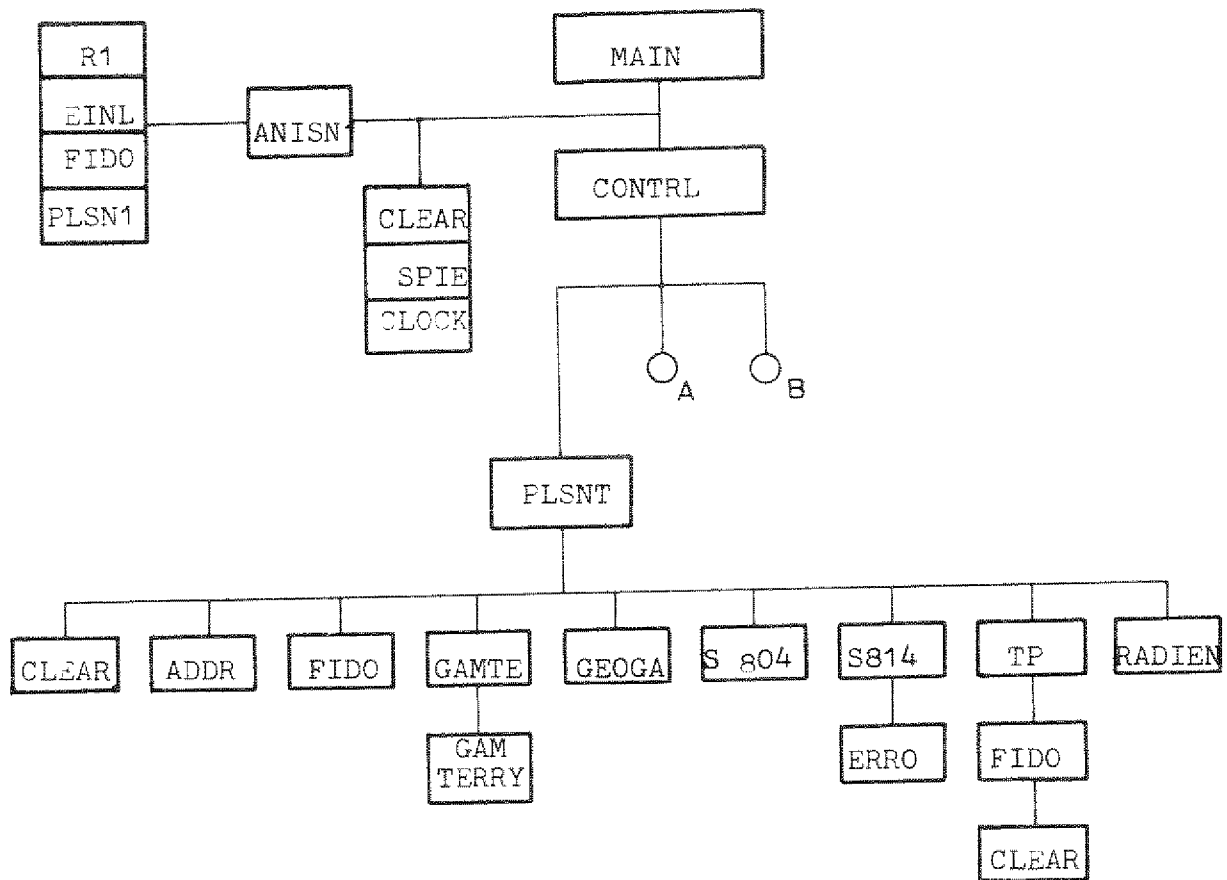
Liest Parameter und Isotope von Karten und die 30-Gruppen THERMOS-Library von der externen Einheit (10). Transferiert die gewünschte Gruppenzahl  $\leq 30$  auf die temporäre Einheit (3).

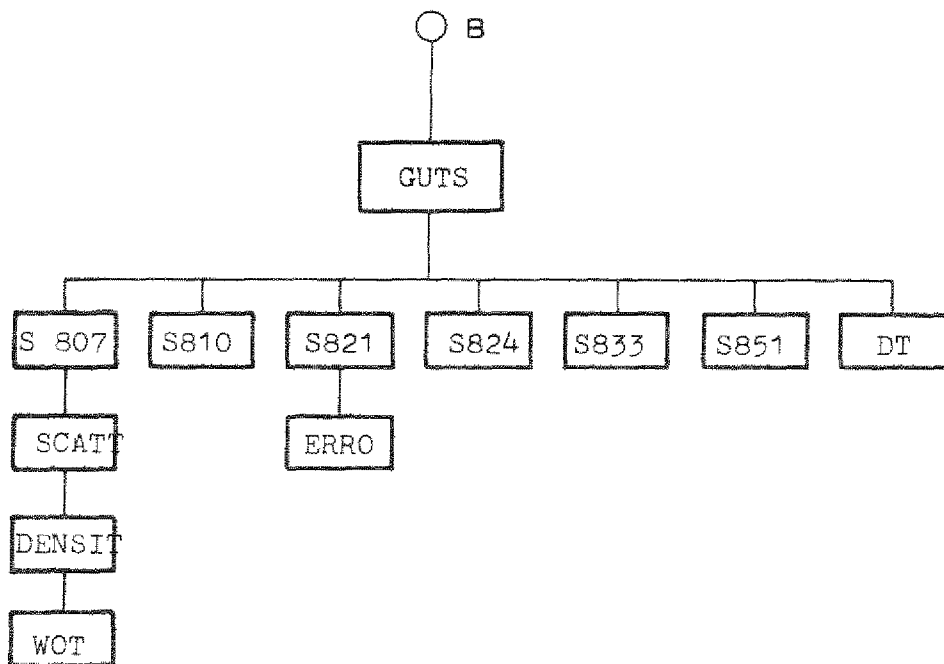
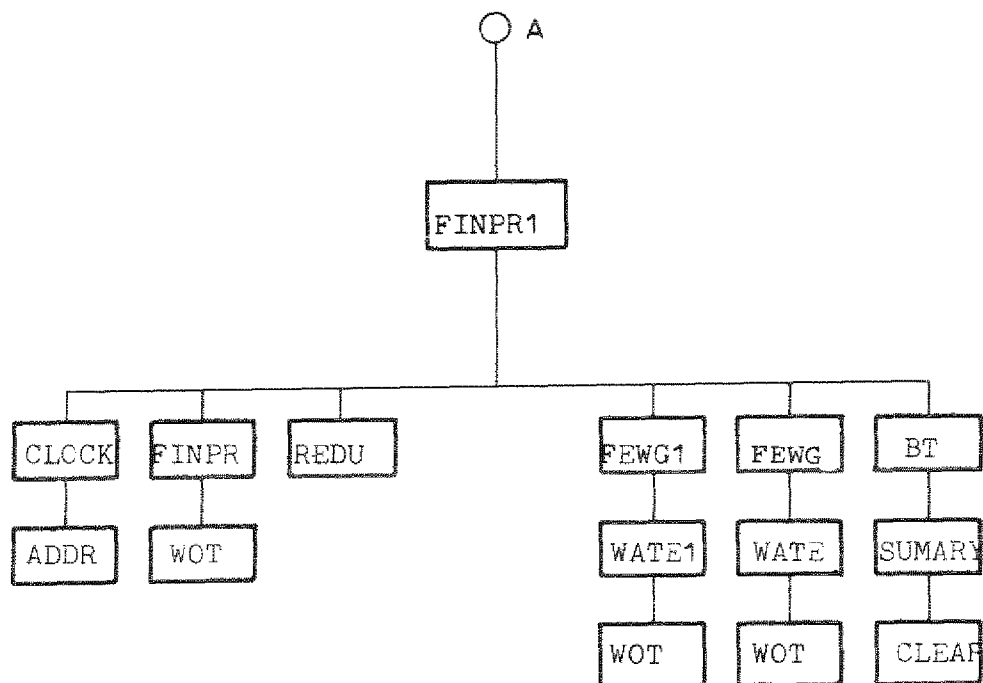
DTFLIB

Liest vom Zwischenspeicher (13) die schnellen und von (3) die thermischen Gruppen-WQ, ordnet sie und schreibt sie als ANISN-Library auf die Einheit (20).

#### 4.2 OVERLAY-Struktur

Der Aufbau der OVERLAY-Struktur ist aus der folgenden Darstellung zu ersehen.





### 4.3 Beschreibung der externen Dateneinheiten

ANIGAM benutzt folgende externe Dateneinheiten:

- a) Einheit 2: Temporäre Einheit zum Speichern von Flußwerten
- b) Einheit 3: Temporäre Einheit zum Speichern der TERRY-Ergebnisse
- c) Einheit 10: THERMOS-Library
- d) Einheit 11: GAM-I-Library
- e) Einheit 13: } Temporäre Einheiten zum Speichern der
- f) Einheit 15: } GAM-Ergebnisse
- g) Einheit 14: Von ANIGAM erzeugte WQ-Library zur Weiterverarbeitung mit LIBREX-B und LIBCIT
- h) Einheit 20: Temporäre Einheit, auf der die Daten von den Einheiten 3 und 13 zur ANIGAM-Library zusammengefaßt werden.
- i) Einheit 30: ZUT-DGL-Ergebnisse für GAM-I-Rechnung

Die zugehörigen DD-Karten sind im folgenden aufgelistet:

```
//G.FT02F001 DD UNIT=TEMP,SPACE=(CYL,20),
// DCP=(RECFM=VBS,LRECL=1000,BLKSIZE=5000,BUFNO=1)
//G.FT03F001 DD UNIT=TEMP,SPACE=(CYL,2),
// DCP=(RECFM=VBS,LRECL=3248,BLKSIZE=9748,BUFNO=1)
//G.FT10F001 DD DSN=THELIB,UNIT=3400-3,VOL=SER=TP0485,DISP=OLD
//G.FT11F001 DD DSN=GAMLIB,UNIT=3400-3,VOL=SER=TP2275,DISP=OLD
//G.FT13F001 DD UNIT=TEMP,SPACE=(CYL,5),
// DCP=(RECFM=VBS,LRECL=1200,BLKSIZE=6000,BUFNO=1)
//G.FT14F001 DD DSN=ANILIR,UNIT=3400-3,VOL=SER=TP0014,DISP=(,KEEP),
// DCP=(RECFM=VBS,LRECL=48,BLKSIZE=1444)
//G.FT15F001 DD UNIT=TEMP,SPACE=(CYL,5),
// DCP=(RECFM=VBS,LRECL=3620,BLKSIZE=3624,BUFNO=1)
//G.FT20F001 DD UNIT=TEMP,SPACE=(CYL,(10,1)),
// DCP=(RECFM=VBS,LRECL=13030,BLKSIZE=13030,BUFNO=2)
//G.FT30F001 DD DSN=USER.RSK005A1,DISP=SHR
```

## 5. Programmeingabe

Zuerst werden die Geometriegrößen und OUTPUT-Optionen eingelesen. Als nächstes erfolgt die Festlegung der Maschenpunkte und Zonen (einschließlich Pseudoschicht) je Zelle. Die Länge der Mixing Table für jede Zelle entspricht der Anzahl der Nuklide plus Anzahl der Zonen der Einheitszelle.

Die Erweiterung der Mixing Table auf die Pseudoschicht erfolgt programmintern. Als Radien werden die in den Zellen real auftretenden Zonenradien, beginnend mit 0,0 für alle Zelltypen fortlaufend eingelesen. Die Wigner-Radien der Einheitszellen und Pseudozellradien errechnet das Programm. Die Nuklididentifikationsnummern und Nuklidkonzentrationen werden für alle Einheitszelltypen fortlaufend eingelesen. Eine ausführliche Eingabebeschreibung ist im Anhang A angegeben.

## 6. Programmausgabe

### 6.1 Beschreibung des Ausdruckes

Zur Eingabekontrolle werden alle Eingabewerte ausgegeben. Werden die Größen der COMMON /BULKBU/ oder /BB/ zu klein gewählt, so erfolgt eine Fehlermeldung und ein Programmstopp. Bei Benutzung des Programmteils zur Vor-kondensation der WQ im schnellen Bereich, werden die BE-gemittelten Nuklidkonzentrationen, die Resonanzdaten, die Flüsse und Leckagen, Eingruppenkonstanten und Gruppenkonstanten im schnellen Bereich ausgedruckt. Daran schließt sich mit der Überschrift "TERRY" die Liste der Nuklide an, deren thermische WQ von der THERMOS-Library gelesen wurden. Es folgen nun die Mixing Table, die Iterationsgrößen,  $k_{00}$  und die Geometrie. Auf Wunsch erfolgt der Ausdruck der SUMMARY TABLES und des TOTAL FLUX. Bei Realzellrechnung erfolgt eine Ausgabe der f-Faktoren der Realzelle, der integrierten Intervallflüsse je Gruppe, der makroskopischen WQ der gewählten Realzelle, der mittleren Nuklidkonzentrationen der Realzelle, der Flüsse und Flußverhältnisse der Pseudozelle (einschließlich Pseudoschicht) und der AVERAGE FLUX RATIO der Realzelle.

Nach der letzten Zellrechnung werden die makroskopischen WQ der Pseudozelle (d.h. letzter Zelltyp und Pseudoschicht) und die mikroskopischen WQ der Nuklide ausgedruckt. Der OUTPUT wird mit den mittleren Nuklidkonzentrationen der Pseudozelle, den Flüssen und Flußverhältnissen der Pseudozelle beendet.

Der Ausdruck der WQ soll im folgenden näher beschrieben werden. Die Anordnung der WQ entspricht der Positionierung in der WQ-Library.

Die ANISN-Library ist so aufgebaut, daß in einer betrachteten Energiegruppe "i" zuerst die WQ eines Nuklids  $\sigma_{tr}$ ,  $\sigma_f$ ,  $\sigma_a$ ,  $v \cdot \sigma_f$ ,  $\sigma_t$  aufgeführt werden. Dann folgen die Streuwirkungsquerschnitte  $\sigma_{j \rightarrow i}$

mit j = Gruppe, aus der gestreut wird und

i = betrachtete Gruppe, in die gestreut wird (vgl. auch /3, 4/).

## 6.2 Ausgabe der mikroskopischen WQ-Sätze auf eine externe Dateneinheit

Die mikroskopischen WQ-Sätze der Real- und Pseudozelle werden auf Wunsch in folgender Form auf Einheit 14 geschrieben:

Record 1.	IDD
Record 2.	KMAX, NONUC, NSCATD, NSATU
Record 3a	M
NONUC - } mal } 3b	(SIGA(I), SIGF(I), SIGTR(I), NUE(I), I = 1, KMAX), ((SIGS(I→J), J = 1, KMAX), I = 1, KMAX)
Record 4.	IDD
Record 5.	CHI (I), I = 1, KMAX
IDD	= Datenblock ID-Nummer
KMAX	= Gruppenzahl
M	= Nuklid ID-Nummer
CHI	= Spaltverteilung

Wird die externe Dateneinheit zum erstenmal beschrieben, so ist auf der ersten Karte die Eingabe-Option IOU  $\leq 0$  zu setzen. Dann wird der erste Satz mit IDD = 1 gekennzeichnet und alle weiteren Sätze werden fortlaufend numeriert. Ist die externe Dateneinheit beschrieben, IOU > 0, so numeriert das Programm die Sätze fortlaufend weiter. Mit IOU = 0 und G.FT14F001 DD DUMMY wird das Beschreiben der externen Dateneinheit unterdrückt.

## 7. Ankopplung von ANIGAM an EXTERMINATOR und CITATION

Die Übergabe der mikroskopischen WQ an die Programme EXTERMINATOR und CITATION geschieht mit den Hilfsprogrammen LIBREX-B bzw. LIBCIT.

LIBREX-B liest die WQ-Sätze von der externen Dateneinheit und verarbeitet diese zu einem für EXTERMINATOR verwendbaren WQ-Datensatz. Dabei ist es möglich, beliebige Nuklidsätze zu verwenden und zu kombinieren.

Der so zusammengestellte WQ-Satz wird auf eine externe Einheit (8) geschrieben, die EXTERMINATOR als Eingabeeinheit für diesen WQ-Satz und die Spaltdichtevertelung dient. Eine Eingabebeschreibung für LIBREX-B ist im Anhang B angegeben.

Mit LIBCIT wird die von ANIGAM erstellte WQ-Library gelesen und die WQ in eine für CITATION lesbare Form aufbereitet. Zusätzliche Daten, die die CITATION-Library enthalten kann, können mit Hilfe von Karten eingelesen werden. Außerdem ist eine gruppenweise Wichtung der WQ möglich. Die von ANIGAM erstellte Library darf die Daten von maximal 100 Isotopen in maximal 10 Energiegruppen enthalten. Eine Eingabebeschreibung für LIBCIT ist in Anhang C angegeben.

8. Literaturverzeichnis

- /1/ W. Scherer Der Programmzyklus GAMTERANEX,  
KFA-IRE-IB-27/72, Oktober 1972
- /2/ G. D. Joanou GAM-I : A Consistent  $P_1$  Multigroup Code  
J. S. Dudek for the Calculation of Fast Neutron Spectra  
and Multigroup Constants, GA-1850  
June 28, 1961
- /3/ W. W. Engle A Users Manual for ANISN: A one Dimensional  
Discrete Ordinates Transport Code with Aniso-  
tropic Scattering, K-1693, March 1967
- /4/ R. G. Soltesz Revised WANL ANISN Program User's Manual,  
WANL-TMI-1967, April 1969
- /5/ E. Teuchert ZUT-DGL-V.S.O.P., Programmzyklus für die Re-  
K. Haas sonanzabsorption in heterogenen Anordnungen,  
IRE-70-1, Januar 1970
- /6/ V. Lugenheim Vergleich von Rechnungen und Messungen während  
des Nulleistungsbetriebes am frisch beladenen  
Reaktor des Kernkraftwerkes Stade,  
Vortrag der Reaktortagung 1973.
- /7/ H. Bonka Numerische Methoden in der Reaktortechnik  
RWTH-Aachen, Sommersemester 1972

Anhang A : Eingabebeschreibung für ANIGAM

SYMBOL	TIT (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 72							
FORMAT	18A4							

Titel (Seitenüberschrift im ANIGAM-Output)

SYMBOL	A	ZMAX	NZ	POI	GAM	REALZ	I FLUX	KOMMENTAR
SPALTE	1 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 35	36 - 40	* WQ-Datensatz wird von der externen Einheit (15) gelesen (1 Datensatz /File)
FORMAT	F 10.0	I5	I5	I5	I5	I5	I5	
	Kantenbreite des BE (cm)	Anzahl der Zelltypen	Gesamtzahl der Einheitszellen	Anzahl der Nuklide	GAMTERRY-Rechnung? > 0: ja = -1: nein* < -1: nein, WQ von Karten (14*)	Realzellmethode? > 0: ja ≤ 0: nein	Ausdruck des Zellflusses? > 0: ja ≤ 0: nein	
EMPF.							0	

SYMBOL	ISUM	IOUT						KOMMENTAR
SPALTE	41 - 45	46 - 50						
FORMAT	I5	I5						
	Ausdruck der SUMMARY-TABLES? > 0: ja ≤ 0: nein	Schreiben der WQ auf Einheit (14) ≤ 0: 1. Datensatz > 0: übrige Datensätze						
EMPF.	0							

SYMBOL	MIM (I)		IIZM (I)		IMS (I)			KOMMENTAR
SPALTE	1 - 4							I = 1, ZMAX
FORMAT	18I4							
	Anzahl der Maschenintervalle je Zelle		Anzahl der Zonen je Zelle		Länge der Mixingtable je Zelle			
EMPF.								

SYMBOL	NZI (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 4							I = 1, ZMAX
FORMAT	18I4							
	Anzahl der Zellen je Zelltyp							
EMPF.								

SYMBOL	RI (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 10	11 - 20	21 - 30					Meßbare Zonenradien für alle Zelltypen jeweils mit 0.0 beginnend
FORMAT	7F 10.0							
	0.0	Radius von Zone 1 der Zelle 1	Radius von Zone 2 der Zelle 1		0.0	Radius von Zone 1 der Zelle 2		
EMPF.								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1 - 2, 3							
FORMAT	I2, A1							
	15 g							
EMPF.	15 g							

SYMBOL	ID	ITH	ISCT	ISN	IGE	IBL	IBR	KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3, 4-12							FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe (Repeat-Operator anwenden!)
FORMAT	6 (I2,A1,I9)							
	Identifications Nr. des Problems	0: Vorwärtslösung 1: Adjungierte Lösung	Höchste vorkommende Streuordnung	$S_N$ -Lösungsordnung (falls ≠ 4: 6* und 7* einlesen)	2: Zylindergeometrie	Linke Randbedingung 0: Vakuum 1: Reflexion 2: Periodisch 3: Weiß/Albedo	Rechte Randbedingung	
EMPF.	←	3R 0 ←	→	4	2	←	→	

SYMBOL	IZM	IM	IEVT	IGM	IHT	IHS	IHM	KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
	1	1	1	Anzahl der Energiegruppen	5	IHS = 5 + Anzahl der thermischen Energiegruppen	IHM = IHS + IGM - 1	
EMPF.	5 R 1	→	→		5			

SYMBOL	MS	MCR	MTP	MT	IDFM	IPVT	IQM	KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
	1	Anzahl der Isotope = POI	0	1	0	0	0	
EMPF.	1		0	1	←		5R 0	

SYMBOL	IPM	IPP	IIM	ID1	ID2	ID3	ID4	KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
	0	0	Maximale Zahl der inneren Iterationen	0: Keine Wirkung 1: Ausdruck der Winkelflüsse	0	0	0	
EMPF.	→	→	100	←	4R	0	→	

SYMBOL	ICM	IDAT1	IDAT2	IFG	IFLU	IFN	IPRT	KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
	Maximale Zahl der äußeren Iterationen	0	0	Kondensation der WQ auf wenige Grup- pen? 0: nein 1: ja (27 § und 28 § einlesen)	0	0	Ausdruck der WQ 0: ja 1: nein	
EMPF.	50	← 2R	0 →		← 2R	0 →	1	

SYMBOL	I XTR							KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
	0							
EMPF.	0							

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3							FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe
FORMAT	I2, A1							
	16 *							
EMPF.	16 *							

SYMBOL	EV	EVM	EPS	BF	DY	DZ	DFM1	KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3,4-12							FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe
FORMAT	6 (I2,A1,F9.0)							
	Schätzwert des Eigen- wertes	Eigenwert- änderung	Genauigkeit des Eigen- wertes	Buckling- faktor	0.0	0.0	0.0	
EMPF.	1.0	1.0E-2	1.0E-4	1.42	←—————	3R 0.0 —————→		

SYMBOL	XNF	PV	RYF	XLAL	XLAH	EQL	XNPM	KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
	1.0	0.0	$\lambda_2$ Relax.- Faktor	Genauigkeit der Punkt- flüsse 2 * EPS	5.0E-2	0.0	0.0	
EMPF.	1.0	0.0	0.5	2.0E-4	5.0E-2	← 2R	0.0 →	

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	3							
FORMAT	A1							
	T							
EMPF.	T							

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3							Nur für GAM < -1 einlesen
FORMAT	I2, A1							
	14 *							
EMPF.	14 *							

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE								Nur für GAM < -1 einlesen
FORMAT								
	WQ entsprechend dem ANISN-Eingabe-FORMAT							
EMPF.								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1 - 3							Nur für GAM < -1 einlesen
FORMAT	I2, A1							
	1 *							
EMPF.	1 *							

SYMBOL	XKI (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3, 4-12							Nur für GAM < -1 einlesen  FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe
FORMAT	6 (I2,A1,F9.0)							
	Spaltspektrum (IGM-Werte)							
EMPF.								

SYMBOL	1-2, 3							KOMMENTAR  Nur für ISN ≠ 4 einlesen
SPALTE	I2, A1							
FORMAT								
	6 *							
EMPF.	6 *							

SYMBOL								KOMMENTAR  Nur für ISN ≠ 4 einlesen
SPALTE								
FORMAT								
	$S_N$ -Wichtungsfaktoren entsprechend der ANISN-Beschreibung							
EMPF.								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3							Nur für ISN ≠ 4 einlesen
FORMAT	I2, A1							
	7 *							
EMPF.	7 *							

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE								Nur für ISN ≠ 4 einlesen
FORMAT								
	$S_N$ -Winkelkoordinaten entsprechend der ANISN-Beschreibung							
EMPF.								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3							
FORMAT	I2, A1							
	8 §							
EMPF.	8 §							

SYMBOL	MA (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3, 4-12							
FORMAT	6(I2, A1,I9)							
	Zonen-Nr. im Intervall 1 der Zelle 1	Zonen-nr. im Intervall 2 der Zelle 1		Zonen-Nr. im Intervall 1 der Zelle 2	Zonen-Nr. im Intervall 2 der Zelle 2		Zonen-Nr. im Intervall 1 der Zelle 3	
EMPF.								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1-3							
FORMAT	I2, A1							
	11 %							
EMPF.	11 %							

SYMBOL	MC (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3, 4-12							FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe Komponent-Nummern in allen Zonen und Zelltypen (entsprechend der Mixing-Table
FORMAT	5(I2, A1, I9)							
	0: Kennzeichen des Beginns einer Zone (Zelle)	Kleinste im Material 1 (Zone 1) des Zelltyps 1 auftretende Komponenten-Nr.	Nächste Komponenten-Nr.	0: Kennzeichen des Beginns der nächsten Zone (Zelle)	Kleinste Komponenten-Nr.			
EMPF.	0			0				

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1 - 3							
FORMAT	I2, A1							
	12 *							
EMPF.	12 *							

SYMBOL	XMD (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3, 4 - 12							FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe
FORMAT	6 (I2, A1, E9, 0)							
	0.0: Kennzeichen des Beginns einer Zone (Zelle)	Teilchenzahl der im 11 §-Feld angegebenen Komponente	Teilchenzahl der nächsten Komponente	0.0: Kennzeichen des Beginns der nächsten Zone (Zelle)	Teilchenzahl der im 11 §-Feld angegebenen Komponente			
EMPF.	0.0							

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1 - 3							Nur für IBR = 3 einlesen
FORMAT	I2, A1							
	25 *							
EMPF.	25 *							

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3, 4 - 12							Nur für IBR= 3 einlesen FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe
FORMAT	6 (I2,A1,F9.0)							
	Albedo gruppenweise für den rechten Rand der Zelle							
EMPF.								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3							Nur für IBL = 3 einlesen
FORMAT	I2, A1							
	26 *							
EMPF.	26 *							

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1-2, 3, 4-12							Nur für IBL = 3 einlesen FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe
FORMAT	6(I2,A1,F9.0)							
	Albedo gruppenweise für den linken Rand der Zelle							
EMPF.								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1 - 3							Nur für IFG = 1 einlesen
FORMAT	I2, A1							
	27 §							
EMPE	27 §							

SYMBOL	IGON	IHTF	IHSF	IHMF	IPUN	IGMF		KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48	49 - 60	61 - 72		Nur für IFG = 1 einlesen FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe  Weniggruppen-Parameter
FORMAT	6(I2,A1,I9)							
	- 1	5	- 6	IHMF = 6 + IGMF - 1	0	Anzahl der breiten Gruppen		
EMPE	- 1	5	- 6		0			

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	1 - 3							Nur für IFG = 1 einlesen
FORMAT	I2, A1							
	28 §							
EMPE	28 §							

SYMBOL	IFGG (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12							Nur für IFG = 1 einlesen  FORMAT entspricht der ANISN-Eingabe  IGM-Werte (Repeat-Operator anwenden)
FORMAT	6(I2, A1, I9)							
	Breite Gruppen- Nr. der schmalen Gruppe 1	Breite Grup- pen-Nr. der schmalen Gruppe 2						
EMPE								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE	3							
FORMAT	A1							
	T							
EMPE	T							

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
EMPE								

SYMBOL	NOTD	NTBD						KOMMENTAR
SPALTE	1 - 4	5 - 8						
FORMAT	I4	I4						
	Id.-Nr. der GAM-Library	Ausdruck der mikr.WQ ? >100: ja <100: ja, > 50: ) ohne Streumatrizen < 50: nein						
EMPE	5003	< 50						

SYMBOL	WTP	WSTU	WGHUS					KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12	13 - 24	25 - 36					
FORMAT	E 12.6	E 12.6	E 12.6					
	1.: P <sub>1</sub> -Näh. 2.: B <sub>1</sub> -Näh. 3.: Spektrum einlesen	Spaltspektrum* 0.:Einh. qu. 1.:U-233 2.:U-235 3.:Pu-239 4.:Pu-241 5.:Cf-252 6.:Po-Be(1) 7.:Po-Be(2) 8.:Ra-Be	Gruppen-Nr. f. Einheits- quelle (nur bei WSTU = 0.)					* Bei Benutzung einer Kurzbibliothek ist die entsprechende lau- fende Nr. für WSTU anzugeben
EMPE	1.							



Tab. A1

## GAM-I GROUP STRUCTURE

Group	U(lower)	E(lower)	Group	U(lower)	E(lower)
1	0.25	$7.79 \times 10^6$	35	8.75	$1.59 \times 10^3$
2	0.50	$6.07 \times 10^6$	36	9.00	$1.23 \times 10^3$
3	0.75	$4.72 \times 10^6$	37	9.25	961
4	1.00	$3.68 \times 10^6$	38	9.50	748
5	1.25	$2.87 \times 10^6$	39	9.75	583
6	1.50	$2.23 \times 10^6$	40	10.00	454
7	1.75	$1.74 \times 10^6$	41	10.25	354
8	2.00	$1.35 \times 10^6$	42	10.50	275
9	2.25	$1.05 \times 10^5$	43	10.75	215
10	2.50	$8.21 \times 10^5$	44	11.00	167
11	2.75	$6.39 \times 10^5$	45	11.25	130
12	3.00	$4.98 \times 10^5$	46	11.50	101
13	3.25	$3.88 \times 10^5$	47	11.75	78.9
14	3.50	$3.02 \times 10^5$	48	12.00	61.4
15	3.75	$2.35 \times 10^5$	49	12.25	47.9
16	4.00	$1.83 \times 10^5$	50	12.50	37.3
17	4.25	$1.43 \times 10^5$	51	12.75	29.0
18	4.50	$1.11 \times 10^5$	52	13.00	22.6
19	4.75	$8.65 \times 10^4$	53	13.25	17.6
20	5.00	$6.74 \times 10^4$	54	13.50	13.7
21	5.25	$5.25 \times 10^4$	55	13.75	10.68
22	5.50	$4.09 \times 10^4$	56	14.00	8.32
23	5.75	$3.18 \times 10^4$	57	14.25	6.48
24	6.00	$2.48 \times 10^4$	58	14.50	5.04
25	6.25	$1.93 \times 10^4$	59	14.75	3.93
26	6.50	$1.50 \times 10^4$	60	15.00	3.06
27	6.75	$1.17 \times 10^4$	61	15.25	2.38
28	7.00	$9.12 \times 10^3$	62	15.50	1.86
29	7.25	$7.10 \times 10^3$	63	15.75	1.44
30	7.50	$5.53 \times 10^3$	64	16.00	1.125
31	7.75	$4.31 \times 10^3$	65	16.25	0.876
32	8.00	$3.36 \times 10^3$	66	16.50	0.683
33	8.25	$2.61 \times 10^3$	67	16.75	0.532
34	8.50	$2.04 \times 10^3$	68	17.00	0.414

SYMBOL	APHI (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12							Nur für WTP = 3. einlesen
FORMAT	6E 12.6							
	Spektrum (max. 68 Gruppen)							
EMPF.								

SYMBOL	PMANU	SSON	HATSS	ZIDENT	ZNGAM			KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48	49 - 60			Diese Karte für jedes Nuklid (POI-mal). Für ZIDENT = 180. ist die folgende Karte einzulesen.
FORMAT	E 12.6	E 12.6	E 12.6	E 12.6	E 12.6			
	Isotopen Id.-Nr. in der GAM- Library	Einlesen von Selbst- abschirm- faktoren? 0.: nein 1.: ja	Für SSON = 1. 0.: In brei- ten Grup- pen 1.: In schma- len Grup- pen	Nur für Resonanzabsorber mit Daten aus ZUT-DGL				
EMPF.		0.	0.	180.	30.			

SYMBOL	IDSATZ (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 6							Nur für ZIDENT = 180. einlesen
FORMAT	12 I 6							
	Id.-Nr. des ZUT- Datensatzes							
EMPF.								

SYMBOL	PSFS (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12							Nur für SSON = 1. einlesen
FORMAT	6 E 12.6							
	Selbstabschirmfaktoren							
EMPF.								

SYMBOL	SIG (1.1)	SIG (2.1)	SIGU (1)	AR (1)	RBAR	T (1)		KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48	49 - 60	61 - 72		Karte nur dann einlesen, wenn Resonanzdaten nicht mit ZUT-DGL berechnet werden. Nur für U-238 und Th-232 möglich.
FORMAT	E 12.6	E 12.6	E 12.6	E 12.6	E 12.6	E 12.6		
	$\tilde{\sigma}_m$	$\tilde{\sigma}_p$	Resonanzdaten $\tilde{\sigma}_m$ (eff)	Teilchenzahl im Absorbergebiet	$\bar{l}$ (cm)	Temperatur ( $^{\circ}$ K)		
EMPF.								

SYMBOL	GLEAK							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12							Nur für WTP = 1. einlesen.
FORMAT	E 12.6							
	Leckagewerte 0.: In breiten Gruppen 1.: In schmalen Gruppen							
EMPF.	0.							

SYMBOL	AL 1(I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12							
FORMAT	6 E 12.6							
	Leckagewerte ( $-B^2$ ) gruppenweise							
EMPF.								

SYMBOL	TKN	WAG						KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12	13 - 24						
FORMAT	E 12.6	E 12.6						
	Schätzwert für Buckling (B)	0.: $B_1$ -Näh. 1.: $P_1$ -Fourier=transf. Näherung						
EMPF.								

SYMBOL	JDT	NIS	JX					KOMMENTAR
SPALTE	1 - 5	6 - 10	11 - 15					* Für JX = blank werden 30 therm. Gruppen benutzt
FORMAT	I5	I5	I5					
	Id.-Nr. der THERMOS- Library	Anzahl der Isotope ( = POI )	Obere Gruppen- grenze für breite therm. Gruppe * Für $E_c = 1.86\text{eV}$ ist JX = 28					
EMPF.	223		28					

SYMBOL	NID (L)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 4							
FORMAT	20I4							
	Isotopen Id.- Nr. in der THERMOS-Library (in aufsteigender Reihenfolge)							
EMPF.								



SYMBOL	KR (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 4							
FORMAT	20 I 4							
	Nr. der Zone für die innere Begrenzung der 1. Realzelle	Nr. der Zone für die äußere Begrenzung der 1. Realzelle	Nr. der Zone für die innere Begrenzung der 2. Realzelle	Nr. der Zone für die äußere Begrenzung der 2. Realzelle				
EMPF.								
								<p>Nur für REALZ &gt; 0 einlesen</p> <p>Die Werte KR (I) definieren die Bereiche der jeweiligen Zelle, über die die WQ gewichtet werden sollen.</p> <p>2 * ZMAX-Werte</p>

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
EMPF.								

Anhang B: Eingabebeschreibung für LIBREX - B

SYMBOL	T I T (I)							KOMMENTAR
SPALTE	1 - 72							
FORMAT	18A4							
	Titel der	EXTERMINATOR	Library					



SYMBOL	KN (I)	I = 1, NONUC						KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT	18A4							
	<p>Neue ID - Nummern, welche die Nuklide in der EXT - LIBR. erhalten sollen.</p> <p>Eingegeben in der Reihenfolge der aufgerufenen Datenblöcke</p> <p>KN (I) = 0 ⇒ das zugehörige Nuklid (ID) wird ignoriert.</p>							
EMPF.								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
EMPF.								



SYMBOL	IDS	NT	NZ	JDS	JWI			KOMMENTAR
SPALTE	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	17 - 20			Vgl. /C1/, Section 105,  (*) Record 2 (**) Record 3 ET (N), EM (N) RV (N), DL (M), GE (M)
FORMAT	I4	I4	I4	I4	I4			
	Id.-Nr. des von ANIGAM erstellten Da- tensatzes, der auf die CIT- LIB übertra- gen werden soll	(*)	(*)	= 0 : Keine Wirkung ≠ 0 : Es wer- den Daten von Record 3 (**) eingelesen	= 0 : Keine Wirkung ≠ 0 : Die WQ werden mit den Größen FA (I) ge- wichtet			
EMPF.		1	0					

SYMBOL	ET (N)							KOMMENTAR
SPALTE								Nur für JDS ≠ 0 einlesen  Vgl. /C1/, Section 105-2
FORMAT	6 E 12.8							
	3 Obere Energie jeder Gruppe (eV)							
EMPF.								

SYMBOL	EM (N)							KOMMENTAR
SPALTE								Nur für JDS ≠ 0 einlesen  Vgl. /C1/, Section 105-2
FORMAT	6 E 12.8							
4	Mittlere Energie jeder Gruppe (eV)							
EMPF.								

SYMBOL	RV (N)							KOMMENTAR
SPALTE								Nur für JDS ≠ 0 einlesen  Vgl. /C1/, Section 105-2
FORMAT	6 E 12.8							
5	Reziproke Geschwindig- keit jeder Gruppe (sec/cm)							
EMPF.								

SYMBOL	DL (M)							KOMMENTAR
SPALTE								Nur für JDS $\neq$ 0 einlesen  Vgl. /C1/, Section 105-2
FORMAT	10 E 12.8							
6	Zerfallskon- stanten der Mutterkerne verzögerter Neutronen (max.10 Werte) (sec <sup>-1</sup> )							
EMPF.								

SYMBOL	GE (M)							KOMMENTAR
SPALTE								Nur für JDS $\neq$ 0 einlesen  Vgl. /C1/, Section 105-2
FORMAT	10 E 12.8							
7	Gamma- energien (eV)							
EMPF.								

SYMBOL	N1	N2	N3	N4	N5	H (I)		KOMMENTAR
SPALTE	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 16	17 - 20	21 - 44		* Vgl. /C1/, Section 105-8  Karten 8, 9 und 10 hintereinander für jedes Isotop ein- lesen
FORMAT	I4	I4	I4	I4	I4	6 A4		
8	Id.-Nr. des Isotopes in der CITLIB *	Id.-Nr. des Isotopes in der von ANIGAM er- stellten Library	Vgl. /C1/, Section 105-3			Bezeichnung des Isotopes in der CITLIB		
EMPF.			0	0	0			

SYMBOL	A1	A2	A3	A4				KOMMENTAR
SPALTE	1 - 12	13 - 24	25 - 36	37 - 48				
FORMAT	E 12.8	E 12.8	E 12.8	E 12.8				
9	Atomge- wicht des Isotopes	Anzahl der Neutronen pro Atom	Freiwerdende Energie pro Spaltung (Ws/Spaltung)	Zerfalls- konstante (sec <sup>-1</sup> )				
EMPF.								

SYMBOL	FA (I)							KOMMENTAR
SPALTE								Nur für $JWI \neq 0$ einlesen
FORMAT	6 E 12.8							
10	Faktoren gruppenweise, mit denen die WQ gewichtet werden sollen							
EMPF								

SYMBOL								KOMMENTAR
SPALTE								
FORMAT								
EMPF								

