

KfK 3092
Januar 1981

UFOMOD
Programm zur Berechnung der
radiologischen Folgen von
Reaktorunfällen im Rahmen
von Risikostudien

M. Schückler, S. Vogt
Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
Hauptabteilung Sicherheit
Projekt Nukleare Sicherheit

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik

Hauptabteilung Sicherheit

Projekt Nukleare Sicherheit

KfK 3092

UFOMOD

Programm zur Berechnung der radiologischen Folgen
von Reaktorunfällen im Rahmen von Risikostudien

M. Schückler, S. Vogt

Kernforschungszentrum GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
ISSN 0303-4003

Kurzfassung

Das FORTRAN-IV-Programm UFOMOD berechnet die radiologischen Folgen von Reaktorunfällen im Rahmen von Risikostudien in Form von Fröhschäden (Tod durch akutes Strahlensyndrom), Spätschäden (Tod durch Leukämie und Krebs) und der genetisch signifikanten Dosis. Eine Reihe von Modellen für die atmosphärische Ausbreitung und Ablagerung, die Dosisermittlung, die Schutz- und Gegenmaßnahmen und die Schäden dient zur Berechnung von Individual- und Kollektivschäden. Dabei können bis zu 54 Radionuklide, 10 Freisetzungskategorien, 4 meteorologische Standortregionen, 10 Bevölkerungsverteilungen je Region mit bis zu 36 Sektoren und 50 Kreisringen, sowie 115 Wetterabläufe je Region berücksichtigt werden. Die deterministischen Ergebnisse werden mit den zugehörigen Wahrscheinlichkeiten und Häufigkeiten zu komplementären kumulativen Häufigkeitsverteilungen kombiniert. Der vorliegende Bericht beschreibt das Rechenprogramm sowie dessen Ein- und Ausgaben.

UFOMOD - program to calculate the radiological consequences of reactor accidents within risk studies

Abstract

The FORTRAN-IV computer code UFOMOD calculates the radiological consequences of reactor accidents for risk studies, namely early deaths, latent cancer deaths and genetic significant doses. Different models for the atmospheric transport and deposition, the dose calculation, the countermeasures and the injuries are used to calculate individual and collective injury. Up to 54 radionuclides, 10 release categories, 4 meteorological zones, 10 population distributions per zone with up to 36 sectors and 50 rings, and 115 weather sequences per zone may be used. The deterministic results are combined together with the respective probabilities and frequencies to give complementary cumulative frequency distributions. This report describes the computer code and its input and output.

INHALT	Seite
Inhaltsverzeichnis	I
Liste der Tabellen	III
Liste der Abbildungen	IV
Short description of the program	VII
1. Einleitung	1
2. Beschreibung des Unfallfolgenmodells	2
2.1 Allgemeines	2
2.2 Meteorologisches Ausbreitungsmodell	6
2.3 Dosismodell	8
2.4 Modell der Schutz- und Gegenmaßnahmen	10
2.5 Schadensmodell	12
3. Beschreibung des Rechenprogrammes UFOMOD	14
3.1 Organisation	14
3.2 Hauptprogramm MAIN	16
3.3 Unterprogramm EINLES	17
3.4 Unterprogramm AKTKON	18
3.4.1 Unterprogramm VORFAK	21
3.4.2 Stündliche meteorologische Daten	22
3.4.3 Unterprogramm QUELL	23
3.4.4 Wetterabläufe	23
3.4.5 Aufstiegsberechnung	24
3.4.6 Auswahl der beaufschlagten Aufpunkte	27
3.4.7 Unterprogramme SIRAY und SIRAZ	29
3.4.8 Unterprogramme SY und SZ	30
3.4.9 Unterprogramm AUFAS	31
3.4.10 Unterprogramm HREP	31
3.4.11 Unterprogramm FARA	32
3.4.12 Unterprogramm WOKOFA	34
3.5 Unterprogramm INDSCH	36
3.5.1 Unterprogramme GEOMET und PHIEFF	37
3.5.2 Unterprogramm ANFANG	40
3.5.3 Unterprogramm AKUT	41
3.5.4 Unterprogramm SPAET	48
3.5.5 Unterprogramme DOSBOD und AKKUM	54
3.5.6 Unterprogramm UMSIED	55
3.6 Unterprogramm POPSCH	57
3.7 Unterprogramm POPRSK	59
4. Beschreibung der Eingabe	61
4.1 Obligatorische Eingabegruppen	64
4.1.1 Eingabegruppe METEOZON	64
4.1.2 Eingabegruppe UNFTYP	67
4.1.3 Eingabegruppe Ende	69

4.2	Fakultative Eingabegruppen	70
4.2.1	Eingabegruppe ERGEB	70
4.2.2	Eingabegruppe RASTER	74
4.2.3	Eingabegruppe ISOTOPE	75
4.2.4	Eingabegruppe METEOPAR	77
4.2.5	Eingabegruppe EVAKUIER	78
4.2.6	Eingabegruppe DOSWIRK	82
5.	Beschreibung der Ausgabe	85
5.1	Kontrollausdruck der Steuerparameter und Daten	85
5.2	Meteorologisches Modell	86
5.3	Individualschäden und -risiken	89
5.3.1	Ortsabhängige Individualschäden	89
5.3.2	Entfernungsabhängige Individualrisiken	91
5.3.3	Aufgliederung der Spätschäden	91
5.4	Kollektivschäden	93
5.4.1	Deterministische Kollektivschäden	93
5.4.2	Häufigkeitsbewertete Kollektivschäden	94
6.	Handhabung des Programms	95
6.1	Externe Dateien	96
6.2	Jobbeispiel	97
7.	Anschlußprogramme	98
	Literatur	100
	Tabellen	102
	Abbildungen	107
Anhang 1:	Konventionen für das Abspeichern der Daten auf externen Dateien	148
Anhang 2:	Liste der Unterprogramme	158

Liste der Tabellen

Tab. 2.1-1	Liste der Radionuklide mit Halbwertszeiten und Aktivitätsinventar des Reaktorkerns
Tab. 2.4-1	Zuordnung der Schutz- und Gegenmaßnahmen zu den Gebieten und Zeiten
Tab. 3.4-1	Koeffizienten des vertikalen Ausbreitungsparameters σ_z
Tab. 3.4-2	Koeffizienten des horizontalen Ausbreitungsparameters σ_y
Tab. 3.4-3	Fahnenkorrekturfaktor WERT
Tab. 6.1-1	Zusammenstellung der externen Dateien

Liste der Abbildungen

- Abb. 2.1-1 Blockdiagramm des Unfallfolgenmodells
- Abb. 3.1-1 Flußdiagramm des Programms UFOMOD (Hauptprogramm MAIN)
- Abb. 3.2-1a Struktur der Unterprogramme AKTKON, INDSCH, POPSCH und POPRSK
- Abb. 3.2-1b Struktur der Unterprogramme ANFANG, AKUT und SPAET
- Abb. 3.3-1 Flußdiagramm des Unterprogramms EINLES (Steuern der Eingabe)
- Abb. 3.4-1 Flußdiagramm des Unterprogramms AKTKON
(Berechnung der Radionuklidkonzentrationen)
- Abb. 3.4-2 Zuordnung der berechneten Bodenkonzentration zu den mit der
Bevölkerungsverteilung kompatiblen Koordinaten
- Abb. 3.4-3 Flußdiagramm des Unterprogramms RISE
(Berechnung der Aufstiegshöhe)
- Abb. 3.4-4 Schematische Darstellung der Auswahl der beaufschlagten
Aufpunkte
- Abb. 3.4-5 Verfahrensweise zur Bestimmung von σ_y und σ_z bei
zweimaligem Wechsel der Ausbreitungskategorie
- Abb. 3.4-6 Flußdiagramm des Unterprogramms FARA
(Berechnung der Ablagerung am Boden)
- Abb. 3.4-7 Vertikale Verteilung der Aktivität in der Atmosphäre
(Gaußmodell und homogene Verteilung)
- Abb. 3.4-8 Geometrische Anordnung zur Ermittlung des Fahnenkorrekturfaktors
- Abb. 3.5-1 Flußdiagramm des Unterprogramms INDSCH
(Berechnung der Individualschäden)
- Abb. 3.5-2 Schematische Darstellung des Rasters der Aufpunkte
- Abb. 3.5-3 Schematische Darstellung der Überlagerung azimuthaler
Aktivitätsverteilungen
- Abb. 3.5-4 Flußdiagramm des Unterprogramms AKUT
(Berechnung der individuellen Frühschäden)

- Abb. 3.5-5 Schematischer Verlauf der Dosis-Wirkungs-Beziehung 1 für Knochenmark (kumulative Normalverteilung)
- Abb. 3.5-6 Schematischer Verlauf der Dosis-Wirkungs-Beziehung 2 (Knochenmark) bzw. 3 (Lunge) (stückweise lineare Funktion)
- Abb. 3.5-7 Flußdiagramm des Unterprogramms SPAET (Berechnung der individuellen Spätschäden)
- Abb. 3.5-8 Schematische Darstellung des Verfahrens zur Ermittlung der Umsiedlungsdauer
- Abb. 3.5-9 Flußdiagramm des Unterprogramms POPSCH (Berechnung der Kollektivschäden)
- Abb. 3.5-10 Flußdiagramm des Unterprogramms POPRSK (Berechnung häufigkeitsbewerteter Ergebnisse)
- Abb. 5.1-1a Ausdruck der Eingabedaten für die meteorologischen Standortregionen
- Abb. 5.1-1b Ausdruck der Eingabedaten für die Ausbreitungsrechnungen
- Abb. 5.1-1c Ausdruck der Eingabedaten für die Bevölkerung eines Standortes
- Abb. 5.1-2a Ausdruck der Eingabedaten für die Freisetzungskategorien
- Abb. 5.1-2b Ausdruck der Eingabedaten für die freigesetzten Anteile des Kerninventars
- Abb. 5.1-3 Ausdruck der Eingabedaten zur Programmsteuerung
- Abb. 5.1-4 Ausdruck der Eingabedaten für die Radionuklide
- Abb. 5.1-5 Ausdruck der Eingabedaten für das Windprofil
- Abb. 5.1-6 Ausdruck der Eingabedaten für die Schutz- und Gegenmaßnahmen
- Abb. 5.1-7 Ausdruck der Eingabedaten für die Dosis-Wirkungs-Beziehungen
- Abb. 5.2-1a Ausdruck der Ergebnisse des meteorologischen Modells (Ausbreitungsdaten)
- Abb. 5.2-1b Ausdruck der Ergebnisse des meteorologischen Modells (Zeitlich integrierte Aktivitätskonzentrationen in Bodennähe)
- Abb. 5.2-1c Ausdruck der Ergebnisse des meteorologischen Modells (Daten für das letzte Entfernungsintervall)

- Abb. 5.3-1 Ausdruck der ortsabhängigen Individualschäden
- Abb. 5.3-2 Ausdruck der entfernungsabhängigen Individualrisiken
- Abb. 5.3-3 Ausdruck der relativen Beiträge der Expositionspfade
und Organe zu den Spätschäden
- Abb. 5.4-1 Ausdruck der deterministischen Kollektivschäden
- Abb. 5.4-2a Ausdruck der häufigkeitsbewerteten Kollektivschäden
(gesundheitliche Schäden)
- Abb. 5.4-2b Ausdruck der häufigkeitsbewerteten Kollektivschäden
(betroffene Personen und Gebiete)
- Abb. 6.1-1 Verwendung der externen Dateien in Abhängigkeit von
den Steuerparametern
- Abb. 6.1-2 Zeitlicher Ablauf des Zugriffs auf externe Dateien
- Abb. 6.2-1 Jobbeispiel für einen vollständigen Testlauf mit Steuer-
und Datenkarten

Short description of the program

1. Name or designation of program
UFOMOD; program to calculate the consequences of radioactivity releases from nuclear power plants for risk studies.

2. Computer for which the program is designed and others upon which it is operable
IBM 3033/370
IBM 168/370

3. Nature of physical problem solved
The consequences (early deaths, latent cancer deaths and genetic significant doses) of radioactivity releases to the atmosphere due to reactor accidents are calculated. The results are given in a deterministic and a probabilistic manner.

4. Method of solution
Different models for the atmospheric transport and deposition, the dose calculation, the countermeasures and the injuries are used to calculate individual and collective detriments for each combination of release categorie, meteorological zone, site, weather sequence and wind direction. These deterministic results are then combined together with the respective probabilities and frequencies to give complementary cumulative frequency distributions.

5. Restrictions on the complexity of the problem
The main restrictions are:
 - Radionuclides: 54
 - Release categories: 10
 - Meteorological zones: 4
 - Population distributions: 10 per meteorological zone
 - Sectors: 36
 - Rings: 50
 - Weather sequences: 115 per meteorological zone

6. Typical running time
About 600 s CPU-time for one release category, one site and 115 weather sequences.
7. Unusual features of the program
8. Related and auxiliary programs
DOWIPL: Program to plot distance dependant doses
UFODOS: Program to calculate organ doses for different parameter combinations
UFOPLT: Program to plot complementary cumulative frequency distributions
INDPLT: Program to plot distance dependant individual detriments
9. Status
Tested
10. References
M. Schückler, S. Vogt
UFOMOD; Programm zur Berechnung der radiologischen Folgen von Reaktorunfällen im Rahmen von Risikostudien
Bericht KfK 3092 (1980)
11. Machine Requirements
1 Megabyte of main storage
3 Magnetic tape units or disk files
12. Programming language used
FORTRAN IV
13. Operating system or monitor under which program is executed
IBM 370 OS with MVS

14. Any other programming or operating information or restriction

-

15. Name and establishment of author

M. Schückler, S. Vogt

Kernforschungszentrum Karlsruhe

Postfach 3640

D-7500 Karlsruhe 1

16. Material available

Source, sample problem, report

Die Autoren danken Herrn Dr. D.C. Aldrich (Sandia Laboratories, Albuquerque, USA) für die kritische Durchsicht des Rechenprogramms während seines halbjährigen Forschungsaufenthalts 1978 im Kernforschungszentrum Karlsruhe.

Herr H. Knüppel leistete wertvolle Hilfe bei den Programmierarbeiten und zahlreichen Testrechnungen.

Unser Dank gilt außerdem Herrn Dr. J. Ehrhardt für die Überarbeitung der hier beschriebenen Fassung des Rechenprogramms sowie Herrn J. Braun für die kritische Durchsicht dieser Programmbeschreibung.

1. Einleitung

Im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie wird unter Federführung der Gesellschaft für Reaktorsicherheit eine Studie mit dem Ziel durchgeführt, die durch den Betrieb von Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland resultierenden unfallbedingten Risiken abzuschätzen (Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke /DE 79/)¹.

Im Rahmen dieser Studie wird durch das Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik und die Hauptabteilung Sicherheit des Kernforschungszentrums Karlsruhe das Unfallfolgenmodell entwickelt /HJ 76, HÜ 77, BA 79/. Ausgehend von den Freisetzungsraten radioaktiver Stoffe aus dem Containment eines Kernkraftwerks bei hypothetischen Unfällen berechnet das Unfallfolgenmodell die atmosphärischen Ausbreitungs- und Ablagerungsvorgänge dieser Stoffe, die radiologische Belastung sowie die daraus resultierenden Personenschäden der in der Umgebung lebenden Bevölkerung. Zur Durchführung dieser Rechnungen wurde das Rechenprogramm UFOMOD (Unfallfolgenmodell) entwickelt. Der vorliegende Bericht beschreibt UFOMOD sowie dessen Verwendung.

Das Unfallfolgenmodell, wie es in der dt. RSS Anwendung findet, besteht zum einen aus Modellannahmen über die bei einem hypothetischen Unfall ablaufenden physikalischen Vorgänge und administrativen Maßnahmen, zum anderen aus Annahmen über die Zahlenwerte der Modellparameter. Die Struktur des Rechenprogramms UFOMOD ist durch die Modellannahmen des Unfallfolgenmodells weitgehend festgelegt, bietet jedoch in gewissem Rahmen noch Wahlmöglichkeiten. Bei der Verwendung von Daten wurde dagegen Wert darauf gelegt, dem Benutzer weitgehende Eingriffsmöglichkeiten zu geben. Zur Reduzierung des Umfangs der Eingabe sind die Zahlenwerte für das Unfallfolgenmodell der dt. RSS als Default-Werte vorgegeben. In den folgenden Kapiteln wird auf diese Punkte im einzelnen eingegangen.

Der vorliegende Bericht beschreibt das Rechenprogramm, wie es Ende 1979 bestand. Die in der Zwischenzeit bei der Weiterentwicklung durchgeführten Modifikationen sind in /EH 80/ dokumentiert.

¹Im folgenden mit dt. RSS abgekürzt

2. Beschreibung des Unfallfolgenmodells

2.1 Allgemeines

Die aus Reaktorstörfällen resultierenden gesundheitlichen Folgen der in der Umgebung der Anlage lebenden Bevölkerung werden bestimmt durch

- die Art und Menge der in die Atmosphäre freigesetzten radioaktiven Stoffe
- die zum Zeitpunkt des Unfalls und in der Folgezeit herrschenden meteorologischen Bedingungen
- die betroffene Bevölkerung

Im Unfallfolgenmodell wird für jeden dieser drei Parametersätze eine repräsentative Stichprobenauswahl festgelegt. Für jede Parameterkombination aus diesen Stichproben werden dann deterministisch die gesundheitlichen Folgen berechnet, so daß sich unter der Annahme der Unabhängigkeit der Stichproben

$$N = n_U \cdot n_W \cdot n_B \quad (2.1-1)$$

n_U Anzahl der gewählten Freisetzungskategorien

n_W Anzahl der gewählten Wetterabläufe

n_B Anzahl der gewählten Bevölkerungsgruppen

unabhängige Elementarereignisse ergeben.

Unter einer Freisetzungskategorie versteht man eine Zusammenfassung von im Freisetzungsverhalten ähnlichen Unfallabläufen, die in einer anlagentechnischen Analyse einer Referenzanlage ermittelt wurden.

Jede Freisetzungskategorie ist charakterisiert durch

- die Menge freigesetzter Aktivität von Radionukliden
- die freigesetzte thermische Energie
- die Höhe der Freisetzung
- den Zeitverlauf der Freisetzung
- die Eintrittshäufigkeit der Freisetzung

Ein Wetterablauf wird im Unfallfolgenmodell charakterisiert durch eine Abfolge stündlicher Werte der meteorologischen Parameter

- Turbulenzzustand der Atmosphäre (Ausbreitungskategorie)
- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung
- Niederschlagsmenge

Es wird dabei so vorgegangen, daß aus den Aufzeichnungen eines ganzen Jahres dieser Parameter angenommene Startzeiten der Wetterabläufe ausgewählt werden, die jeweils um n Stunden versetzt sind. Der Wert n sollte dabei so gewählt werden, daß alle Jahreszeiten und alle Tageszeiten hinreichend repräsentiert sind.

Die durch einen Unfall betroffene Bevölkerung wird in der Art ausgewählt, daß für alle zu berücksichtigenden Reaktorstandorte eine vorgegebene Anzahl von Richtungen durchgespielt werden.

Dadurch ergibt sich

$$n_B = n_S \cdot n_R \quad (2.1-2)$$

n_S Anzahl der gewählten Standorte

n_R Anzahl der gewählten Richtungen

Jedem Elementarereignis wird eine Eintrittshäufigkeit f_E zugeordnet:

$$f_E^{ijk} = f_U^i \cdot p_W^j \cdot p_B^k \quad (2.1-3)$$

f_U^i Eintrittshäufigkeit der Freisetzungskategorie ($i = 1, \dots, n_U$)

p_W^j Wahrscheinlichkeit des Wetterablaufs ($j = 1, \dots, n_W$)

p_B^k Wahrscheinlichkeit der Bevölkerungsgruppe ($k = 1, \dots, n_B$)

Die Wahrscheinlichkeit der Wetterabläufe wird i.a. als gleichverteilt angenommen, woraus folgt:

$$p_W^j = \frac{1}{n_W} \quad (2.1-4)$$

Bei der Wahrscheinlichkeit, daß eine bestimmte Bevölkerungsgruppe betroffen ist, kann als Wichtung die Windrichtungshäufigkeit und die Anzahl der Reaktorblöcke an einem Standort eingehen:

$$p_B^k = \frac{n_E^m \cdot p_R^{m,n}}{\sum_{l=1}^{n_S} n_E^l} \quad (k = 1, \dots, n_S \cdot n_R) \quad (2.1-5)$$

n_E^m Anzahl der Reaktorblöcke am Standort m ($m = 1, \dots, n_S$)

$p_R^{m,n}$ Windrichtungshäufigkeit am Standort m in Richtung n
($n = 1, \dots, n_R$)

Ausgehend von Daten der Freisetzung radioaktiver Stoffe berechnet das Unfallfolgenmodell die atmosphärische Ausbreitung dieser Stoffe, die sich daraus ergebende Dosisbelastung der Bevölkerung sowie gesundheitliche Schäden. In Abb. 2.1-1 ist der Rechengang in einem Flußdiagramm gezeigt.

Das meteorologische Modell berechnet die Aktivitätskonzentrationen von 54 Nukliden (siehe Tab. 2.1-1) in Bodennähe sowie die Bodenkontamination infolge Ablagerung.

Das Dosismodell berechnet daraus zunächst potentielle Organdosen zur Festlegung von zu berücksichtigenden Schutz- und Gegenmaßnahmen und im weiteren die aufgrund dieser Maßnahmen zu erwartenden Organdosen. Als Daten werden dabei Dosisfaktoren sowie Kriterien und Parameter für die Schutz- und Gegenmaßnahmen verwendet.

Das Schadensmodell berechnet die aufgrund der Organdosen resultierenden gesundheitlichen Schäden. Dabei gehen Dosis-Wirkungs-Beziehungen und Bevölkerungsdaten der Reaktorstandorte ein.

In einem letzten Schritt werden die für alle Parameterkombinationen deterministisch ermittelten Ergebnisse wahrscheinlichkeitsbewertet zu statistischen Kenngrößen verarbeitet.

2.2 Meteorologisches Ausbreitungsmodell

Sobald eine Schadstoffemission aus der äußersten Sicherheitsumhüllung oder aus einem Abluftkamin in die Atmosphäre erfolgt ist, unterliegen die Schadstoffe der atmosphärischen Ausbreitung. Mit der Windgeschwindigkeit entfernt sich die Abluftfahne vom Emitter, und die Konzentration pro Einheitsvolumen nimmt dabei ständig ab, hauptsächlich abhängig vom Turbulenzzustand in der Atmosphäre und der Beschaffenheit des überstrichenen Geländes.

Der Windvektor spielt unter den obigen Einflußgrößen zunächst die wichtigste Rolle, da die Transportrichtung einerseits und das anfängliche Volumen der Schadstoffe andererseits hierdurch festgelegt werden.

Die Modelle, die die atmosphärische Ausbreitung beschreiben, sind zahlreich und vielfältig. Sie erstrecken sich von mathematisch aufwendigen Modellen, die versuchen, die Diffusionsgleichung numerisch zu lösen, bis hin zu einfachen "Boxmodellen". Für den praktischen Gebrauch hat sich eine spezielle Lösung der Diffusionsgleichung als brauchbar erwiesen. Dieses sog. Gauß'sche Ausbreitungsmodell wird auch hier verwendet. Eine Randbedingung ist dabei die Annahme der totalen Reflexion am Erdboden. Hierbei wird vorausgesetzt, daß Gase und Aerosole nicht am Erdboden haften, sondern in die Atmosphäre reflektiert werden.

Mit diesem Gauß'schen Ausbreitungsmodell ergibt sich die bodennahe Konzentration C_A in Ci/m³ an einem Aufpunkt P (x,y,o) zu:

$$C_A(x,y,o,h) = \frac{\dot{A}}{\pi \cdot \sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x) \cdot \bar{u}} \cdot \exp \left\{ - \left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{h^2_{eff}}{2\sigma_z^2} \right) \right\} \quad (2.2-1)$$

Dabei bedeutet \dot{A} die Quellstärke in Ci/s, h_{eff} ist die effektive Emissionshöhe in m, \bar{u} ist eine mittlere Windgeschwindigkeit in m/s, gültig für die vertikale Schicht, in der die Ausbreitung erfolgt. Die horizontalen bzw. vertikalen Ausbreitungsparameter $\sigma_y(x)$ und $\sigma_z(x)$ ergeben die Standardabweichung der Gauß'schen Glockenkurve. Sie sind abhängig von der Quelldistanz, dem Turbulenzzustand der Atmosphäre und der Rauigkeit des Geländes.

Üblicherweise wird der Turbulenzzustand der Atmosphäre in sechs diskrete Stufen eingeteilt. Diese werden Ausbreitungskategorien genannt und erstrecken sich von A bis F. Dabei bedeutet A labil; eine Situation, wie sie bei sonnigen windschwachen Hochdruckwetterlagen anzutreffen ist. F bedeutet stabil und wird meist nachts bei Temperaturinversionen angetroffen.

Die zunächst berechnete Aktivitätskonzentration nach Gl. (2.2-1) wird durch die Prozesse

- Anfangsvermischung durch die Leewirbel von Gebäuden
- Aufstieg der Abluftfahne infolge der freigesetzten thermischen Energie
- radioaktiver Zerfall
- trockene Ablagerung
- Auswaschung bei Niederschlag

modifiziert. Die Ablagerungsprozesse führen zu einer Kontamination des Bodens. Die mathematische Behandlung dieser Prozesse wird in Kapitel 3 erläutert. Das Unfallfolgenmodell geht davon aus, daß für Standorte mit ähnlichen meteorologischen Gegebenheiten mit einem repräsentativen meteorologischen Datensatz gerechnet werden kann.

2.3 Dosismodell

Die Aufgaben des Dosismodells bestehen in

- der Berechnung potentieller Organdosen zur Festlegung von Schutz- und Gegenmaßnahmen
- der Berechnung der unter Berücksichtigung dieser Maßnahmen zu erwartenden Organdosen.

Potentielle Dosen sind Dosen, bei denen die Wirkung von Schutz- und Gegenmaßnahmen unberücksichtigt bleibt. Mit Hilfe der berechneten potentiellen Dosen wird überprüft, inwieweit Gegenmaßnahmen, deren Kriterien auf der Basis von potentiellen Dosen festgelegt sind, ergriffen werden müssen. Weiterhin wird das von den Schutz- und Gegenmaßnahmen betroffene Gebiet ermittelt.

Die Arten der Schutz- und Gegenmaßnahmen sind

- Aufsuchen von Gebäuden
- Evakuierung
- Schnelle Umsiedlung
- Umsiedlung
- Dekontamination von Flächen
- Zeitweiliges Verbot des Verzehrs von Lebensmitteln

Unter Berücksichtigung der getroffenen Gegenmaßnahmen werden in einem zweiten Schritt die zu erwartenden Dosen berechnet. Diese werden dann - mit Ausnahme der genetisch signifikanten Dosen - dem Schadensmodell übergeben, innerhalb dessen die aufgrund dieser Belastung zu erwartenden gesundheitlichen Schäden ermittelt werden (siehe Abschnitt 2.5).

Bei den Schadensarten werden unterschieden:

- somatische Schäden
 - Frühschäden (Tod durch akutes Strahlensyndrom)
 - Spätschäden (Leukämie und Krebs)
- genetische Belastung (genetisch signifikante Dosen).

Diesen Schadens- bzw. Dosisberechnungen werden die Dosen folgender Organe zugrundegelegt:

Knochenmark	(KM)
Knochenoberfläche	(KO)
Lunge	(LG)
Schilddrüse	(Sch)
Brust	(BR)
Hoden (Testes)	(TS)
Eierstöcke (Ovarien)	(OV)
Ganzkörper	(GK)

Bei der Berechnung der Organdosen werden folgende Expositionspfade berücksichtigt:

- externe Bestrahlung durch die Aktivität der Abluftfahne (EF)
- externe Bestrahlung durch die am Boden abgelagerte Aktivität (EB)
- interne Bestrahlung durch die mit der Atemluft inkorporierte Aktivität
 - a) Inhalation von Aktivität der Abluftfahne (IH)
 - b) Inhalation von Aktivität, die nach Ablagerung am Boden in die Luft resuspendiert wird (Ihr)
- Interne Bestrahlung durch die mit den Nahrungsmitteln inkorporierte Aktivität (IG)

2.4 Modell der Schutz- und Gegenmaßnahmen

Das Unfallfolgenmodell geht davon aus, daß bei einem hypothetischen Unfall je nach Bedarf eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen ergriffen werden:

1. Aufforderung an die Bevölkerung, geschützte Räume aufzusuchen
2. Evakuierung
3. Schnelle Umsiedlung
4. Umsiedlung
5. Dekontamination
6. Zeitweiliges Verbot des Verzehrs landwirtschaftlicher Produkte

(1) stellt eine schnelle Schutzmaßnahme dar, (2) - (6) sind Gegenmaßnahmen, die mit (1) gekoppelt sein können. Die Maßnahmen (2) - (4) laufen in getrennten Gebieten ab.

Art und Reihenfolge der Schutz- und Gegenmaßnahmen orientieren sich am Grad der Bedrohung für die Bevölkerung. Die Zuordnung von Maßnahmen zu den Gebieten ist in Tab. 2.4-1 dargestellt. Für die Definition von Gebieten werden teilweise Ortskriterien, d.h. geometrisch festgelegte Grenzen verwendet (Gebiet A, Grenze Gebiet B_1/B_2), in überwiegendem Maße jedoch Dosiskriterien, d.h. die Gebiete werden durch Isodosislينien begrenzt (Gebiet B_1 , B_2 , C, D_1 und D_2). In Kap. 3 und 4 wird im einzelnen auf die Gebiete und ihre Grenzen eingegangen.

Die Aufforderung an die Bevölkerung, geschützte Räume aufzusuchen, hat zum Ziel, durch das Ausnutzen der Abschirmwirkung der Gebäude die Belastung durch externe Strahlung zu reduzieren. Diese Maßnahme kann relativ kurzfristig durchgeführt werden.

Unter Evakuierung wird im Unfallfolgenmodell eine Gegenmaßnahme mit Bevölkerungsbewegung verstanden, für die sowohl deren Durchführung als auch das zu evakuierende Gebiet in vorbereiteten Plänen festgelegt sind. Die Evakuierung wird im Gebiet A durchgeführt, das in unmittelbarer Umgebung des Kernkraftwerkes liegt und somit am gefährdetsten ist. Durch die Planungen kann die Evakuierung ebenfalls kurzfristig durchgeführt werden.

Die Gegenmaßnahme schnelle Umsiedlung stellt wie die Evakuierung eine Bevölkerungsbewegung dar, mit dem Unterschied, daß sie aufgrund einer Dosisleistungsmessung in Gebieten ausgelöst wird, für die eine akute Gefährdung für die Bevölkerung besteht. Es wird angenommen, daß die Zeitparameter der schnellen Umsiedlung von der Bevölkerungsdichte abhängen.

Gegen die langfristige Gefährdung durch externe Bestrahlung vom Boden werden die Gegenmaßnahmen Umsiedlung und Dekontamination wirksam. Dabei wird angenommen, daß zunächst dekontaminiert wird, um die Belastung zu reduzieren. Reicht die maximal mögliche Dekontamination nicht aus, um die Dosis auf den zulässigen Grenzwert zu reduzieren, so findet eine Umsiedlung statt.

Die Belastung durch die Inkorporation von kontaminierten landwirtschaftlichen Produkten kann durch ein Verbot des Verzehrs dieser Produkte unterbunden werden. Im Unfallfolgemodell wird unterschieden zwischen Milch und anderen Produkten sowie dem kurzfristigen (direkte Ablagerung) und dem langfristigen (Aufnahme über Wurzeln) Aufnahmezeitraum.

2.5 Schadensmodell

Die Aufgaben des Schadensmodells bestehen in der Berechnung der somatischen Schäden und zwar getrennt in

- Frühschäden (Tod durch akutes Strahlensyndrom)
- Spätschäden (Tod durch Leukämie und Krebs)

In einem ersten Schritt werden ortsabhängige Individualschäden (bezogen auf eine Person) berechnet, die dann durch Faltung mit der ortsabhängigen Bevölkerung zu den Kollektivschäden summiert werden.

Bei der Berechnung der Frühschäden wird ausgegangen von den Kurzzeitdosen für die Organe Knochenmark und Lunge. Durch Einsetzen dieser Dosen in die jeweiligen Dosis-Wirkungs-Beziehungen wird die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der das betroffene Individuum durch die Bestrahlung zu Tode kommt. Dabei wird eine Mehrfachberücksichtigung der Einzeleffekte ausgeschlossen.

Bei der Berechnung der Spätschäden wird ausgegangen von den Langzeitdosen für die Organe

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| - Knochenmark | (Leukämie) |
| - Knochenoberfläche | (Knochenkrebs) |
| - Lunge | (Lungenkrebs) |
| - Schilddrüse | (Schilddrüsenkrebs) |
| - Brust | (Brustkrebs) |
| - Ganzkörper | (alle übrigen Krebsarten) |

Für die Schadenswahrscheinlichkeit wird von einer linearen Dosis-Risiko-Beziehung ohne Schwellenwert ausgegangen. Wiederum wird eine Mehrfachschädigung ausgeschlossen.

Die für die Parameter einer Standortregion berechneten
Individualschäden werden auf alle zugeordneten Standorte ange-
wendet, d.h. die Faltung von Individualschäden $IS(\vec{r})$ und
Bevölkerungsdichte $p(\vec{r})$ wird wiederholt.

$$KS_S = \int IS(\vec{r}) \cdot p_S(\vec{r}) d\vec{r} \quad (2.5-1)$$

$$KS_S = \text{Kollektivschaden}$$

Zusätzlich wird diese Rechnung noch für verschiedene
Richtungen an jedem Standort durchgeführt.

3. Beschreibung des Rechenprogrammes UFOMOD

3.1 Organisation

Zur Durchführung der für das Unfallfolgenmodell notwendigen Berechnungen wurde das Rechenprogramm UFOMOD erstellt. Sein prinzipieller Aufbau ist in Abb. 3.1-1 in Form eines vereinfachten Blockdiagramms dargestellt. An insgesamt drei Schnittstellen werden Ergebnisse zwischengespeichert, nämlich:

- Ortsabhängige Ergebnisse des meteorologischen Modells
(Konzentrationen, Transportzeiten, etc.)
- Ortsabhängige Ergebnisse des Schadensmodells
(Individualschäden)
- Ortsintegrierte Ergebnisse des Schadensmodells
(Kollektivschäden)

In Anhang 1 sind die zwischengespeicherten Daten im einzelnen erläutert.

Dieses Vorgehen wurde gewählt, um die Möglichkeit zu haben, einen Gesamtrechenlauf zu unterteilen und an einer Schnittstelle das Programm mit bereits berechneten Daten neu zu starten. Auf diese Weise können z.B. Sensitivitätsläufe mit vermindertem Rechenaufwand durchgeführt werden.

Das Rechenprogramm UFOMOD beschränkt die Maximalgröße der Parameter in folgender Weise:

- Meteorologische Standortregionen	4
- Standorte je Standortregion	10
- Freisetzungskategorien	10
- Einstündige Freisetzungsphasen je Freisetzungskategorie	5
- Wetterabläufe je Standortregion	115
- Entfernungen	50
- Nuklide	54

Weitere Beschränkungen werden im Kapitel 4 bei der Beschreibung der Eingabe behandelt.

Die Eingabe von Daten und Steuerparametern wurde so konzipiert, daß im wesentlichen nur diejenigen Werte eingegeben werden müssen, die von im Programm vorgegebenen Werten (Default-Werten) abweichen. Zu diesem Zweck wurde die Eingabe in Gruppen aufgeteilt, die durch eine Titalkarte identifiziert werden.

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Programmteile beschrieben.

3.2 Hauptprogramm MAIN

Das Hauptprogramm MAIN dient zur Steuerung des gesamten Programmablaufs von UFOMOD. Durch Aufruf des Unterprogramms EINLES werden die Daten und Steuerparameter eingelesen. Entsprechend dieser Steuerparameter werden dann nach Bedarf die Unterprogramme

- AKTKON (Berechnung der Aktivitätskonzentrationen und weiterer Daten mit dem meteorologischen Modell)
- INDSCH (Berechnung von Individualschäden mit dem Dosis- und Schadensmodell)
- POPSCH (Berechnung von Kollektivschäden durch Faltung von Individualschäden und Bevölkerungsverteilungen)
- POPRSK (Berechnung häufigkeitsbewerteter Ergebnisse)

aufgerufen. Diese Unterprogramme steuern auch den Datenfluß. In Abb. 3.1-1 ist der Ablauf von MAIN wiedergegeben.

Die einzelnen Haupt-Unterprogramme beinhalten jeweils nach Bedarf die Schleifen für

- die meteorologischen Zonen
- die Standorte
- die Freisetzungskategorien
- die Freisetzungsphasen
- die Wetterabläufe
- die Entfernungen
- die Richtungen

und u.U. andere Parameter. Abb. 3.2-1 zeigt das schematisch. Eine Liste aller Unterprogramme ist in Anhang 2 zusammengestellt.

3.3 Unterprogramm EINLES

Das Unterprogramm EINLES steuert das Einlesen der Eingabedaten und das Ausdrucken der Kontrollausgabe. Die Eingabe wird unterteilt in Gruppen, die durch eine Titelkarte identifiziert werden. Ein Teil der Gruppen muß in jedem Fall vorhanden sein (obligatorische Eingabegruppen), ein Teil nur dann, falls darin enthaltene Parameterwerte gegenüber den Default-Werten geändert werden sollen (fakultative Eingabegruppen). Der Programmablauf ist schematisch in Abb. 3.3-1 gezeigt. Nach dem Einlesen der Titelkarte wird versucht, die Eingabegruppe zu identifizieren. Gelingt dies, so wird das Einlesen entsprechend der identifizierten Gruppe entweder direkt in EINLES mit der Fortran NAMELIST-Option oder nach Aufruf der Subroutinen METEO bzw. UNFTYP fortgesetzt. Bei Identifizierung der Eingabegruppe ENDE wird das Einlesen beendet und eine Kontrollausgabe der Daten und Optionen gedruckt. Hierzu werden die Subroutinen UFOPR, ERGEB, ISOTOP, EVAKUR und DOWIPR aufgerufen.

Gelingt es nicht, eine Titelkarte zu identifizieren, so wird eine Fehlermeldung gedruckt und der Rechenlauf abgebrochen. Dieser Fall tritt häufig dann auf, wenn eine Eingabegruppe nicht den richtigen Umfang hat.

3.4 Unterprogramm AKTKON

Das Unterprogramm AKTKON ruft selbst weitere dreizehn Unterprogramme auf, nämlich AUFAS, FARA, HREP, ITERAL, ITERAS, QUELL, RISE, SIRAY, SIRAZ, SY, SZ, VORFAK und WOKOFA.

In AKTKON wird für jede Kombination von Freisetzungskategorie, meteorologischer Standortregion und Wetterablauf das Zeitintegral der Aktivitätskonzentration für ein vorgegebenes Entfernungsraster errechnet. Weiterhin werden einige zusätzliche entfernungsabhängige Größen wie Ankunftszeit der Abluftfahne, Fahnenkorrekturfaktoren zur Berechnung der externen γ -Strahlung aus der Fahne, Ablagerungsgeschwindigkeiten und der horizontale Ausbreitungsparameter σ_y errechnet. Unabhängig von der Entfernung werden die Windgeschwindigkeiten und die Windrichtungen während der ersten fünf Stunden des Ausbreitungsvorganges abgespeichert. Außerdem wird ein Faktor, der die im letzten Entfernungsintervall enthaltene Aktivität beschreibt, errechnet und ebenfalls auf UNIT 21 abgespeichert (siehe Anhang 1).

Freisetzungskategorien mit langandauernder Emission, d.h. mehr als 60 min., werden in einzelne Freisetzungsphasen aufgeteilt. Daher werden obige Größen in diesen Fällen noch in Abhängigkeit der Freisetzungsphasen abgespeichert.

Zunächst werden einige vorbereitende Rechnungen durchgeführt:

Aus Speicherplatzgründen werden die stündlichen meteorologischen Informationen in komprimierter Form als zwei Größen von UNIT 20 eingelesen. Die Form, in der diese Daten vorliegen müssen, ist in Anhang 1 beschrieben. Daher werden Funktionen definiert, die diese Größe zurückwandeln in die Werte der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit, der Ausbreitungskategorie und des Niederschlages (siehe Abschnitt 3.4.2). Weiterhin wird im Unterprogramm VORFAK ein Faktor VFE errechnet, der in der Berechnung der reduzierten Entfernungen der Aufpunkte benötigt wird. Diese reduzierten Entfernungen ermöglichen bei der Aktivitätskonzentrationsberechnung den Übergang von rechtwinkligen x,y -Koordinaten zu r, ϕ -Koordinaten. Näheres wird weiter unten, sowie bei der Beschreibung des Unterprogramms VORFAK ausgeführt.

Die Struktur des Unterprogramms AKTKON ist in Abb. 3.4-1 dargestellt.

Nach Eröffnung der Schleife der meteorologischen Standortregionen NM (NM = 1,...NMET) werden die stündlichen meteorologischen Daten für ein vollständiges Jahr eingelesen. Die folgende Schleife erstreckt sich über die Freisetzungskategorien NU (NU = 1,...NUNF). Zu Beginn wird das Unterprogramm QUELL aufgerufen. In QUELL werden Daten errechnet, die in die Aufstiegsberechnung der Abluftfahne eingehen.

Vor Beginn der Schleife über die Wetterabläufe L (L = 1,...LNMAX(NM)) wird die Standardzeit IH für den Start der Wetterabläufe gesetzt. IH ist so gewählt, daß der 1. Wetterablauf mit dem Beginn der meteorologischen Daten zusammenfällt. Die Startzeit ist für die verwendeten Daten also am 1.1. um 1⁰⁰ Uhr. Mit IPZ(NU) kann diese Standardzeit verschoben werden (siehe Abschnitt 3.4-4).

Nach Eröffnung der Schleife über die Freisetzungsphasen NP (NP = 1,...NPHMAX(NU)) werden die meteorologischen Daten der IH-ten Stunde bereitgestellt und im Unterprogramm RISE die Aufstiegshöhe für alle Entfernungen IR (IR = 1,...IMAX) berechnet. RISE ruft hierfür die Unterprogramme ITERAL, ITERAS und eventuell HREP auf.

Danach wird geprüft, welche Aufpunkte aufgrund der zu Freisetzungsbeginn herrschenden Windgeschwindigkeit (gemittelt über die Aufstiegshöhe) von der Abluftfahne innerhalb einer Stunde überstrichen werden. Es sind dies die Aufpunkte zwischen den Entfernungen R(IP1) und R(IP2). An jedem dieser Aufpunkte wird der radioaktive Zerfall aller Nuklide während der Transportzeit errechnet. Weiterhin werden die Unterprogramme SIRAZ und SIRAY zur Berechnung der vertikalen und horizontalen Ausbreitungsparameter SIGZ und SIGY aufgerufen. Mit diesen Werten und dem oben erwähnten Faktor VFE wird eine reduzierte Entfernung des jeweiligen Aufpunkts errechnet. Ein erneuter Aufruf der Unterprogramme SIRAY und SIRAZ für die reduzierte Entfernung ergibt die endgültigen Ausbreitungsparameter SIGY bzw. SIGZ. Das Unterprogramm AUFAS errechnet den Ausbreitungsfaktor. Dieser Ausbreitungsfaktor wird noch nuklidspezifisch modifiziert, um den Einfluß der trockenen und naßen Ablagerung zu erfassen. Die hierfür nötigen Größen sowie die Ablagerungsgeschwindigkeiten werden im Unterprogramm FARA errechnet. Zur Berechnung der γ -Strahlung aus der Abluftfahne wird ein einfaches Submersionsmodell verwendet. Dieses ist nur dort anwendbar, wo die γ -Aktivität im Umkreis von einigen hundert Metern um den Strahlungsempfänger annähernd gleichverteilt ist. Da dies nur in großen

Entfernungen näherungsweise erfüllt ist, muß ein Fahnenkorrekturfaktor auf die errechnete Dosis angewendet werden. Dieser Faktor wird im Unterprogramm WOKOFA in Abhängigkeit der Form der Fahne und des Abstandes des Empfängers zur Fahnenachse errechnet.

Abschließend wird für jedes Nuklid das zeitliche Integral der Aktivitätskonzentration errechnet. Wahlweise könne einige Kontrollgrößen, die den Wetterablauf charakterisieren, für verschiedene Aufpunkte ausgedruckt werden.

Nun wird geprüft, welche weiteren Aufpunkte aufgrund der Windgeschwindigkeit der zweiten, dritten, vierten u.s.w. Stunde nach Freisetzungsbeginn überstrichen werden. Für diese Aufpunkte werden obige Rechnungen erneut durchgeführt. Dabei werden die Unterprogramme RISE und damit ITERAS, ITERAL und HREP allerdings nicht mehr aufgerufen. Änderte sich die Ausbreitungskategorie zwischen der vorangegangenen und der augenblicklichen Stunde, so müssen zur Berechnung der Ausbreitungsparameter neben den Unterprogrammen SIRAY und SIRAZ die Unterprogramme SY und SZ aufgerufen werden. Die Unterprogramme AUFAS, FARA und WOKOFA werden wie oben für jeden Aufpunkt benötigt.

Ist der Transportweg in der IH-ten Stunde nicht genügend groß, um vom Aufpunkt R(IR) zum Aufpunkt R(IR+1) zu gelangen, so werden die meteorologischen Parameter der IH-ten bis zur (IH+1)-ten ($l = 1, 2, 3, \dots$) Stunde zusammengefaßt, d.h. arithmetisch gemittelt.

Obige Rechnungen werden nun am Aufpunkt R(IR+1) mit den Mittelwerten der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungskategorie durchgeführt. Der Niederschlag wird nur über die Zeit mit Niederschlag gemittelt. Die Vorgehensweise hierfür wird im Unterprogramm FARA beschrieben.

Nachdem der letzte Aufpunkt in der Entfernung R(IMAX) abgearbeitet ist, werden die Windgeschwindigkeiten und die Windrichtungen der ersten 5 Stunden nach Freisetzungsbeginn sowie ein Faktor FACINV zwischengespeichert und zusätzlich wahlweise ausgedruckt. FACINV gestattet es, das im letzten Wegintervall enthaltene Aktivitätsinventar zu berechnen.

Nach Beendigung obiger Rechnungen für die letzte Freisetzungsphase werden die Ankunftszeit der Abluftfahne, die Fahnenkorrekturfaktoren, die Ablagerungsgeschwindigkeiten, der horizontale Ausbreitungsparameter SIGY sowie für jedes Nuklid das zeitliche Integral der Aktivitätskonzentration in Abhängigkeit der Entfernung und der Freisetzungsphase zwischengespeichert.

Der Beginn eines neuen Wetterablaufs wird abschließend durch die Addition von IBEWE(NM) Stunden und der Startzeit IH des vorangegangenen Wetterablaufs festgelegt.

Nach Abarbeitung aller LNMAX(NM) Wetterabläufe werden sechs Mittelwerte über alle Wetterabläufe und Freisetzungsphasen errechnet und ausgedruckt. Es sind dies: mittlere Windgeschwindigkeit für den gesamten Transportweg, vertikaler und horizontaler Ausbreitungsparameter in der Entfernung R(IMAX), der Ausbreitungsfaktor S in dieser Entfernung ohne Berücksichtigung der Verarmung durch Ablagerung und radioaktiven Zerfall, der Bruchteil des anfänglichen Aktivitätsinventars an Jod, der im letzten Wegintervall noch luftgetragen ist, ohne Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls und die zuletzt erreichte Aufstiegshöhe der Abluftfahne.

3.4.1 Unterprogramm VORFAK

Die laterale Ausbreitung der Abluftfahne ist in einem rechtwinkligen x-y - Koordinatensystem, die Bevölkerungsverteilung dagegen in r- ϕ - Geometrie gegeben. Daher muß auch die Aktivitätskonzentration für Aufpunkte in r- ϕ - Koordinaten berechnet werden. Um keinen ungerechtfertigt hohen Aufwand zu treiben, wird die "Achsenkonzentration" (Konzentration unter der Fahnenachse) für Aufpunkte der radialen Entfernung x an der reduzierten Entfernung x' berechnet (siehe Abb. 3.4-2). In Abschnitt 3.4.6 ist die Anpassung der azimuthalen Konzentrationsverteilung an eine Treppenfunktion näher erläutert. x' ist immer kleiner als x. Die Differenz $\bar{\Delta x} = x - x'$ wird so berechnet, daß der Punkt (x',0) auf der Ausbreitungssachse den Schwerpunkt der in den lateralen Aufpunkten der Entfernung x konzentrierten Aktivitätsmengen bildet. Die Aktivität jeder Stufe der Treppenkurve wird gleichmäßig auf dem zugehörigen Kreisbogen verteilt gedacht. Der mittlere axiale Abstand $\bar{\Delta x}_I$ dieser Aktivitätsmenge von der senkrechten Gerade durch P(x,0) ergibt sich aus geometrischen Überlegungen und wird angenähert durch:

$$\Delta \bar{x}_I \cong \frac{\sigma^2}{4x} \{ \text{SIGANG}(I)^2 + \text{SIGANG}(I+1)^2 \} \quad (I = 1, \dots, \text{NRSTEP}-1)$$

und $\Delta \bar{x}_{\text{NRSTEP}} \cong \frac{\sigma^2}{4x} \text{SIGANG}(\text{NRSTEP})^2$ (3.4-1)

NRSTEP = Anzahl der (symmetrischen) Stufen

SIGANG(I) gibt die seitliche Begrenzung der Stufen an. Die äußerste Stufe in Bezug auf die Fahnenachse ist als erste Stufe gezählt. Bei der Bildung des gemittelten $\bar{\Delta x}$ werden die $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots$ mit den mittleren Aktivitätskonzentrationen C_I der einzelnen Treppenstufen gewichtet.

$$\bar{\Delta x} = \frac{\sum C_I \cdot \Delta \bar{x}_I}{\sum C_I} \quad (I = 1, \dots, \text{NRSTEP}) \quad (3.4-2)$$

Unter Berücksichtigung der Gleichung (3.4-1) läßt sich diese Gleichung wie folgt umformen

$$\bar{\Delta x} = \text{VFE} \cdot \frac{\sigma^2}{x} \quad (3.4-3)$$

Der Faktor VFE ist unabhängig von der Entfernung x und der jeweils herrschenden Ausbreitungskategorie bzw. des horizontalen Ausbreitungsparameters σ_y . VFE ist nur noch abhängig von der einmal gewählten Anzahl der Stufen und der gewählten Form (Höhe und Breite). Die relative Höhe der Stufen wird als SIGFAK(I) vorgegeben.

Das Unterprogramm VORFAK wird daher zur Berechnung von VFE nur einmal am Anfang von AKTKON aufgerufen. Die Berechnung von VFE erfolgt unter Berücksichtigung obiger Gleichungen.

3.4.2 Stündliche meteorologische Daten

Für jede meteorologische Standortregion muß ein vollständiger Datensatz für ein ganzes Jahr (8760 Stundenwerte) vorliegen. Die Windrichtung DIR(I) liegt in Grad von 1 bis 360°, die Windgeschwindigkeit F(I) in m/s vor, die Ausbreitungskategorie KAT(I) ist mit Integerzahlen von 1 bis 6 gekennzeichnet (1 - bedeutet die labile Kategorie A, 6 - bedeutet die stabile Kategorie F). Der Niederschlag IRE(I) ist in 1/100 mm/h angegeben.

Aus Speicherplatzgründen werden diese vier Größen zunächst als zwei Zahlen eingelesen. Die Umwandlung in die meteorologischen Größen erfolgt mittels der am Anfang von AKTKON definierten Funktionen. Die Form der Eingabe ist in Anhang 1 dargestellt.

3.4.3 Unterprogramm QUELL

Dieses Unterprogramm wird für jede Freisetzungskategorie NU einmal aufgerufen. In QUELL werden Größen, die in die Aufstiegsberechnung der Abluftfahne eingehen, bereitgestellt.

Für jede Freisetzungsphase NP wird der Emissionswert FSTER(NP) in m^4/s^3 aus der vorgegebenen thermischen Wärmeleistung QH(NP,NU) in cal/s errechnet

$$\text{FSTER}(\text{NP}) = \text{QH}(\text{NP},\text{NU}) \cdot 3.7 \text{ E-5} \quad (3.4-4)$$

Ist die Wärmeleistung ungleich null, so wird die Steuergröße IUEBH(NP) gleich eins gesetzt, ansonsten ist sie gleich null. Bei der Aufstiegsberechnung wird berücksichtigt, daß Gebäude die Aufstiegshöhe vermindern können. Bei Freisetzungen über den Abluftkamin entfällt eine derartige Reduktion der Aufstiegshöhe. Für die Berechnung der verminderten Aufstiegshöhe wird der Parameter FO(NP) benötigt. FO kann als Durchmesser eines Kreises angesehen werden, der dieselbe Fläche aufweist wie das als Rechteck angenommene Reaktorgebäude.

$$\text{FO}(\text{NP}) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\text{BR}(\text{NP},\text{NU}) \cdot \text{HOE}(\text{NP},\text{NU})} \quad (3.4-5)$$

wobei BR und HOE die Breite und Höhe des Reaktorgebäudes angeben.

Die Aufstiegsberechnung wird nur bis zu einer Entfernung X1(NP) durchgeführt, danach erfolgt kein weiterer Aufstieg. X1(NP) ist von der Wärmeleistung FSTER(NP) abhängig und wird für FSTER kleiner als $55 \text{ m}^4/\text{s}^3$:

$$\text{X1}(\text{NP}) = 88.528 \cdot \text{FSTER}(\text{NP})^{5/8} \quad (3.4-6a)$$

und für $\text{FSTER} \geq 55 \text{ m}^4/\text{s}^3$:

$$\text{X1}(\text{NP}) = 218.09 \cdot \text{FSTER}(\text{NP})^{2/5} \quad (3.4-6b)$$

3.4.4 Wetterabläufe

Unter Wetterablauf wird im folgenden die zeitliche (also die stündliche) Aufeinanderfolge von Windgeschwindigkeit, Ausbreitungskategorie und Niederschlag verstanden. Ein Wetterablauf dauert n Stunden und ist dann beendet, wenn die Abluftfahne die äußerste Entfernung R(IMAX) erreicht hat. Die Startzeiten der

Wetterabläufe werden systematisch mit Hilfe von IBEWE wie folgt ausgewählt: Die IH Stunden eines Jahres werden von 1 bis 8760 durchgezählt. Die Startzeit des neuen Wetterablaufs ergibt sich durch Addition der alten Startzeit und IBEWE. IBEWE sollte so gewählt werden, daß während des Tages und in der Nacht, sowie in den vier Jahreszeiten möglichst gleich viele Wetterabläufe auftreten. Derzeit ist im Modell für IBEWE 77 Stunden ($\hat{=}$ 3 Tagen und 5 Stunden) und für die Zahl der Wetterabläufe $LNMAX(NM) = 115$ gewählt. Der erste Wetterablauf startet im allgemeinen am 1.1. um 1⁰⁰ Uhr. Ausgehend von dieser Standardstartzeit startet der zweite Wetterablauf für obigen Wert von IBEWE am 4.1. um 6⁰⁰ Uhr. Durch den unfallabhängigen Zeitparameter IPZ(NU) kann die Standardstartzeit verschoben werden. Dies ermöglicht es, verschiedene Freisetzungskategorien bei gleichen Wetterabläufen zu vergleichen, wenn z.B. die Freisetzungsraten in den Emissionsphasen stark unterschiedlich sind. IPZ sollte so vorgeben werden, daß die Startzeiten der Emissionsphasen mit größter Freisetzungsrate übereinstimmen.

Ein Beispiel zeigt die Wahl von IPZ und die resultierenden Startzeiten für zwei gegebene Freisetzungen:

	Emissionsphase	TPHASE	IPZ	Startzeit IH	
				1. Wetterablauf	2. Wetterablauf
Freisetzung 1	1	1.		1	78
	2	2.	0	2	79
	3	3.		3	80
Freisetzung 2	1	0.		8737*	53
	2	1.	- 24	8738*	54
	3	25.		1	78

* die erste bzw. zweite Emissionsphase dieses Wetterablaufs beginnt am 30.12. um 24⁰⁰ Uhr bzw. am 31.12. um 1⁰⁰ Uhr.

3.4.5 Aufstiegsberechnung

Nachdem die Startzeit IH jeder Emissionsphase bei jedem neuen Wetterablauf festliegt, werden die Ausbreitungskategorie, die Windgeschwindigkeit und der Niederschlag zu dieser Zeit den Größen SK, FL und IREG zugeordnet.

$$SK = \text{FLOAT}(\text{KAT}(\text{IH}))$$

$$FL = F(\text{IH})$$

$$\text{IREG} = \text{IRE}(\text{IH})$$

Aus der Windgeschwindigkeit in Anemometermeßhöhe $\text{IHOM}(\text{NM})$ ergibt sich die Windgeschwindigkeit in einer Höhe Z aus folgendem Potenzansatz:

$$U(Z) = FL \left(\frac{Z}{\text{IHOM}} \right)^{\text{WPE}(\text{ISK})} \quad (3.4-7)$$

Dabei ist WPE der kategorienabhängige Windprofilexponent. WPE wird für alle Standortregionen gleich vorgegeben. Die Anemometermeßhöhe IHOM muß für jede Standortregion NM vorgegeben werden. Die Größe FLV wird neben SK , FL und IREG für jede IH -te Stunde berechnet. FLV beinhaltet die in Anemometermeßhöhe erfaßte Windgeschwindigkeit, die Anemometerhöhe selbst und den Windprofilexponenten

$$\text{FLV} = \text{FL} / \text{IHOM}(\text{NM})^{\text{WPE}(\text{ISK})} \quad (3.4-8)$$

Für jede Freisetzungskategorie, die eine von Null verschiedene thermische Wärmeleistung aufweist ($\text{QH} \neq 0$, damit $\text{IUEBH} > 0$), wird für $\text{IR} = 1$, d.h. Beginn des Entfernungsrasters, das Unterprogramm RISE aufgerufen.

Die Struktur des Unterprogramms RISE ist in Abb. 3.4-3 dargestellt. In allen Entfernungen $\text{R}(\text{IR})$ wird eine Aufstiegshöhe $\text{UEBH}(\text{IR})$ errechnet, sofern die Entfernung kleiner einer Grenzentfernung X1 ist. Diese Entfernung X1 wurde im Unterprogramm QUELL in Abhängigkeit von der Wärmeleistung errechnet. Jenseits von X1 bleibt die Aufstiegshöhe konstant.

$$\text{UEBH}(\text{IR}+1) = \text{UEBH}(\text{IR}) \quad \text{für } \text{R}(\text{IR}) \geq \text{X1} \quad (3.4-9)$$

Die Überhöhung wird zunächst nach der BRIGG 'schen Formel /BR 70/ im Unterprogramm ITERAL berechnet. Ist die Ausbreitungskategorie zu Beginn einer Freisetzung stabil ($\text{SK} \geq 4.1$), so wird die Überhöhung im Unterprogramm ITERAS zusätzlich berechnet. Abschließend werden die im Unterprogramm ITERAL bzw. ITERAS errechnete Überhöhungen ZHL bzw. ZHS verglichen. Der niedrigere Wert wird zur Freisetzungs-

höhe HO addiert und als Aufstiegshöhe im Feld UEBH(IR) dem Unterprogramm AKTKON übergeben.

Unterprogramm ITERAL

Für labile und neutrale Ausbreitungskategorien wird die effektive Aufstiegshöhe UEBH(IR) = ZHL + HO nach der erweiterten BRIGGS'schen Überhöhungsformel /BR 70/ und /NE 78/ errechnet. Die Überhöhung ZHL ergibt sich wie folgt:

$$ZHL = (FO^3 + (1,6)^3 \frac{FSTER \cdot x^2}{\bar{u}^3})^{1/3} - FO \quad (3.4-10)$$

Dabei bedeutet FO den im Unterprogramm QUELL errechneten Pseudodurchmesser, FSTER ist der Emissionswert (siehe Abschnitt 3.4.3), x ist die Quellentfernung und HO ist die geometrisch bedingte Freisetzungshöhe.

Da die gemittelte Windgeschwindigkeit \bar{u} eine Funktion der Überhöhung ist, kann ZHL nur auf iterative Weise errechnet werden. Hierzu wird das NEWTON'sche Näherungsverfahren angewendet. Die Iteration wird beendet, sobald der Absolutbetrag der Differenz zwischen neuer und alter Überhöhung kleiner 0,5 m wird. Die errechnete Überhöhung wird als ZHL dem Unterprogramm RISE übergeben.

Unterprogramm ITERAS

Für die stabilen Ausbreitungskategorien E und F wird die Aufstiegshöhe mit diesem Unterprogramm errechnet. Die erweiterte BRIGGS-Formel lautet in diesem Falle für die Überhöhung ZHS:

$$ZHS = (FO^3 + (2,9)^3 \frac{FSTER}{\bar{u} \cdot S})^{1/3} - FO \quad (3.4-11)$$

Die effektive Aufstiegshöhe wird dann

$$UEBH(IR) = ZHS + HO \quad (3.4-12)$$

Der Stabilitätsparameter S wird nach /MA 68/ errechnet:

$$S = \frac{g}{T_0} \cdot \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{g}{T_0} \cdot \{0,202(SK-4) - 0,032(SK-4)^2\} \left\{ \frac{UEBH^{0,41} - HO^{0,41}}{(UEBH-HO) \cdot 0,41} \right\} \quad (3.4-13)$$

Die Überhöhung ZHS wird wiederum auf iterative Weise nach dem NEWTON'schen Näherungsverfahren errechnet. Die Iteration wird beendet, sobald die neue und die alte Überhöhung um weniger als 0,5 m differieren. Die Überhöhung wird als ZHS vom Unterprogramm RISE übernommen.

3.4.6 Auswahl der beaufschlagten Aufpunkte

Die Berechnung der Konzentrationen wird in einem diskretisierten Raster an repräsentativen Aufpunkten \bar{r}_m durchgeführt. In radialer Richtung können bis zu 50 Kreisringe mit den Radien r_m und r_{m+1} berücksichtigt werden. I.a. wird für die repräsentativen Aufpunkte gesetzt:

$$\bar{r}_m = \frac{r_m + r_{m+1}}{2} \quad (3.4-14)$$

Für den ersten Radius r_1 muß gelten $r_1 \geq 100$ m

Es wird angenommen, daß die an den Aufpunkten \bar{r}_m errechnete Aktivitätskonzentration im gesamten m-ten Abstandsintervall gilt.

In azimuthaler Richtung wird die Verteilung der Aktivitätskonzentration entsprechend einer Gauß'schen Glockenkurve angenommen. Diese stetige Verteilung wird durch eine symmetrische Treppenfunktion ersetzt. Die Anzahl der Stufen kann zwischen 1 und 7, ihre Breite - bezogen auf die Standardabweichung der Verteilung - beliebig gewählt werden. Die Höhe H_i jeder Stufe ergibt sich als Mittelwert über die Gaußverteilung in dieser Stufe:

$$H_i = \frac{1}{y_{i+1} - y_i} \cdot \int_{y_i}^{y_{i+1}} P \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} dy \quad (3.4-15)$$

$$y_i = f_i \cdot \sigma_y$$

P stellt den Maximalwert der Verteilung für $y = 0$ dar. In der letzten Stufe wird die Verteilung bis ∞ integriert. Es genügt daher die Aktivitätskonzentration C_0 direkt unter der Fahnenachse ($y = 0$) zu berechnen. Die Aktivitätskonzentrationen der Stufen ergeben sich durch Multiplikation von C_0 mit H_i .

Hat eine Aktivitätsfreisetzung in der IH-ten Stunde stattgefunden, wird der Anfang der Abluftfahne entsprechend den auf IH folgenden stündlichen meteorologischen Bedingungen geradlinig solange verlagert, bis der letzte Aufpunkt in der Entfernung $R(IMAX)$ erreicht ist. Zunächst wird im Unterprogramm AKTKON vor Beginn einer neuen Aktivitätsfreisetzung die Quelldistanz XH der Aktivitätsfahne gleich 0 gesetzt. Zur Ermittlung des quellnächsten Aufpunktes wird ein Entfernungsindex $IP1$ gleich 1 gesetzt. Damit ist der erste Aufpunkt festgelegt:

$$\bar{r}(1) = R(IP1) \quad (3.4-16)$$

Entsprechend der Windgeschwindigkeit, gemittelt über die Aufstiegs-
höhe, wird die nach Ablauf einer Stunde erreichte Quelldistanz er-
mittelt:

$$XH = XH + 3600 \cdot FLV \cdot H^{WPE(ISK)} / (WPE(ISK) + 1) \quad (3.4-17)$$

H ist die Aufstiegshöhe in der Entfernung $R(IP1)$, $WPE(ISK)$ stellt den Windprofilexponenten in der IH-ten Stunde dar und FLV beinhaltet die Anemometermeßhöhe $IHOM(NM)$ sowie die in dieser Höhe gemessene Windgeschwindigkeit FL .

Durch Vergleich von XH und $R(IR)$, $IR = 1, \dots, IMAX + 1$, werden die Aufpunkte ermittelt, die innerhalb XH liegen. Dies sind alle Punkte für die gilt:

$$R(IP1) \leq R(IR) \leq R(IP2) \quad (3.4-18)$$

Zwischen $R(IP1)$ und $R(IP2)$ werden nun alle zur Aktivitätskonzentrationsermittlung nötigen Rechnungen durchgeführt. Die meteorologischen Parameter Windgeschwindigkeit, Ausbreitungskategorie und Information über Niederschlag sind dabei der IH-ten Stunde zugeordnet. Danach werden erneut meteorologische Parameter der $IH+1$ -Stunde bereitgestellt, sowie der Index für den zuerst überstrichenen Aufpunkt umgeordnet.

$$IP1 = IP2 + 1 \quad (3.4-19)$$

Die Windgeschwindigkeit der $IH+1$ -ten Stunde sowie die alte Quelldistanz ergeben nach Gleichung (3.4-17) die Quelldistanz nach der $IH+1$ -ten Stunde. Wie oben werden nun durch $IP1$ und $IP2$ alle Aufpunkte festgelegt, die in der $IH+1$ -ten Stunde vom Fahnenanfang erreicht werden. Alle weiteren Rechnungen werden nun wie oben durchgeführt, wobei die meteorologischen Parameter der $IH+1$ -ten Stunde zugeordnet sind (siehe Abb. 3.4-4).

Wird der Abstand zwischen R(IP1) und R(IP1+1) so groß, daß diese Entfernung von der Aktivitätsfahne nicht innerhalb einer Stunde überwunden werden kann, so werden die meteorologischen Parameter der nächsten Stunde bzw. der nächsten KEN Stunden herangezogen. Nach KEN Stunden hat der Anfang der Aktivitätsfahne die Entfernung R(IP1+1) erreicht. Die meteorologischen Parameter der (IH+KEN)-ten Stunde ergeben sich als Mittelwerte über KEN Stunden. Sei MP der meteorologische Parameter, so gilt:

$$\overline{MP}_{1,2} = \frac{1}{KEN} \sum_{j=1}^{KEN} MP_{1,2}(j) \quad (3.4-20)$$

Der Index 1 steht für die Windgeschwindigkeit, der Index 2 steht für die Ausbreitungskategorie

Der Niederschlag wird über die Anzahl JRS der Stunden mit Niederschlag gemittelt:

$$IREG = \frac{1}{JRS} \sum_{j=1}^{JRS} IRE(j) \quad (3.4-21)$$

Mit den so ermittelten meteorologischen Parametern werden die Aktivitätskonzentrationsberechnungen sowie die übrigen Rechnungen am Aufpunkt R(IP1+1) durchgeführt.

Dieses Verfahren wird solange angewendet, bis der Anfang der Fahne die äußerste Entfernung R(IMAX) erreicht hat.

3.4.7 Unterprogramm SIRAZ und SIRAY

Diese Unterprogramme errechnen den vertikalen und den horizontalen Ausbreitungsparameter σ_z und σ_y in Abhängigkeit von der Entfernung, der Ausbreitungskategorie SK und der Rauigkeitsstufe IRAU(NM).

Der vertikale Ausbreitungsparameter ergibt sich nach der Gleichung:

$$\sigma_z = \sigma_{z0} \times p_z \quad (3.4-22)$$

der horizontale Ausbreitungsparameter lautet:

$$\sigma_y = \{ \sigma_{\tau}^2 + \sigma_{y0}^2 \times 2p_y \}^{1/2} \quad (3.4-23)$$

In den Tabn. 3.4-1 und 3.4-2 sind die Zahlenwerte für σ_{z0} , p_z , σ_{τ} , σ_{y0} und p_y für verschiedene Rauigkeitsstufen des Geländes aufgelistet.

Sowohl in SIRAZ als auch in SIRAY können Zwischenkategorien eingegeben werden. SK ist daher eine Real-Größe. σ_y und σ_z werden in diesem Fall logarithmisch interpoliert.

Nur für Entfernungen $x > 100$ m und $1 \leq SK \leq 6$, können σ_y und σ_z -Werte errechnet werden. In allen anderen Fällen wird eine Fehlermeldung ausgegeben. ("SK ist nicht definiert", oder "x ist zu klein gewählt"). In Abhängigkeit von der Ausbreitungskategorie wird σ_z begrenzt. Dies erfolgt durch den Vergleich von σ_z mit der Größe $MISCH(ISK, NM)$.

3.4.8 Unterprogramme SY und SZ

Diese Unterprogramme werden nur bei einer Änderung der Ausbreitungskategorie in der (IH-1)-ten zur IH-ten Stunde aufgerufen. in diesem Fall gilt:

$$IKAT(IH) \neq IKAT(IH-1) \quad (3.4-24)$$

Ändert sich die Kategorie nicht, so unterbleibt der Aufruf für das Unterprogramm SY bzw. SZ. Der Aufruf für SZ unterbleibt außerdem, sobald σ_z den kategorienabhängigen Maximalwert erreicht hat.

Das Unterprogramm SY bzw. SZ bestimmt die Entfernung XSY bzw. XSZ in der der Ausbreitungsparameter σ_y bzw. σ_z einen gegebenen Wert annimmt. Hierfür werden die Gleichungen 3.4-22 und 3.4-23 nach der Entfernung x aufgelöst. In 3.4-23 wird der konstante Term σ_T^2 vernachlässigt. Dies ist zulässig, da das Unterprogramm SY erstmals in größeren Entfernungen aufgerufen werden muß. Die Entfernungen ergeben sich zu:

$$XSY = (\sigma_y / \sigma_{y0})^{1/p_y} \quad (3.4-25)$$

$$XSZ = (\sigma_z / \sigma_{z0})^{1/p_z} \quad (3.4-26)$$

Auch für Zwischenkategorien kann XSY bzw. XSZ bestimmt werden. Es wird dabei logarithmisch interpoliert.

XSY und XSZ werden dann dem Unterprogramm AKTKON übergeben. Hier wird das zur Stunde IH gehörige σ_y bzw. σ_z wie folgt errechnet (siehe hierzu Abb. 3.4-5):

Im Aufruf des Unterprogramms SIRAY bzw. SIRAZ stehen als Entfernungen nicht $XY = R(J)$ bzw. $XZ = R(J)$, sondern fiktive Entfernungen

$$XY = XSY + DX \quad (3.4-27)$$

bzw.
$$XZ = XSZ + DX \quad (3.4-28)$$

DX ist dabei der Abstand benachbarter Aufpunkte

$$DX = R(J) - R(J-1) \quad (3.4-29)$$

3.4.9 Unterprogramm AUFAS

Dieses Unterprogramm wird für jede Entfernung aufgerufen. Es berechnet den Ausbreitungsfaktor S ohne Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls und der trockenen bzw. nassen Ablagerung.

$$S = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_y \sigma_z \bar{u}} \cdot e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}} \quad (3.4-30)$$

σ_y und σ_z stellen die Ausbreitungsparameter dar, \bar{u} ist die über die Aufstiegshöhe H gemittelte Windgeschwindigkeit.

Gleichung 3.4-30 gilt für Aufstiegshöhen H größer als Gebäudehöhe HOE. Für $H \leq HOE$ wird der Ausbreitungsfaktor modifiziert, um den Gebäudeeinfluß auf die Anfangsverdünnung zu berücksichtigen.

$$S = \frac{1}{(\pi \cdot \sigma_y \sigma_z + 1,5 \cdot BR \cdot HOE) \bar{u}} e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}} \quad (3.4-31)$$

BR und HOE ist die Breite bzw. Höhe des angeströmten Reaktorgebäudes.

Neben S wird eine weitere Größe SKF an das Unterprogramm AKTKON übergeben.

$$SKF = \frac{S(H)}{S(0)} = e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}} \quad (3.4-32)$$

S(H) ist der Ausbreitungsfaktor in der Aufstiegshöhe H; S(0) ist der Ausbreitungsfaktor am Erdboden. SKF wird benötigt, um den Fahnenkorrekturfaktor zu errechnen, sowie zur Bestimmung des luftgetragenen Aktivitätsinventars im letzten Entfernungsintervall.

3.4.10 Unterprogramm HREP

Ist die Emissionshöhe kleiner als eine wählbare Höhe HE oder erreicht die Aufstiegshöhe infolge einer geringen thermischen Wärmefreisetzung diese Höhe HE nicht, so wird das Unterprogramm HREP aufgerufen. In HREP wird eine sogenannte repräsentative Höhe HS errechnet. Bis zur Höhe HS wird das Windprofil bei der Berechnung einer mittleren Windgeschwindigkeit gemittelt. Die Höhe HS teilt das vertikale Konzentrationsprofil C(z) in gleiche Hälften.

$$\int_0^{HS} C_A(z) dz = \int_{HS}^{\infty} C_A(z) dz \quad (3.4-33)$$

HS darf aber nicht größer als HE werden. HS nähert sich HE asymptotisch an. HS wird auf iterative Weise nach dem NEWTON-Verfahren ermittelt.

3.4.11 Unterprogramm FARA

Das Unterprogramm FARA berechnet die Abmagerung der Aktivitätsfahne infolge trockener und gegebenenfalls nasser Ablagerung (Washout) durch Niederschlag. Trockene Ablagerung findet ständig statt, die nasse Ablagerung tritt bei Niederschlag hinzu. Der Programmablauf ist in Abb. 3.4-6 dargestellt.

Das Unterprogramm FARA wird vom Unterprogramm AKTKON in jedem Entfernungsintervall aufgerufen. Das Nuklidspektrum wird in drei Gruppen mit verschiedenen Ablagerungsgeschwindigkeiten bzw. Washout-Konstanten aufgeteilt. Der Index KN = 2 bezeichnet die Aerosolgruppe, KN = 3 stellt die Halogengruppe dar. Edelgase (KN=1) lagern sich nicht ab und werden auch nicht ausgewaschen.

Zunächst wird die Transportzeit T ermittelt, die benötigt wird, um das vorgegebene Entfernungsintervall zu durchqueren. Weiter wird eine sogenannte "effektive Höhe" ZQ errechnet. ZQ ist die Höhe, die sich ergibt, sofern die gesamte Aktivität in vertikaler Richtung über einer Flächeneinheit in eine Säule gebracht werden würde, in der im Gegensatz zum realen Konzentrationsprofil eine homogene Konzentrationsverteilung anzutreffen wäre mit gleicher Konzentration in Bodennähe (Siehe hierzu Abb. 3.4-7)

$$ZQ = \frac{1}{C_A(0)} \int_0^{\infty} C_A(z) dz = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot SIGZ \cdot \exp \left[\frac{H^2}{2 \cdot SIGZ^2} \right] \quad (3.4-34)$$

Die Aufstiegshöhe H und der vertikale Ausbreitungsparameter SIGZ sind dabei über die Länge des Entfernungsintervalls zu mitteln. Da jedoch das Entfernungsraster am Anfang relativ dicht gewählt ist und H und SIGZ bei wachsender Entfernung rasch ihre Maximalwerte erreichen, wird auf die exakte Mittelung verzichtet und die Werte in Intervallmitte werden als Mittelwerte gewählt.

Regnete es im betrachteten Intervall ($IREG \geq 3$, d.h. Niederschlagsintensität $\geq 3/100$ mm/h) so wird der Größe A entsprechend der Intensität und der Nuklidgruppe ein Washout-Koeffizient zugeordnet. Es sind drei Niederschlagsintensitätsstufen möglich. Die Obergrenze der Stufe 1 bzw. die Untergrenze der Stufe 3 wird im Feld IREGGR vorgegeben. Der Auswaschvorgang erstreckt sich über die Zeit mit Niederschlag. Dies ist im betrachteten Entfernungsintervall $T \cdot IRS/IRKEN$. T bedeutet die Transportzeit im Intervall, IRS ist die Anzahl der Stunden mit Regen und IRKEN ist die Anzahl der Stunden, die zur Durchquerung des Intervalls benötigt wird. Da die Andauer von Regen in der angezeigten Stunde fast immer unter 30 Minuten liegt, wird eine Halbierung von IRS vorgenommen.

Der Anteil der Aktivitätsmenge, der bei Niederschlag in der Fahne verbleibt, ergibt sich zu:

$$FRACW = \text{EXP}(-A \cdot T \cdot 0,5 \cdot IRS/IRKEN) \quad (3.4-35)$$

Der verbleibende Anteil der Aktivität bei trockener Ablagerung ergibt sich zu

$$FRACD = \text{EXP}(-VA(KN) \cdot T/ZQ) \quad (3.4-36)$$

VA(KN) ist die trockene Ablagerungsgeschwindigkeit abhängig von der Nuklidgruppe.

Der gesamte verbleibende Aktivitätsanteil in der Fahne im Falle trockener und naßer Ablagerung ergibt sich zu

$$FRAC = FRACW \cdot FRACD \quad (3.4-37)$$

Die effektive Ablagerungsgeschwindigkeit, die zur Berechnung der Bodenkontamination benötigt wird, ergibt sich zu:

$$VEF(KN) = VA(KN) + A \cdot ZQ \cdot 0,5 \cdot IRS/IRKEN \quad (3.4-38)$$

Bei der Berechnung der Dosen ist die Abreicherung der Aktivitätskonzentration infolge der Ablagerungseffekte zu berücksichtigen. Dies erfolgt durch die Größe BIDW, die unter folgenden Überlegungen hergeleitet wird: Die mittlere Aktivitätskonzentration \overline{AC} am Intervallmittelpunkt unter Berücksichtigung der Abreicherung ergibt sich zu:

$$\overline{AC} = \frac{1}{T} \int_{t_A}^{t_E} \dot{A} \cdot S \cdot \text{REMAIN} \cdot \text{EXP}\{-(VA/ZQ+A \cdot 0.5 \cdot \text{IRS}/\text{IRKEN}) \cdot T\} dt \quad (3.4-39)$$

Dabei bedeutet \dot{A} die Quellstärke und S der Ausbreitungsfaktor. REMAIN ist der Anteil der Aktivität, der am Intervallanfang zur Zeit t_A noch in der Fahne ist. t_E ist die Zeit am Intervallende. Aus Gleichung (3.4-39) folgt nach Integration:

$$\overline{AC} = \dot{A} \cdot S \cdot ZQ/T/VEF \cdot \text{REMAIN} \cdot (1-\text{FRAC}) \quad (3.4-40)$$

$$\text{oder } \overline{AC} = \dot{A} \cdot S \cdot \text{BIDW} \quad (3.4-41)$$

BIDW wird dem Unterprogramm AKTKON in Abhängigkeit der Nuklidgruppe übergeben. Für Edelgase ist BIDW(1) = 1. Am Ende des Unterprogramms FARA wird die bisher erfolgte Abreicherung der Aktivität bezüglich aller bisher überstrichenen Intervalle errechnet.

$$\text{REMAIN} = \text{REMAIN} \cdot \text{FRAC} \quad (3.4-42)$$

3.4.12 Unterprogramm WOKOFA

Die externe γ -Bestrahlung aus der Aktivitätsfahne wird nach dem Submersionsmodell /SL 68/ errechnet. Die Dosis ist dabei proportional der Aktivitätskonzentration. Dies ist an sich nur dort anwendbar, wo die γ -Aktivität im Umkreis von einigen hundert Metern um den Strahlungsempfänger annähernd gleichverteilt ist. In geringer Quelldistanz wird die endliche Ausdehnung der Aktivitätsfahne mit Hilfe des Fahnenkorrekturfaktors WKF berücksichtigt. WKF ist abhängig von der Form der Fahne, gegeben durch den Ausbreitungsparameter SIGZ, und dem Abstand HM des Empfängers zur Fahnenachse. Der seitliche Abstand y zur Fahnenachse wird in $0,25 \sigma_y$ -Schritten geändert ($y = (11 - I_y) \cdot 0,25 \cdot \sigma_y$, $I_y = 1, \dots, 10$).

Da die Dosisberechnungen nicht auf die Aktivitätskonzentration in der Fahnenachse C_H sondern auf die Konzentration in Bodennähe C_O bezogen wird, ergibt sich

$$WKF = WERT \cdot \frac{C_H}{C_O} = WERT \cdot SKF \quad (3.4-43)$$

SKF wird im Unterprogramm AUFAS errechnet (Siehe Abschnitt 3.4.9)

$$SKF = \text{EXP} \{H \cdot H / (2 \cdot \text{SIGZ} \cdot \text{SIGZ})\} \quad (3.4-44)$$

WERT wird im Unterprogramm WOKOFA in Abhängigkeit von SIGZ und des Abstandes HM des Empfängers zur Fahnenachse aus einer vorgegebenen Wertetabelle errechnet. Die geometrischen Verhältnisse sind in der Abb. 3.4-8 gezeigt; die Wertetabelle ist in Tab. 3.4-3 dargestellt. Diese Tabelle ist /SL 68/ entnommen.

Zwischenwerte zwischen den Spalten werden im Bereich $0 \leq (HM/SIGZ) \leq 2,5$ quadratisch, im Bereich $(HM/SIGZ) > 2,5$ logarithmisch interpoliert. Werte außerhalb der Randwerte werden nicht extrapoliert; es werden in diesen Fällen die Randwerte verwendet.

3.5 Unterprogramm INDSCH

Das Unterprogramm INDSCH berechnet für jede Kombination von meteorologischer Standortregion, Freisetzungskategorie und Wetterablauf die ortsabhängigen Individualschäden, d.h. die auf eine repräsentative Person bezogene Wahrscheinlichkeit, einen bestimmten gesundheitlichen Schaden zu erleiden. Als Schadensarten werden betrachtet:

1. Somatische Schäden

- Frühschäden (Tod durch akutes Strahlungssyndrom)
- Spätschäden (Tod durch Leukämie und Krebs)

2. Genetische Belastung

- genetisch signifikante Dosis

Zusätzlich werden noch Angaben über die von den Schutz- und Gegenmaßnahmen betroffenen Flächen und Personen ermittelt. Die Struktur des Unterprogrammes INDSCH ist in Abb. 3.5-1 dargestellt. Für jeden Entfernungsschritt werden die im meteorologischen Modell berechneten Daten (siehe Kapitel 3.4) eingelesen und die Unterprogramme GEOMET, ANFANG, AKUT sowie - falls erwünscht - SPAET aufgerufen. In GEOMET werden die geometrischen Berechnungen für die azimutale Verteilung der Dosen durchgeführt. ANFANG berechnet einige grundlegende Daten, z.B. die inhalierte und die am Boden abgelagerte Aktivität. In AKUT werden die Dosen zur Ermittlung der Frühschäden sowie die individuellen Frühschäden selbst berechnet. In SPAET werden die Spätschäden und die genetische Belastung ermittelt. Da Dosiswerte von AKUT in SPAET übernommen werden, muß AKUT in jedem Fall aufgerufen werden. Die Berechnung der Spätschäden kann zur Rechenzeiterparnis dagegen unterbleiben. Die berechneten Individualschäden werden auf UNIT 22 zwischengespeichert und können wahlweise ausgedruckt werden. Falls gewünscht, werden zusätzlich aus den ortsabhängigen Individualschäden $IS(I,J,L,NU,NM)$ entfernungsabhängige Individualrisiken $IR(I,NU,NM)$ berechnet:

$$IR(I,NU,NM) = \frac{\sum_L \{PWET(L,NM) \cdot \sum_J IS(I,J,L,NU,NM)\}}{J_{MAX} \cdot \sum_L PWET(L,NM)} \quad (3.5-1)$$

PWET(L,NM) Wahrscheinlichkeit des Wetterablaufs L innerhalb
der meteorologischen Standortregion NM

JMAX Anzahl der Richtungssektoren

d.h. Mittelwerte des Individualschadens über alle Wetterabläufe L und Richtungssektoren J für jede Kombination von Standortregion NM und Freisetzungskategorie NU. Die Individualrisiken werden für die Spätschäden, die Gonadendosis durch Belastungen im ersten Jahr und die Frühschäden für jede der in Gebiet B₁/B₂ möglichen Fahrzeitverteilungen ausgedrückt und auf UNIT 23 in der im Anhang 1 beschriebenen Form gespeichert. Falls Spätschäden berechnet werden, werden die Beiträge der Expositionspfade und Organe zu den Spätschäden unter der vereinfachenden Annahme einer konstanten Bevölkerungsdichte für jede Kombination von Standortregion und Freisetzungskategorie ermittelt und normiert ausgedrückt sowie auf UNIT 23 in der im Anhang 1 beschriebenen Form gespeichert.

3.5.1 Unterprogramme GEOMET und PHIEFF

Die Berechnung der Konzentrationen, Dosen und Individualschäden wird in einem diskretisierten Raster durchgeführt, das an die atmosphärischen Ausbreitungsbedingungen angepaßt ist (generalisierte Koordinaten, siehe Abschnitt 3.4.6). Durch die Festlegungen in radialer und azimuthaler Richtung sind Flächenelemente definiert, die als homogen angesehen werden und die durch einen repräsentativen Punkt beschrieben werden. In Abb. 3.5-2 ist dieses Verfahren exemplarisch dargestellt.

Da die aus einem Unfall resultierende Aktivitätsfreisetzung im Unfallfolgenmodell durch bis zu fünf Freisetzungsphasen beschrieben wird, können sich bis zu fünf in ihrer azimuthalen Verteilung unterschiedliche Gebietsstrukturen ergeben. Die Überlagerung dieser Einzelstrukturen liefert neue, im allge-

meinen kleinere Flächenelemente, die wiederum als homogen betrachtet werden. Die Aktivitätsbeiträge der einzelnen Freisetzungsphasen werden in diesen Flächenelementen aufsummiert. Für dieses generalisierte Koordinatensystem werden die Berechnungen der meteorologischen Ausbreitung, der Dosisbelastung und der Individualschäden durchgeführt. Die Ermittlung der azimutalen Verteilung der Flächenelemente sowie der zu jedem Flächenelement beitragenden Stufe der Einzelverteilungen wird in GEOMET für den jeweiligen Kreisring durchgeführt. In einem ersten Schritt werden die begrenzenden Winkel der Stufen der Einzelverteilungen berechnet:

$$\phi_{i,j} = \arctan \frac{y_i \cdot \sigma_y^j}{\bar{r}_m} \quad (3.5-2)$$

- $\phi_{i,j}$ Winkel der äußeren Begrenzung der Stufe i der Verteilung j
- y_i Äußere Begrenzung der Stufe i in Einheiten von $\sigma_y(\bar{r}_m)$
- σ_y^j Horizontaler Ausbreitungsparameter σ_y der Verteilung j für den betrachteten Kreisring \bar{r}_m

Die Winkel $\phi_{i,j}$ werden auf 0,5 Grad auf- bzw. abgerundet. Die Sortierung aller Winkel $\phi_{i,j}$ liefert die Grenzen der aus der Überlagerung aller Verteilungen resultierenden Flächenelemente. In Abb. 3.5-3 ist dieses Verfahren für zwei Verteilungen unterschiedlicher Maximal- und σ_y -Werte veranschaulicht (jeweils drei Stufen). Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden im Feld INDSEK(NP,ND) in folgender Form gespeichert:

$$\text{INDSEK(NP,ND)} = \text{IND} \quad (3.5-3)$$

- NP Index der Freisetzungsphase
- ND Index des azimutalen Flächenelementes
- IND Index der Stufe der Freisetzungsphase NP, der zum Flächenelement ND beiträgt

Falls die Freisetzungsphase NP keinen Beitrag zum Flächenelement ND liefert, wird $\text{INDSEK} = 0$ gesetzt.

Die Gesamtaktivitätskonzentration im Flächenelement ND ergibt sich somit zu:

$$A_{\text{Ges}}(\text{ND}) = \sum_{\text{NP}} P(\text{NP}) \cdot \text{HREL} \cdot \text{INDSEK}(\text{NP}, \text{ND}) \quad (3.5-4)$$

mit $\text{INDSEK}(\text{NP}, \text{ND}) \neq 0$

$P(\text{NP})$ Maximale Aktivitätskonzentration der Freisetzungsphase NP im betrachteten Kreisring (siehe Gl. 3.4-39)

HREL Relative Höhe der Stufen
 $\text{HREL} = H_i/P$ (siehe Gl. 3.4-15)

Es wird vorausgesetzt, daß die Bevölkerungsdaten in einem festen Polarkoordinatenraster vorgegeben sind, dessen radiale Unterteilung mit derjenigen des meteorologischen Modells übereinstimmt, d.h. für jeden Standort liegt ein Datenfeld B (JP,I) (JP,I) vor, das die Wohnbevölkerung im Sektor JP und dem Kreisring I angibt. Zur Ermittlung der Kollektivschäden ist es notwendig, das variable Koordinatensystem auf das starre abzubilden. Diese Abbildung wird ebenfalls in GEOMET durchgeführt. Im INDPFR(NR,MP) ist die Information gespeichert, zu welchem Kreisringsektor JP des Bevölkerungsrasters im jeweiligen Kreisring das Flächenelement ND beiträgt:

$$\text{INDPFR}(1, \text{MP}) = \text{ND} \quad (3.5-5a)$$

$$\text{INDPFR}(2, \text{MP}) = \text{JP} \quad (3.5-5b)$$

MP durchläuft dabei alle Kombination von ND und JP. Der relative Anteil, den das Flächenelement ND am Kreisringsektor JP einnimmt, ist im Feld NPFRAC(MP) gespeichert, und zwar in Einheiten von 5%, d.h. NPFRAC nimmt Werte von 0 (keine Überschneidung) bis 20 (vollständige Überdeckung) an.

Geht man von einer geradlinigen Ausbreitung sowie einer festen Windrichtung aus, so ergeben sich jeweils symmetrische Gebietsstrukturen. Die beschriebenen Berechnungen können sich dann auf die eine Hälfte der Verteilungen beschränken. In /AL 79/

wurde ein Modell zur Berücksichtigung von Windrichtungsänderungen vorgeschlagen, das auf einer azimutalen Versetzung der aus den einzelnen Freisetzungphasen resultierenden Verteilungen in jedem Kreisring beruht. Das Rechenprogramm UFOMOD enthält dieses Modell als Option. Wird diese Option gewählt, so wird für jede Kombination von Standortregion, Freisetzungskategorie und Wetterablauf beim ersten Aufruf von GEOMET das Unterprogramm PHIEFF aufgerufen. In PHIEFF werden nach dem in /AL 79/ beschriebenen Verfahren für jedes Entfernungsintervall I und jede Freisetzungsphase NP ein Drehwinkel DELPHI(NP,I) berechnet. In GEOMET wird dieser Drehwinkel jeweils zu den nach Gl. 3.5-2 berechneten Winkel addiert. Dadurch können sich unsymmetrische Gebietsstrukturen ergeben, weshalb eine Vereinfachung des oben beschriebenen Verfahrens durch Berücksichtigung der Symmetrie bei dieser Option nicht möglich ist. Der zusätzliche Rechenaufwand ist jedoch gering.

3.5.2 Unterprogramm ANFANG

Im Unterprogramm ANFANG werden einige grundlegende Rechnungen für einen Punkt auf der Fahnenachse der jeweiligen Freisetzungsphase NP durchgeführt. Im einzelnen sind dies:

- Berechnung der am Boden abgelagerten Aktivität

$$\text{BODAKT}(K, NP) = \text{CONC}(K, NP) \cdot \text{VDEP}(\text{NSOR}(K)) \quad (3.5-6)$$

BODAKT $\left[\frac{\text{Ci}}{\text{m}^2} \right]$ Anfangsbodenkontamination

CONC $\left[\frac{\text{Ci} \cdot \text{s}}{\text{m}^3} \right]$ Zeitintegral der Aktivitätskonzentration in der bodennahen Luft (siehe Gl. 3.4-39)

VDEP $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$ Ablagerungsgeschwindigkeit (Fall-Out und Wash-Out, siehe Gl. 3.4-38) der Nuklidgruppe NSOR

K Index des Nuklids

- Berechnung der inhalierten Aktivität

$$\text{AKTINH}(K, NP) = \text{CONC}(K, NP) \cdot \text{ARAT} \quad (3.5-7)$$

AKTINH $[\text{Ci}]$ Inhalierte Aktivität

ARAT $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$ Atemrate

- Berechnung der Organdosis durch externe Bestrahlung aus der Abluftfahne (ohne Berücksichtigung der Wolkenform, siehe Abschnitt 3.4.12)

$$\text{WOLDOS}(\text{IO}, \text{NP}) = \sum_K \text{GWOL}(\text{K}, \text{IO}) \cdot \text{CONC}(\text{K}, \text{NP}) \quad (3.5-8)$$

WOLDOS [rem] Dosis des Organs IO

GWOL $\left[\frac{\text{rem} \cdot \text{m}^3}{\text{s} \cdot \text{Ci}} \right]$ Dosisfaktor

Die Dosisfaktoren GWOL (siehe /FB 80/) sind im Programm fest vorgegeben.

3.5.3 Unterprogramm AKUT

Das Unterprogramm AKUT berechnet die Strahlenexpositionen durch externe Bestrahlung in der ersten Woche zur Ermittlung der Spätschäden sowie den Frühschaden (Tod durch akutes Strahlensyndrom) für ein repräsentatives Individuum aufgrund der Strahlenbelastung des Knochenmarks und der Lunge. Dabei werden die Expositionswege

- externe Bestrahlung aus der Abluftfahne
- externe Bestrahlung durch am Boden abgelagerte Aktivitäten
- Inhalation aus der Abluftfahne

in Betracht gezogen. Bei der Berechnung der Dosen werden die dosismindernden Effekte der Schutz- und Gegenmaßnahmen (siehe Abschnitt 2.4) berücksichtigt. AKUT wird für jede Entfernung aufgerufen und bearbeitet nacheinander die azimutalen, als homogen betrachteten Flächenelemente ND. Für jedes Flächenelement wird zunächst geprüft, zu welchem Gebietstyp (bzgl. der Schutz- und Gegenmaßnahmen) es gehört, um dann die entsprechende Dosis- und Schadensberechnung durchzuführen. Diese Ergebnisse, die für das generalisierte Koordinatensystem gelten, werden dann auf das starre System mit Hilfe der Felder INDPFR und NPFRAC übertragen (siehe Abschnitt 3.5.1). Dieses Vorgehen ist in Abb. 3.5-4 veranschaulicht. Der Zusammenhang zwischen Strahlendosis und der Schadens-Eintrittswahrscheinlichkeit wird durch Dosis-Wirkungs-Beziehungen beschrieben.

Bei der Ermittlung der Strahlenexpositionen der ersten Woche sind die Schutz- und Gegenmaßnahmen

- Aufsuchen von Gebäuden (Gebiet A, B₁)
- Evakuierung (Gebiet A)
- Schnelle Umsiedlung (Gebiet B₁, B₂)

zu berücksichtigen (siehe Tab. 2.4-1).

Das Gebiet A hat die Form eines Schlüsselochs mit einem Vollkreis vom Radius RA(IEVA2) sowie einem Sektor mit dem äußeren Radius RA(IEVA1) und dem Öffnungswinkel WGRNZA symmetrisch zur Ausbreitungsrichtung. Die Gebiete B₁ und B₂ liegen außerhalb von Gebiet A und werden begrenzt durch die Isodosislinie

$$D_{EB}^{KM} (7d) = \text{DOSSU} \quad (3.5-9)$$

D_{EB}^{KM} [rem] Knochenmarkdosis durch externe Bestrahlung im Freien durch die am Boden abgelagerte Aktivität innerhalb der ersten sieben Tage

Die Grenze zwischen B₁ und B₂ ist der Kreisbogen RA(IEVA 3). Liegt ein Teil des betrachteten Flächenelementes innerhalb eines der Gebiete, so wird es vollständig zu diesem gerechnet. Fällt es dabei in Gebiet A und B₁ oder B₂, so wird es A zugezählt.

Zur Beschreibung der Schutz- und Gegenmaßnahmen wird eine absolute und eine relative Zeitskala eingeführt. Nullpunkt der absoluten Zeitskala ist das Erkennen der bevorstehenden Aktivitätsfreisetzung, während bei der relativen Zeitskala der Nullpunkt mit dem Eintreffen der Abluftfahne am jeweiligen Aufpunkt zusammenfällt. Diejenigen Maßnahmen, die unabhängig von Unfallverlauf ablaufen, sind an die absolute Zeitskala gekoppelt, die an Dosiskriterien orientierten Maßnahmen dagegen an die relative Zeitskala. Die innerhalb einer Woche berücksichtigten Schutz- und Gegenmaßnahmen begrenzen einerseits die Akkumulationszeiträume für die Dosisberechnung (Evakuierung, schnelle Umsiedlung) und wirken andererseits als Reduktionsfaktoren (Aufsuchen von Gebäuden).

Die Bevölkerung wird entsprechend ihres Verhaltens während der Anlauf- und Schutzphase im Gebiet A und B₁/B₂ in fünf Gruppen eingeteilt:

Gruppe NA	Aufenthaltort während der		Rel. Anteil
	Anlaufphase	Schutzphase	
1	Im Freien	Im Freien	PAUF (1)
2	Mischaufenthalt	Kleinere Gebäude	PAUF (2)
3	Mischaufenthalt	Größere Gebäude, Keller	PAUF (3)
4	Im Freien	Kleinere Gebäude	PAUF (4)
5	Im Freien	Größere Gebäude, Keller	PAUF (5)
			5
			∑ PAUF (NA) = 1
			NA=1

In den Gebieten C und D₁/D₂ wird nur Mischaufenthalt angenommen, da dort mit keinen Schwellenwerteffekten zu rechnen ist. Jedem Aufenthaltort sind Abschirmfaktoren gegenüber externer Strahlung zugeordnet, welche die Abschirmwirkung der Bodenrauigkeit und der Gebäude in Bezug auf die Ortsdosis über einer unendlich ausgedehnten ebenen Fläche bzw. bei Strahlung aus der Abluftfahne beschreiben.

Aufenthaltort	Abschirmfaktor (Index 1: Externe Bestrahlung vom Boden Index 2: Externe Bestrahlung aus der Fahne)
Im Freien	AFFREI
Mischaufenthalt	AFNORM
Kleinere Gebäude	AFHAUS
Größere Gebäude, Keller	AFKELL

Der Abschirmfaktor für Mischaufenthalt berechnet sich als Mittelwert, der mit der Aufenthaltsdauer an den verschiedenen Orten gewichteten Abschirmfaktoren AFFREI, AFHAUS und AFKELL.

Die Dauer der Anlaufphase (TINA, TINB) und die Dauer der Schutzphase (TIMA, TIMB) können in den Gebieten A und B₁/B₂ verschieden sein. Der Zeitraum für das Verlassen der Gebiete wird wie eine Exposition am Wohnort im Freien behandelt. Im Gebiet A wird die Fahrzeit für alle Gruppen einheitlich zu TAUSA angenommen, während im Gebiet B₁/B₂ eine Verteilung auf verschiedene Fahrzeiten erfolgt, deren Zahlenwerte von der Bevölkerungsdichte BD im Gebiet B₁/B₂ abhängen:

TFAHR(NF, NFZ), PFD(NF, NFZ)

TFAHR(NF, NFZ) Fahrzeit (= Expositionszeit im Freien)

NF Index der Fahrtgruppe (bis zu drei Gruppen möglich)

NFZ Index der Bevölkerungsdichte BD (bis zu drei Bereichen möglich)

= 1 POPFZ(1) ≤ BD < POPFZ(2)

= 2 POPFZ(2) ≤ BD < POPFZ(3)

= 3 BD ≥ POPFZ(3)

PFD(NF, NFZ) Rel. Anteil der Fahrtgruppe NF an der Gesamtbevölkerung innerhalb des Bereichs NFZ

$(\sum_{NF} PFD(NF, NFZ) = 1 \text{ für alle NFZ})$

Mit diesen Angaben berechnen sich die Dosen über die verschiedenen Expositionspfade wie in der folgenden Weise.

Externe Strahlung aus der Abluftfahne

Mit der im Unterprogramm ANFANG ermittelten Größe WOLDOS (siehe Gl. 3.5-8) ergibt sich die Dosis durch externe Strahlung aus der Abluftfahne zu:

$$DWOL(IO) = \sum_{NP \text{ mit } INDSEK(NP, ND) \neq 0} WOLDOS(IO, NP) \cdot WKF(JW, NP) \cdot AFEFF(NP) \quad (3.5-10)$$

Der Fahnenkorrekturfaktor WKF (siehe Abschnitt 3.4.12) berücksichtigt die endliche Ausdehnung der Abluftfahne. Er wird für feste laterale Abstände von der Fahnenachse berechnet.

Der zum Flächenelement ND gehörende Abstand JW wird jeweils bestimmt. Der effektive Abschirmfaktor AFEFF ist der gewichtete Mittelwert aus den aufgrund des Verhaltens der Bevölkerung während des Durchzugs der Fahne zu berücksichtigenden Abschirmfaktoren. AFEFF beinhaltet zusätzlich eine Begrenzung der Integrationszeit, falls die Bevölkerungsgruppe vor dem vollständigen Durchzug der Fahne das Gebiet verlassen hat. Für die Personengruppe NA = 2 gilt beispielsweise:

$$AFEFF = (t_1 \cdot AFNORM + t_2 \cdot AFHAUS + t_3 \cdot AFFREI) / t_D \quad (3.5-11)$$

t_1	Zeit während des Durchzugs der Abluftfahne, für die Mischaufenthalt anzusetzen ist
t_2	wie t_1 mit Aufenthalt in kleineren Gebäuden
t_3	wie t_1 mit Aufenthalt im Freien
t_D	Durchzugsdauer der Abluftfahne

AFEFF - und damit auch DWOL - hängen also ab von den Parametern NA (Gebiet A, B_1 und B_2) sowie NF und NFZ (Gebiet B_1 und B_2). In den Gebieten C und D_1/D_2 wird AFEFF gleich AFNORM gesetzt.

Inhalation aus der Abluftfahne

Die Berechnung der Inhalationsdosis wird in AKUT nur zur Berechnung der Fröhschäden in den Gebieten A und B_1/B_2 durchgeführt. Bei der Inhalation wird keine Reduzierung der Dosis durch das Aufsuchen von Gebäuden angenommen. Mit dieser konservativen Annahme wird die Dosis nur bestimmt durch den Zeitraum, während dessen die Inhalation erfolgt. Verläßt die Bevölkerungsgruppe vor dem vollständigen Durchzug der Abluftfahne das Gebiet, so wird die inhalierte Aktivität proportional zur Aufenthaltszeit reduziert. Die im Unterprogramm ANFANG zur Berechnung der inhalierten Aktivität verwendete Atemrate ARAT ist ein tagesgemittelter Wert. Da man bei den Schutz- und Gegen-

Maßnahmen im Gebiet A und B₁/B₂ annehmen muß, daß die Bevölkerung einer gegenüber dem Mittelwert erhöhten körperlichen Belastung unterliegt, wird die inhalierte Aktivität um einen Faktor ARCFA (Gebiet A) bzw. ARCFB (Gebiet B₁/B₂) korrigiert, der die erhöhte Atemrate berücksichtigt. Damit ergibt sich die Inhalationsdosis zu:

$$DINH(IO) = \sum_{NP} \cdot \sum_K AKTINH(K, NP) \cdot SIGFAK(JW) \cdot ARCF \cdot EFFINH(NP) \cdot GINH(K, IO) \quad (3.5-12)$$

EFFINH Faktor (≤ 1) zur Berücksichtigung einer begrenzten Inhalationsdauer (Im Gebiet B₁/B₂ abhängig von NF, NFZ)

GINH Inhalations-Dosisfaktor

ARCF ARCFA bzw. ARCFB

Der Inhalations-Dosisfaktor GINH zur Berechnung der Fröhschäden berücksichtigt beim Organ Knochenmark den Zeitraum bis 7d nach Inhalation voll, im Zeitraum vom 8. bis 30.d wird die Dosis mit einem Faktor 1/2 gewichtet /US 75/. Für das Organ Lunge wird ein Belastungszeitraum von 1a angenommen. Die im Programm verwendeten Zahlenwerte sind in /FB 80/ zusammengestellt.

Externe Bestrahlung durch am Boden abgelagerte Aktivitäten

Die durch am Boden abgelagerte Aktivitäten während des Aufenthaltszeitraums akkumulierte Dosis berechnet sich zu:

$$DBOD(IO) = \sum_{NP} \cdot \sum_K BODAKT(K, IO) \cdot SIGFAK(JW) \cdot GBOD(K, IO) \cdot INT(NP, K) \quad (3.5-13)$$

$$\text{mit } INT(NP, K) = \int_0^T f(t') \cdot e^{-\lambda_K \cdot t'} dt'$$

$$T = \begin{cases} TINA + TIMA + TAUSA & - TANK(NP) & \text{Gebiet A} \\ TINB + TIMB + TFAHR(NF, NFZ) & - TANK(NP) & \text{Gebiet B}_1/\text{B}_2 \\ 7 \text{ d} & & \text{Gebiet C, D}_1/\text{D}_2 \end{cases}$$

f(t') Zeitabhängiger Abschirmfaktor (abhängig von der Gruppe NA, z.B. NA = 1 : f(t') = AFFREI(1))

Die Integration von INT wird vereinfacht durchgeführt:

Im Gebiet A:

$$\text{INT}(\text{NP}, \text{K}) = \bar{f}_{\text{T}} \cdot \int_0^{\text{T}} e^{-\lambda_{\text{K}} \cdot t'} dt' = \bar{f}_{\text{T}} \cdot \frac{1}{\lambda_{\text{K}}} |1 - e^{-\lambda_{\text{K}} \text{T}}| \quad (3.5-14)$$

\bar{f}_{T} Gewichteter Mittelwert des Abschirmfaktors
(abhängig von der Gruppe NA)

z.B. NA = 2 :

$$\bar{f}_{\text{T}} = (\text{TINA} \cdot \text{AFNORM}(1) + \text{TIMA} \cdot \text{AFHAUS}(1) + \text{TAUSA} \cdot \text{AFFREI}(1)) / (\text{TINA} + \text{TIMA} + \text{TAUSA})$$

Im Gebiet B₁/B₂:

$$\text{INT}(\text{NP}, \text{K}) = \bar{f}_{\text{T}_1} \cdot \int_0^{\text{T}_1} e^{-\lambda_{\text{K}} \cdot t'} dt' + \bar{f}_{\text{T}_2} \cdot \int_{\text{T}_1}^{\text{T}_1 + 10000\text{s}} e^{-\lambda_{\text{K}} t'} dt' = \quad (3.5-15)$$

$$= \bar{f}_{\text{T}_1} \cdot \frac{1}{\lambda_{\text{K}}} |1 - e^{-\lambda_{\text{K}} \text{T}_1}| + \bar{f}_{\text{T}_2} \cdot \frac{1}{\lambda_{\text{K}}} |1 - e^{-\lambda_{\text{K}} \cdot (\text{T}_1 + 10000\text{s})}|$$

\bar{f}_{T_1} Gewichteter Mittelwert des Abschirmfaktors
bis zum Beginn der schnellen Umsiedlung
(analog zu Gl. 3.5-14)

\bar{f}_{T_2} Gewichteter Mittelwert des Abschirmfaktors
während der schnellen Umsiedlung, bezogen
auf einen Zeitraum von 10000 s

$$\bar{f}_{\text{T}_2} = \text{AFFREI}(1) \cdot \frac{\text{TFAHR}(\text{NF}, \text{NFZ})}{10000}$$

Im Gebiet C und D:

$$\text{INT}(\text{NP}, \text{K}) = \text{AFNORM}(1) \cdot \int_0^{\text{T}} e^{-\lambda_{\text{K}} t'} dt' = \text{AFNORM}(1) \cdot \frac{1}{\lambda_{\text{K}}} |1 - e^{-\lambda_{\text{K}} \text{T}}| \quad (3.5-16)$$

Schadensberechnung

Zur Berechnung der Individualschäden wird die Gesamtdosis über die drei berücksichtigten Expositionspfade

$$\text{DOSIS}(\text{IO}) = \text{DWOL}(\text{IO}) + \text{DINH}(\text{IO}) + \text{DBOD}(\text{IO}) \quad (3.5-17)$$

herangezogen. Als kritische Organe für die Frühschäden werden das Knochenmark und die Lunge berücksichtigt. Für das Knochenmark stehen zwei Dosis-Wirkungs-Beziehungen (DWB) zur Verfügung. Die DWB 1 ist ein lineare oder logarith-

mische kumulative Normalverteilung, die durch die Parameter Mittelwert (D50), Standardabweichung (SIG) und Schwellenwert (DOSSW) bestimmt wird. Ihr Verlauf ist schematisch in Abb. 3.5-5 gezeigt. Die DWB 2 ist stückweise linear. Ihr Verlauf wird durch die Parameter DOSMN1, DOSMX1, DOSKN1(1), DOSKN1(2), FCT1(1) und FCT1(2) bestimmt. Der schematische Verlauf ist in Abb. 3.5-6 dargestellt. Die Dosis-Wirkungs-Beziehung für die Lunge hat die gleiche Form wie DWB 2 mit den Parametern DOSMN2, DOSMX2, DOSKN2(1), DOSKN2(2), FCT2(1) und FCT2(2). Die Auswahl der zu berücksichtigenden Organe erfolgt über die Option NOSF in folgender Weise:

NOSF = 1 nur Knochenmark
= 2 Knochenmark und Lunge
= 3 nur Lunge

Falls beide Organe zur Schadensermittlung herangezogen werden, wird eine Mehrfachschädigung ausgeschlossen:

$$IS = IS_{KM} + IS_{LG} \cdot (1 - IS_{KM}) \quad (3.5-18)$$

IS Eintrittswahrscheinlichkeit eines Fröh-
schadens für ein Individuum ($0 \leq IS \leq 1$)

KM Knochenmark

LG Lunge

3.5.4 Unterprogramm SPAET

Das Unterprogramm SPAET berechnet die langfristige Strahlenexposition sowie die daraus resultierenden Spätschäden (Tod durch Leukämie und Krebs) und die genetisch signifikante Dosis für ein repräsentatives Individuum. Dabei werden die Expositionspfade

- externe Bestrahlung aus der Abluftfahne
- externe Bestrahlung durch am Boden abgelagerte Aktivitäten
- Inhalation aus der Abluftfahne
- Inhalation von resuspendierter Aktivität
- Ingestion

in Betracht bezogen. Der bereits im Unterprogramm AKUT berechnete Teil der Strahlenexposition wird in SPAET übernommen. SPAET wird für jede Entfernung aufgerufen und bearbeitet nacheinander die azimutalen, als homogen betrachteten Flächenelemente. Für jedes Flächenelement wird zunächst geprüft, zu welchem Gebietstyp (bzgl. der Schutz- und Gegenmaßnahmen) es gehört, und dann die entsprechende Dosis- und Schadensberechnung durchgeführt. Diese Ergebnisse, die für das generalisierte Koordinatensystem gelten, werden dann auf das starre System übertragen (siehe Abschnitt 3.5.1). Dieses Vorgehen ist in Abb. 3.5-7 veranschaulicht. Für den Zusammenhang zwischen Dosis und der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens (Dosis-Risiko-Beziehung) wird von einer linearen Funktion ohne Schwellenwert ausgegangen.

Außer den bereits im Unterprogramm AKUT berücksichtigten Schutz- und Gegenmaßnahmen wirken in SPAET bei der Ermittlung der Strahlenexpositionen folgende Maßnahmen (siehe Tab. 2.4.-1):

- Umsiedlung (Gebiet C)
- Dekontamination (Gebiet D₁)
- Verzehrverbot für landwirtschaftliche Produkte (unabhängig von den Gebietstypen)

Das Gebiet C liegt außerhalb des Gebiets A und evt. B₁/B₂ und wird begrenzt durch die Isodosislinie

$$D_{EB}^{GK} (NTELU) = DOSLU \cdot DFMAX \quad (3.5-19)$$

D_{EB}^{GK} [rem]	Ganzkörperdosis durch externe Strahlung im Freien durch die am Boden abgelagerte Aktivität im Zeitraum bis NTELU Jahre
NTELU [a]	Bezugszeitraum für D_{EB}^{GK} (siehe Abschnitt 4.2.5)
DOSLU [rem]	Kriterium für Umsiedlung (siehe Abschnitt 4.2.5)
DFMAX	Maximaler Dekontaminationsfaktor

Eine Umsiedlung wird also dann angenommen, falls durch die maximal mögliche Dekontamination die Dosis D_{EB}^{GK} nicht auf Werte kleiner oder gleich DOSLU begrenzt werden kann.

Das Gebiet D_1 liegt außerhalb des Gebietes C und wird begrenzt durch die Isodosislinie

$$D_{EB}^{GK}(\text{NTELU}) = \text{DOSLU} \quad (3.5-20)$$

Das Gebiet D_1 ist so gewählt, daß durch Dekontamination eine Begrenzung der Dosis D_{EB}^{GK} auf Werte kleiner oder gleich DOSLU möglich ist.

Die Gegenmaßnahme "Verzehrverbot landwirtschaftlicher Produkte" wird als unabhängig von den bisher besprochenen Gebietstypen betrachtet (siehe Tab. 2.4-1).

Die Dosen über die verschiedenen Expositionspfade werden in der im folgenden beschriebenen Weise berechnet.

Externe Strahlung aus der Abluftfahne

Die Dosen durch externe Strahlung aus der Abluftfahne werden für alle Aufpunkte im Unterprogramm AKUT berechnet und im Feld EXDOS zusammen mit der externen Strahlung vom Boden innerhalb der ersten Woche übergeben.

Inhalation aus der Abluftfahne

Die Berechnung der Inhalationsdosis wird für die betrachteten Organe IO und jede Emissionsphase NP zunächst für Punkte auf der Fahnenachse durchgeführt:

$$DSINH(\text{IO}, \text{NP}) = \sum_{K=1}^{KMAX} \text{AKTINH}(K, \text{NP}) \cdot \text{GEFINH}(K, \text{IO}) \quad (3.5-21)$$

$\text{AKTINH} [Ci]$ Inhalierete Aktivität (berechnet im Unterprogramm ANFANG)

$\text{GEFINH} [rem/Ci]$ Effektiver Dosisfaktor

Die effektiven Inhalations-Dosisfaktoren berücksichtigen bei den langlebigen Nukliden den Zeitverlauf des Schadenseintritts und die natürliche Sterberate der Bevölkerung. Die Berechnungsgrundlagen und die Zahlenwerte sind in /BA 80/ zusammengestellt.

Zur Berechnung der Inhalationsdosis in einem azimutalen Flächenelement ND werden die für die Fahnenachse gültigen Dosiswerte über die Emissionsphasen aufsummiert und mit den entsprechenden Faktoren SIGFAK für den relativen Beitrag gewichtet. In den Gebieten A und B₁/B₂ wird zusätzlich der vom Unterprogramm AKUT übernommene Faktor FINH für die erhöhte Atemrate und die u.U. verkürzte Inhalationsdauer berücksichtigt:

$$\text{DOSEFF}(\text{IO}) = \sum_{\text{NP}} \text{DSINH}(\text{IO}, \text{NP}) \cdot \text{SIGFAK}(\text{JW}) \cdot \text{FINH}(\text{NP}, \text{ND}) \quad (3.5-22)$$

NP mit $\text{INDSEK}(\text{NP}, \text{ND}) \neq 0$
JW = $\text{INDSEK}(\text{NP}, \text{ND})$

Externe Bestrahlung durch am Boden abgelagerte Aktivitäten

Der im Zeitraum bis zum 7. Tag auflaufende Teil der Strahlenexposition wird im Unterprogramm AKUT für jedes Flächenelement ND, jedes Organ IO und jede Gruppe NA der Fahrzeiten unter Berücksichtigung der Schutz- und Gegenmaßnahmen ermittelt und im Feld EXDOS(IO, NA, ND) übernommen. In SPAET wird nur der vom 8. Tag an resultierende Dosisbeitrag berechnet. Dazu wird zunächst die Dosis $D_{\text{EB}}^{\text{GK}}$ zur Berücksichtigung der Umsiedlung und Dekontamination für die Fahnenachse ermittelt. Für jedes Flächenelement ND wird dann im Unterprogramm UMSIED geprüft, ob Umsiedlungs- und Dekontaminationsmaßnahmen notwendig sind. Es sind folgende Kombinationen möglich:

a) Keine Dekontamination und keine Umsiedlung notwendig.

Die Dosis wird mit dem Unterprogramm DOSBOD für den Zeitraum vom 8. Tag bis Unendlich integriert, über die Emissionsphasen aufsummiert und mit dem Abschirmfaktor für Mischaufenthalt multipliziert.

Dieser Fall schließt auch die Gebiete A und B₁/B₂ ein, wenn dort eine Rückkehr nach einer Woche möglich ist.

- b) Keine Umsiedlung, aber Dekontamination notwendig
Bis zum Zeitpunkt NTDEKO wird keine Dekontamination, danach der im Unterprogramm UMSIED ermittelte Dekontaminationsfaktor DEKO berücksichtigt. Auch hier sind wie bei a) die Gebiete A und B₁/B₂ eingeschlossen.
- c) Umsiedlung notwendig, Rückkehr möglich
Nach dem Zeitpunkt der Rückkehr, der in UMSIED ermittelt wird, wird die Dosis unter Berücksichtigung des maximal möglichen Dekontaminationsfaktors ermittelt. Der Beitrag aus dem Zeitraum vom 8. Tag bis zur Umsiedlung wird nur dann addiert, wenn keine Evakuierung oder schnelle Umsiedlung berücksichtigt wurde. Eine Dekontamination wird für diesen Zeitraum noch nicht angenommen. Die Umsiedlung beginnt zum Zeitpunkt NTUMS und schreitet mit der Rate UMSRAT (km²/d) von kleineren zu größeren Entfernungen fort. Diesem Modell liegt die Überlegung zugrunde, daß die Kontamination i.a. in der Nähe des Reaktors höher ist und diese Gebiete früher geräumt werden.
- c) Umsiedlung notwendig, Rückkehr nicht möglich
Falls die notwendige Umsiedlungsdauer größer als NTUMMX ermittelt wird, wird eine Rückkehr ausgeschlossen. Für den Zeitraum bis zur Umsiedlung gelten die gleichen Annahmen wie bei c).

Inhalation von resuspendierten Aktivitäten

Die Zeiträume, in denen eine Inhalation resuspendierter Aktivitäten erfolgt, werden durch die Verweildauer der Bevölkerung bestimmt. Diese wird in Analogie zum Expositionspfad "Externe Bestrahlung vom Boden" behandelt. In gleicher Weise wird die am Boden verbleibende Aktivität aufgrund der Dekontamination berücksichtigt. Für den Resuspensionsfaktor, d.h. das Verhältnis der Aktivitätskonzentration in der Luft zur Kontamination des Bodens, wird folgende Zeitabhängigkeit angesetzt /US 75/:

$$r(t) = r_1 \cdot \exp \{-\lambda_1 \cdot t\} + r_0 \quad (3.5-23)$$

$$r_1 = 10^{-5} \text{ m}^{-1}$$

$$r_0 = 10^{-9} \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda_1 = 2,15 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$$

Zusätzlich wird noch die zeitliche Abhängigkeit der Aktivität am Boden entsprechend dem Vorgehen im Unterprogramm DOSBOD berücksichtigt. Die Integration der zeitlich ausgedehnten Inkorporation mit den demographischen Daten (siehe /Ba 80/) führt zu effektiven Dosisfaktoren für die Resuspension. Die im Programm angewandten Zahlenwerte sind in /Ba 80/ angegeben.

Ingestion

Bei der Ingestion wird unterschieden zwischen Milch und anderen landwirtschaftlichen Produkten. Hierbei wird jeweils unterschieden zwischen der ersten Ernte, welche die direkte Ablagerung auf Pflanzenoberflächen berücksichtigt, und den folgenden Ernten, die nur über die Wurzel Aufnahme kontaminiert sind. Zur Berechnung der inkorporierten Aktivität werden die normierten integralen Inkorporationen aus /US 75/ übernommen, die angeben, welche Aktivität nach einer Kontamination von 1 Ci/m^2 in verschiedenen Zeiträumen aufgenommen werden (siehe /FB 80/). Die im Programm verwendeten effektiven Ingestions-Dosisfaktoren werden in /Ba 80/ hergeleitet. Das Ingestionsmodell setzt voraus, daß jedes Individuum nur lokal erzeugte Lebensmittel verzehrt. Die Dosisbeiträge durch Ingestion des jeweiligen Produkts werden nur dann berücksichtigt, wenn sie unter den Dosisgrenzwerten der Kriterien für Verzehrsverbote liegen.

Milchkonsum : Ganzkörperdosis < CRITM1 und
Knochenmarkdosis < CRITM2 und
Schilddrüsendosis < CRITM6

Konsum anderer Produkte: Ganzkörperdosis < CRITP1 und
Knochenmarkdosis < CRITP2

Nach Aufsummierung aller Dosisbeiträge werden die Individualschäden für jedes Organ berechnet:

$$\text{SF}(\text{IO}) = \text{DOSIS}(\text{IO}) \cdot \text{SFKRBS}(\text{IO}) \quad (3.5-24)$$

$\text{SFKREBS} [\text{rem}^{-1}]$ Risikofaktor für letalen Krebs
oder Leukämie

Zur Vermeidung von Mehrfachberücksichtigungen werden folgende Begrenzungen eingeführt:

1.) $\text{SF}(\text{IO}) \leq 1$ (3.5-25a)

2.) $\text{SFSUM} = \text{SF}(1) + (1-\text{SF}(1)) \cdot \text{SF}(2) + (1-\text{SF}(1)) \cdot (1-\text{SF}(2)) \cdot \text{SF}(3) + \dots$ (3.5-25b)

3.) $\text{SFSUM} = \text{SFSUM} \cdot (1-\text{SFFRUEH})$ (3.5-25c)

Abschließend werden die für die azimutalen Flächenelemente ND berechneten Individualschäden auf das starre Koordinatensystem übertragen (mittels INDPFR und NPFRAC).

3.5.5 Unterprogramme DOSBOD und AKKUM

Das Unterprogramm DOSBOD berechnet die Dosis durch externe Strahlung von am Boden abgelagerten Aktivitäten. Im Unterprogrammaufruf (bzw. über einen COMMON-Block) werden die Emissionsphasen, die Organe sowie der Integrationszeitraum spezifiziert. Falls der Beginn des Integrationszeitraum innerhalb von sieben Tagen nach der Kontamination liegt, werden die KMAX Nuklide berücksichtigt, die im Feld KACT angegeben sind. Für spätere Zeiträume kann zur Rechenzeiteinsparung mit reduzierter Nuklidzahl KMAXLZ der Nuklide im Feld KLZ gerechnet werden. Für den Zeitverlauf der Bodenkontamination des C_B Nuklids K wird angenommen /US 75/:

$$C_B(t,K) = C_B(t=0,K) \{0,63 \cdot \exp(-\lambda_1^{\text{eff}} \cdot t) + 0,37 \cdot \exp(-\lambda_2^{\text{eff}} \cdot t)\} \quad (3.5-26)$$

$$\lambda_1^{\text{eff}} = \lambda_r(K) + 3,591 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$$

$$\lambda_2^{\text{eff}} = \lambda_r(K) + 2,373 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$$

$$\lambda_r(K) = \text{radiologische Zerfallkonstante des Nuklids K} \quad [\text{s}^{-1}]$$

Die Dosis im Zeitraum t_1 bis t_2 für das Organ IO aufgrund der Ablagerung durch die Emissionsphase NP ergibt sich zu:

$$\text{DOSIS}(\text{IO}, \text{NP}) = \sum_K \text{AKTBOD}(K, \text{NP}) \cdot \text{GBOD}(K, \text{IO}) \cdot \text{EXPO}(K) \quad (3.5-27)$$

$\text{AKTBOD} \quad \left[\frac{\text{Ci}}{\text{m}^2} \right] \quad \text{Anfangsbodenkontamination}$

$\text{GBOD} \quad \left[\frac{\text{rem} \cdot \text{m}^2}{\text{Ci} \cdot \text{s}} \right] \quad \text{Dosisfaktor}$

$$\text{EXPO}(K) = \int_{t_1}^{t_2} C_B(t, K) dt / C_B(t = 0, K)$$

Die Summation läuft über die für den Zeitraum relevanten Nuklide. Die Berechnung des Zeitintegrals EXPO wird mit Hilfe des Unterprogramms AKKUM durchgeführt, das die Exponentialfunktion unter Verwendung von Näherungsformeln für bestimmte Argumentbereiche integriert.

3.5.6 Unterprogramm UMSIED

Das Unterprogramm UMSIED wird vom Unterprogramm SPAET für jedes azimutale Flächenelement aufgerufen und prüft, ob eine Umsiedlung notwendig ist, und berechnet evt. deren Dauer und den Dekontaminationsfaktor DEKO. UMSIED benutzt dabei das Unterprogramm DOSBOD. Die Ganzkörperdosis $D_{\text{EB}}^{\text{GK}}$ im Zeitraum bis NTELU durch externe Strahlung vom Boden im Freien wird für die Fahnenachse von SPAET übernommen und für das Flächenelement ND umgerechnet. Liegt diese Dosis zwischen DOSLU (= Umsiedlungskriterien) und $\text{DOSLU} \cdot \text{DFMAX}$ (DFMAX = maximaler Dekontaminationsfaktor), so findet keine Umsiedlung statt (JAHR = 1) und der anzuwendende Dekontaminationsfaktor DEKO wird so bestimmt, daß die resultierende Dosis gleich DOSLU ist:

$$\text{DEKO} = D_{\text{EB}}^{\text{GK}} / \text{DOSLU} \quad (3.5-28)$$

Ist eine Umsiedlung notwendig ($D_{\text{EB}}^{\text{GK}} > \text{DOSLU} \cdot \text{DFMAX}$), so wird der Dekontaminationsfaktor für den Zeitraum nach der Rückkehr gleich DFMAX gesetzt. Die Dauer der Umsiedlung wird in Jahresschritten ermittelt. Ergibt sich ein Wert größer als die maximale Umsied-

lungsdauer NTUMMX, so wird eine Rückkehr ausgeschlossen. Die Berechnung der Umsiedlungsdauer erfolgt nach dem in Abb. 3.5-8 dargestellten Verfahren. Es werden die Ganzkörperdosen im Zeitraum NTELU nach der angenommenen Rückkehr nach 1, 2 und NTUMMX Jahren berechnet. Diese Werte werden jeweils mit dem Kriterium DOSLU verglichen und so die Dauer ermittelt. Zwischenwerte werden dabei im einfach-logarithmischen Maßstab linear interpoliert.

3.6 Unterprogramm POPSCH

Im Unterprogramm POPSCH wird die Faltung der Individualschäden mit den Bevölkerungsverteilungen (siehe Abschnitt 2.5) durchgeführt. Innerhalb jeder meteorologischen Standortregion werden die Bevölkerungsdaten der zugehörigen Standorte von Unit 20 eingelesen und jeweils mit den Individualschäden IS für jede Freisetzungskategorie und jeden Wetterablauf gefaltet. Die Individualschäden liegen für jede Schadensart in Abhängigkeit vom Entfernungsintervall I und vom Richtungssektor JP (bezogen auf die Fahnenachse JP = 1) vor:

$$IS(JP,I)$$

Die Bevölkerungsdaten liegen für das starre Raster vor:

$$B(J,I)$$

Die Faltung wird so durchgeführt, daß das Feld IS über das Feld B gedreht wird, d.h. jedes J wird einmal mit JP = 1 zur Deckung gebracht. Die Summation über JP und I liefert dann die Populationsschäden PS(J):

$$PS(J) = \sum_I \sum_{JP} IS(JP,I) \cdot B(J',I) \quad (3.6-1)$$

mit $J' = J + JP - 1$

Ist das Feld IS symmetrisch (siehe Abschnitt 3.5.1), so kann die Faltung vereinfacht werden. Der Programmablauf ist schematisch in Abb. 3.5-9 dargestellt.

Außer den gesundheitlichen Schäden werden in POPSCH folgende Größen (entsprechend) berechnet:

- Anzahl der evakuierten Personen
- Anzahl der schnell umgesiedelten Personen
- Anzahl der umgesiedelten Personen
- Gesamtdauer der Umsiedlungsmaßnahmen (Mannjahre)

- Fläche des Gebiets A
- Fläche des Gebiets B_1
- Fläche des Gebiets B_2
- Fläche des Gebiets $B_1 + B_2$
- Fläche des Gebiets C
- Fläche des Gebiets D_1
- Fläche des Gebiets, in dem der unmittelbare Verzehr von Milch verboten werden muß
- Fläche des Gebiets, in dem der Verzehr von Milch in der Folgezeit verboten werden muß
- Fläche des Gebiets, in dem der unmittelbare Verzehr anderer Produkte verboten werden muß
- Fläche des Gebiets, in dem der Verzehr anderer Produkte in der Folgezeit verboten werden muß

Bei der Berechnung von Flächen geht dabei anstelle der Bevölkerungsdaten $B(J,I)$ die richtungsunabhängige Fläche der Kreisringsektoren ein

AREA(I)

Die Ergebnisse sind daher unabhängig von der Richtung J.

3.7 Unterprogramm POPRSK

Das Unterprogramm POPRSK berechnet häufigkeitsbewertete Ergebnisse und speichert diese zur Verwendung in Anschlußprogrammen ab (siehe Kap. 7). Für jede Kombination von meteorologischer Standortregion, zugehörigem Standort und Freisetzungskategorie werden die Ergebnisse aller Wetterabläufe und Richtungssektoren zu einer Häufigkeitsdichte verarbeitet. Die Häufigkeitsdichte gibt für jeden Populationsschaden die Häufigkeit an, mit der dieser Schaden eintritt.

Es wird von den von Unit 24 gelesenen Populationsschäden berücksichtigt:

- Fröhschäden nach Dosis-Wirkungs-Beziehung 1
- Fröhschäden nach Dosis-Wirkungs-Beziehung 2
- Spätschäden
- genetisch signifikante Dosis der zum Zeitpunkt des Unfalls lebenden Personen
- genetisch signifikante Dosis aller Personen
- betroffene Personen (verschiedene Gegenmaßnahmen)
- betroffene Flächen (verschiedene Gebietstypen)

Diese Häufigkeitsdichten werden auf Unit 26 gespeichert und zu komplementären kumulativen Häufigkeitsverteilungen aufsummiert, und ausgedruckt. Die komplementäre kumulative Häufigkeitsverteilung - im folgenden kurz Häufigkeitsverteilung genannt - gibt für jeden Populationsschaden die Häufigkeit an, mit der dieser Schaden oder ein größerer eintritt. Der Programmablauf ist in Abb. 3.5-10 dargestellt.

Die Häufigkeitsdichten werden in diskreten Schritten berechnet. Für Populationsschäden bis zum Umfang 30 dienen alle ganze Zahlen als Stützstellen, für größere Schadensumfänge wird jede Dekade in 50 im logarithmischen Maß äquidistante Stücke unterteilt. Insgesamt werden 256 Stützstellen DGR verwendet. Für die genetisch signifikanten Populationsdosen werden diese Werte mit 1000 multipliziert. Das Datenfeld DICHTe(ID,M) gibt für eine bestimmte Kombination von Standortregion, Standort und Freisetzungskategorie die Wahrscheinlichkeit an, daß bei der Schadensart M ein Popula-

tionsschaden jeden beliebigen ganzzahligen Wert zwischen DGR(ID) und DGR(ID+1) annimmt.

Zur Berechnung der zugeordneten komplementären kumulativen Häufigkeitsverteilung wird die Dichte von großen zu kleinen Werten hin aufsummiert:

$$V(IDD,M) = \sum_{ID=IDD}^{256} \text{DICHTE}(ID,M) \cdot \text{NDGR}(ID) \quad (3.7-1)$$

IDD = 1, ... 256

NDGR Anzahl der ganzen Zahlen im Intervall DGR(ID)

Für die Drucker-Ausgabe werden die Häufigkeitsverteilungen mit 61 Stützstellen berechnet. Die Summation dieser Häufigkeitsverteilungen über die Freisetzungskategorien, gewichtet mit deren Eintrittshäufigkeit, liefert die Häufigkeitsverteilung für einen Standort. In entsprechender Weise lassen sich die Häufigkeitsverteilungen für eine meteorologische Standortregion bzw. die Gesamtverteilung berechnen. Über den Steuerparameter NOVERT lassen sich die verschiedenen Möglichkeiten der Berechnung und des Ausdrucks ansteuern.

Die meteorologischen Daten für die Standortregionen (siehe Abschnitt 3.4.2) werden von der UNIT 10 eingelesen. Die Form, in der diese Daten vorliegen müssen, ist in Anhang 1 beschrieben.

4. Beschreibung der Eingabe

Das Programm ist so konzipiert, daß die Eingabe von Steuerparametern und Daten im wesentlichen auf diejenigen Werte beschränkt werden kann, die von den im Programm vorgegebenen Default-Werten abweichen. Die Eingabe wird dazu in Gruppen unterteilt; diese werden durch eine Titelfarte identifiziert. Der eine Teil der Gruppen muß in jedem Fall vorhanden sein (obligatorische Eingabegruppen), der andere Teil nur dann, falls Default-Werte in der betreffenden Gruppe geändert werden sollen (fakultative Eingabegruppen).

1. Obligatorische Eingabegruppen

- METEOZON Angaben über die meteorologischen Standortregionen für die atmosphärische Ausbreitungsrechnungen, die Auswahl der Wetterabläufe und die Bevölkerungsdaten
- UNFTYP Angaben über die Freisetzungskategorien (Ativitätsfreisetzung, thermische Energie, Zeitverhalten, Häufigkeit, etc.)
- ENDE Kennkarte zur Beendigung der Eingabe

2. Fakultative Eingabegruppen

- ERGEB Optionen für die zu berechnenden und die auszugebenden Ergebnisse
- RASTER Angaben über des Netz der Aufpunkte
- ISOTOPE Angaben über die zu berücksichtigenden Nuklide, das Aktivitätsinventar im Reaktor, Ablagerungs- und Auswaschkonstanten
- METEOPAR Parameterwerte für das meteorologische Modell (Mischungshöhen, Windprofil, etc.)
- EVAKUIER Parameterwerte zur Berücksichtigung von Schutz- und Gegenmaßnahmen (Gebietsdefinitionen, Abschirmfaktoren, Zeiträume, etc.)
- DOSWIRK Parameterwerte für die Dosis-Wirkungs-Beziehungen im Schadensmodell

Bei den fakultativen Eingabegruppen wird zur weiteren Vereinfachung der Eingabe die Fortran NAMELIST-Option verwendet. Dafür gelten folgende Regeln:

- a) Die Daten müssen auf dem Eingabemedium in der folgenden Form erscheinen:

variablename = konstante

Der variablename darf indiziert sein.

- b) Die zu Bereichen gehörenden Daten müssen in der folgenden Form auf dem Eingabemedium erscheinen:

bereichsname = konstante₁, k*konstante₂, ...

Hierbei bedeutet k eine ganze Zahl ohne Vorzeichen; durch ihre Angabe ist festgelegt, daß die nachfolgende Konstante k-mal zu wiederholen ist, d.h. k aufeinanderfolgenden Bereichselementen als Wert zugewiesen werden soll. Es müssen genau so viele Konstanten spezifiziert werden, wie der Bereich Elemente aufweist.

- c) Bei allen Eingabesätzen wird die erste Spalte ignoriert.
- d) Die Spalte 2 des ersten Eingabesatzes muß das Zeichen & enthalten. Der NAMELIST-Namen muß ab Spalte 3 erscheinen. Weitere Informationen darf dieser erste Satz nicht enthalten.
- e) In den nachfolgenden Sätzen dürfen beliebig vielen Variablen bzw. Bereichen Werte zugewiesen werden. Es dürfen jedoch nur die Variablen aufgeführt werden, deren Namen in die entsprechende Namensliste aufgenommen sind (siehe NAMELIST-Vereinbarung). Jeder Zuweisung muß unbedingt ein Komma folgen. In jedem Satz muß mindestens eine Zuweisung erfolgen. Leerzeichen dürfen zur Verbesserung der Lesbarkeit zusätzlich in die Sätze eingefügt werden, doch dürfen sie keinesfalls in Namen oder Konstanten eingebettet werden.
- f) Nach der letzten Zuweisung im letzten Datensatz ist kein Komma mehr erforderlich, ein evtl. an dieser Stelle erscheinendes Komma wird jedoch nicht als Fehler angesehen.

g) Nach dem letzten Datensatz muß ein weiterer Eingabesatz folgen, der auf den Spalten 1 bis 5 die folgenden Informationen enthält:

b&END

(b bedeutet hier das Leerzeichen).

h) Innerhalb der Datensätze dürfen den Variablen Werte in einer beliebigen Reihenfolge zugewiesen werden.

Die Reihenfolge, in der die Eingabegruppen eingegeben werden, ist beliebig mit zwei Ausnahmen:

1. Die Gruppe RASTER muß vor der Gruppe METEOZON liegen
2. Die letzte Gruppe muß ENDE sein.

Die im jeweiligen Rechenlauf verwendeten Steuerparameter und Eingabedaten werden zur Kontrolle ausgedruckt. Im folgenden wird die Eingabe der einzelnen Gruppen beschrieben. Dabei wird mit K ein oder mehrere Eingabesätze (LRECL = 80) verstanden. S bezeichnet eine Marke, zu der gesprungen werden kann.

4.1 Obligatorische Eingabegruppen

4.1.1 Eingabegruppe METEOZON

In der Gruppe METEOZON werden die Daten der Reaktorstandorte eingegeben, ihre Zuordnung zu meteorologischen Standortregionen, die Auswahl der zu berücksichtigenden Wetterabläufe sowie Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Wetterabläufe und der Windrichtungen.

Falls das Raster der Aufpunkte von den Default-Werten abweichen soll, muß vor der Eingabe von METEOZON die Gruppe RASTER eingegeben werden.

K1.1 Titelkarte METEOZON (FORMAT A8, 2X, I10)

'METEOZON'⁺⁾ Identifizierung (linksbündig)
NMET Anzahl der zu berechnenden Standortregionen
(maximal 4)

Für jede Standortregion NM (NM = 1, ... NMET) sind K1.2 bis K1.8 erforderlich.

K1.2 Karte der Standortregion NM (FORMAT A8, 2X, 3I10, E10.2, 3I10)

ZONNAM (NM) Name der Standortregion
LNMAX (NM) Anzahl der zu berechnenden Wetterabläufe
(maximal 115)
NSTMAX (NM) Anzahl der Reaktorstandorte
(maximal 10)
LPOPT (NM) Option zur Wahl der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wetterabläufe
= 0 Gleichverteilung, d.h. PWET = 1 / LNMAX (NM)
≠ 0 PWET wird von K1.4 eingelesen
PMET (NM) Wichtungsfaktor der Standortregion, i.a. wird
$$PMET = \frac{\text{Anzahl der Reaktorblöcke in der Standortregion}}{\text{Gesamtzahl der Reaktorblöcke}}$$
gesetzt werden

⁺⁾ Die Apostrophe bei den Identifizierungsworten der Eingabegruppe dienen nur zur Kenntlichmachung in der Beschreibung, daß diese Worte in der angegebenen Form einzugeben sind.

IRAU (NM) Index der Rauigkeitsstufe des Geländes für die
Ausbreitungsparameter

= 1 Geringe Rauigkeit (Gras, Rauigkeits-
länge $z_0 < 10$ cm)

= 2 Mittlere Rauigkeit (Niedriger Bewuchs,
lockere Bebauung; Rauigkeitslänge
 $z_0 = 10$ cm bis 1 m)

= 3 Große Rauigkeit (Bewaldetes oder bebautes
Gebiet; Rauigkeitslänge $z_0 > 1$ m)

IHOM (NM) Meßhöhe der Windgeschwindigkeit (Anemometerhöhe)
in m

IBEWE (NM) Zeit zwischen zwei Wetterabläufen in h

K1.3 Begrenzung der Ausbreitungsparameter in Standortregion NM
(FORMAT 6I10)

(MISCH (IK,NM),
IK=1,6) Maximaler vertikaler Ausbreitungsparameter
in m für jede Ausbreitungskategorie IK (IK = 1,...6
entsprechend A bis F)

Falls LPOPT (NM) = 0 folgt S1

K1.4 Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wetterabläufe
(FORMAT 8E10.2) und Folgekarten

PWET (L, NM) Wahrscheinlichkeit des Wetterablaufs L (L=1,...LNMAX(NM))
Die Summe aller PWET muß gleich 1 sein.

S1 Für jeden Standort NS (NS = 1,...NSTMAX(NM)) sind K1.5 bis K1.8
erforderlich

K1.5 Karte des Standorts NS in der Region NM

(FORMAT A8, 2X, I10, E10.2, I10)

STONAM (NS, NM) Standortname

NSTOPT (NS, NM) Option zur Wahl der Bevölkerungsverteilung

= 0 Konstante Bevölkerungsdichte POPDIC

= 1 Bevölkerungsverteilung wird für alle
Entfernungsringe von K1.7 eingelesen

= 2 Bevölkerungsverteilung wird für die
Entfernungsringe 1 bis IEIN von K1.7
eingelesen, darüber wird die konstante
Bevölkerungsdichte POPDIC eingesetzt.

PSTO (NS, NM) Wahrscheinlichkeit des Standorts innerhalb der
Standortregion, i.a.

$$PSTO = \frac{\text{Anzahl der Reaktorblöcke am Standort}}{\text{Anzahl der Reaktorblöcke in der Standortregion}}$$

Die Summe aller PSTO muß in jeder Standort-
region NM gleich 1 sein.

LROPT (NS, NM) Option zur Wahl der Wahrscheinlichkeits-
verteilung PJ der Windrichtung J

= 0 Gleichverteilung, d.h. $PJ(J, NS, NM) = 1/JMAX$

≠ 0 Windrichtungsverteilung wird von K1.8
eingelesen

Falls NSTOPT (NS, NM) = 1 folgt S2

K1.6 Karte der konstanten Bevölkerungsdichte

(FORMAT E10.2, I10)

POPDIC (NS, NM) Bevölkerungsdichte in Einwohner / km²

IEIN (NS, NM) Index des Entfernungsrings, bis zu dem die
Bevölkerungsverteilung von K1.7 eingelesen
wird, falls NSTOPT (NS, NM) = 2 ist.

S2 Für jeden Richtungssektor J (J = 1, ..., JMAX) folgt K1.7

K1.7 Karte der Bevölkerungsdaten
(FORMAT 9I8) und Folgekarten

MANANF (I, J) Wohnbevölkerung in jedem Entfernungsring I
(I = 1, ..., IMAX) für den betrachteten
Sektor J

Falls LROPT (NS, NM) = 0 folgt S3

K1.8 Karte der Windrichtungshäufigkeit
(FORMAT 10F8.4) und Folgekarten

PJ (J, NS, NM) Windrichtungshäufigkeit für jeden Sektor J
(J = 1, ..., JMAX)
Die Summe aller PJ muß für jeden Standort
gleich 1 sein.

S3 Ende der Eingabegruppe METEZOZON

4.1.2 Eingabegruppe UNFTYP

In der Gruppe UNFTYP werden die Daten der Freisetzungskategorien
eingegeben.

K2.1 Titelkarte UNFTYP
(FORMAT A8, 2X, I10)

`UNFTYP`⁺) Identifizierung (linksbündig)
NUNF Anzahl der Freisetzungskategorien
(maximal 10)

Für jede Freisetzungskategorie NU (NU = 1, ..., NUNF) sind K2.2 bis K2.4
erforderlich.

⁺) siehe Fußnote Seite 64

K2.2 Karte der Freisetzungskategorie NU

(FORMAT A8, 2X, E10.2, 2I10)

UNFNAM (NU)	Name der Freisetzungskategorie
PUNF (NU)	Eintrittshäufigkeit der Freisetzungskategorie in 1 / Reaktorjahr.
NPHASE (NU)	Anzahl der Freisetzungsphasen (maximal 5)
IPZ (NU)	Verschiebung des Beginns der Wetterabläufe gegenüber dem Default-Wert in h

Für jede Freisetzungsphase NP (NP = 1,...NPHASE(NU)) sind K2.3 und K2.4 erforderlich.

K2.3 Karte der Freisetzungsparameter der Phase NP

(FORMAT E10.3, I10, 3E10.3)

TPHASE (NP,NU)	Freisetzungsbeginn in h
IHO (NP,NU)	Freisetzungshöhe in m
QH (NP,NU)	Thermische Energiefreisetzung in cal/s
BR (NP,NU)	Breite der Flächenquelle in m
HOE (NP,NU)	Höhe der Flächenquelle in m

K2.4 Karte der Aktivitätsfreisetzung

(FORMAT 7E10.2)

(FRT(NG,NP,NU),

NG = 1,7) Relative Freisetzung des Aktivitätsinventars
für die Nuklidgruppen NG (NG = 1,...7)

NG = 1	Edelgase
2	Halogene
3	Cäsium/Rubidium
4	Tellur/Antimon
5	Barium/Strontium
6	Ruthenium (inkl. Rh, Co, Mo, Tc)
7	Lanthan (inkl. Y, Zr, Nb, Ce, Pr, Nd, Np, Pu, Am, Cm)

Ende der Eingabegruppe UNFTYP.

4.1.3 Eingabegruppe ENDE

Die Eingabegruppe ENDE besteht nur aus der Karte K3.1 und dient zur Identifizierung des Endes der Eingabe. Falls das Einleseprogramm keine Fehler festgestellt hat, erscheint die Ausgabe

"EINGABE FEHLERFREI ABGESCHLOSSEN"

K3.1 Titeldate ENDE

(FORMAT A8)

'ENDE' +) Identifizierung (linksbündig)

+) siehe Fußnote Seite 64

4.2 Fakultative Eingabegruppen

4.2.1 Eingabegruppe ERGEB

In der Eingabegruppe ERGEB werden Optionen für die Wahl von Modellen, der zu berechnenden Ergebnisse und der zugehörigen Ausgabe eingegeben. Die Titeltkarte wird gefolgt von der Namensliste OPTION.

K4.1 Titeltkarte ERGEB (FORMAT A8)

`ERGEB` +) Identifizierung (linksbündig)

K4.2 Karte der Optionen (NAMELIST-Format) Namensliste OPTION

Die Namensliste OPTION enthält folgende Parameter, deren Typ durch die implizite FORTRAN-Typzuweisung festgelegt ist:

Name	Default-Wert	Parameter
NOMET	1	Option zur Berechnung von Aktivitätskonzentrationen = 0 Keine Berechnung ≠ 0 Berechnung
NOOTMT	1	Option zum Ausdrucken meteorologischer Kontrollgrößen = 0 Kein Ausdruck = 1 Ausdruck für alle Wetterabläufe und die mit IACT definierten Entfernungen = 2 Ausdruck für die mit LMT definierten Wetterabläufe und die mit IACT definierten Entfernungen

+) siehe Fußnote Seite 64

Name	Default-Wert	Parameter
NOOTKZ	2	Option zum Ausdrucken der berechneten Aktivitätskonzentrationen in der Luft = 0 Kein Ausdruck = 1 Ausdruck für alle Wetterabläufe und die mit IACT definierten Entfernungen = 2 Ausdruck für die mit LKZ definierten Wetterabläufe und die mit IACT definierten Entfernungen
LMT (L1) (20 Werte)	1,50,115, 17*10000	Indizes der Wetterabläufe, für welche meteorologische Kontrollgrößen ausgedruckt werden (L1 = 1,...,20; sollen weniger als 20 Wetterabläufe ausgedruckt werden, so ist in die restlichen Plätze eine Zahl > 115 einzutragen)
LKZ (L2) (20 Werte)	20*10000	Indizes der Wetterabläufe, für welche die berechneten Aktivitätskonzentrationen ausgedruckt werden (L2 = 1,...,20; sollen weniger als 20 Wetterabläufe ausgedruckt werden, so ist in die restlichen Speicherplätze eine Zahl > 115 einzutragen)
NOINDS	1	Option zur Berechnung von Individualschäden = 0 Keine Berechnung ≠ 0 Berechnung
NOOTIS	1	Option zum Ausdrucken der Individualschäden = 0 Kein Ausdruck ≠ 0 Ausdruck
NOPSCH	1	Option zur Berechnung von Kollektivschäden = 0 Keine Berechnung ≠ 0 Berechnung
NOOTPS	1	Option zum Ausdrucken von Kollektivschäden = 0 Kein Ausdruck ≠ 0 Ausdruck

Name	Default-Wert	Parameter
NOPOPR	1	Option zur Berechnung von Häufigkeitsverteilungen = 0 Keine Berechnung ≠ 0 Berechnung
NOVERT	1	Option zum Ausdrucken von Häufigkeitsverteilungen = 0 Kein Ausdruck > 0 Gesamtverteilung über alle Parameterkombinationen > 1 zusätzlich für jede Standortregion > 2 zusätzlich für jeden Standort > 3 zusätzlich für jede Freisetzungskategorie
NOCHRO	1	Option zur Berechnung von Spätschäden, falls NOINDS ≠ 0 (Frühschäden müssen in jedem Fall gerechnet werden, falls NOINDS ≠ 0) = 0 Keine Berechnung ≠ 0 Berechnung
NOINDR	1	Option zur Berechnung und zum Ausdrucken von entfernungsabhängigen Individualrisiken (Da der Ausdruck nur wenige Seiten beträgt, wird er nicht getrennt angesteuert) = 0 Keine Berechnung und kein Ausdruck ≠ 0 Berechnung und Ausdruck
NORAIN	1	Option zur Berücksichtigung der radioaktiven Stoffe, die über das letzte Entfernungsintervall hinaus transportiert werden (Berechnung der Schadensbeiträge) = 0 Keine Berücksichtigung ≠ 0 Berücksichtigung

Name	Default-Wert	Parameter
POPDC1	250.0	Bevölkerungsdichte bis zum letzten Entfernungsintervall zur Berechnung der Aufgliederung der Spätschäden nach Expositions- pfaden und Organen. (Einwohner / km ²)
POPDC2	25.0	Bevölkerungsdichte für die Berücksichtigung der radioaktiven Stoffe, die über das letzte Entfernungsintervall hinaus transportiert werden (Einwohner / km ²)
IACT (I) (50 Werte)	50*1	Option zur Wahl der Ausgabe entfernungsabhängiger Ergebnisse (meteorologische Daten, Konzentrationen, Individualschäden) für jede Entfernung I (I = 1, ... I _{MAX}), ergänzt mit Dummy-Werten auf insgesamt 50 Werte = 0 Kein Ausdruck für Entfernung I ≠ 0 Ausdruck für Entfernung I
NRSTEP	4	Anzahl der Stufen der Anpassung der Gauß- verteilung (aus Symmetriegründen wird nur die eine Hälfte der Verteilung berücksichtigt; maximal 4)
SIGANG (NR) (4 Werte)	3.0,2.0, 1.0,0.5	Äußere Begrenzung der Stufen NR (NR = 1, ... NRSTEP) in σ_y/y , ergänzt mit Dummy-Werten auf insgesamt 4 Werte
NOSHFT	0	Option zur Berücksichtigung von Windrichtungs- änderungen während des Ausbreitungsvorgangs = 0 geradlinige Ausbreitung, alle Freisetzungs- phasen werden in der gleichen Richtung überlagert = 1 geradlinige Ausbreitung jeder Freisetzungsphase in der beim jeweiligen Beginn vorliegenden Richtung = 2 bei jeder Freisetzungsphase werden stündliche relative Änderungen der Wind- richtung berücksichtigt

INAH 0 Index des Entfernungsrings, bis zu dem
Windrichtungsänderungen berücksichtigt
werden, falls NOSHFT \neq 0 ist

4.2.2 Eingabegruppe RASTER

In der Eingabegruppe RASTER werden diejenigen Daten eingegeben, welche die Entfernungen für die Dosisberechnung und die Kreisringsektoren für die Bevölkerungsdaten definieren. Wird RASTER benutzt, so muß die Gruppe vor METEZOZON liegen. Die Titelkarte wird gefolgt von der Namensliste NETZ.

K5.1 Titelkarte RASTER
(FORMAT A8)

 `RASTER`⁺⁾ Identifizierung (linksbündig)

K5.2 Datenkarte
(NAMELIST-Format)
 Namensliste NETZ

Die Namensliste NETZ enthält folgende Parameter, deren Typ durch die implizite FORTRAN-Typzuweisung festgelegt ist:

Name	Default-Wert	Parameter
IMAX	18	Anzahl der Entfernungsringe (maximal 50)
JMAX	36	Anzahl der Richtungssektoren (maximal 36)
RA (I) (50 Werte)		Äußere Radien der Entfernungsringe I (I=1,...IMAX) in m, ergänzt mit Dummy-Werten auf insgesamt 50 Werte
	800.,1200.,1600., 2400.,3600.,5400., 8000.,12000., 16000.,24000., 36000.,54000., 80000.,120000., 160000.,240000., 360000.,540000., 32 * 0.0	

⁺⁾ siehe Fußnote Seite 64

Name	Default-Wert	Parameter
R (I)		Entfernungen für Dosisberechnung innerhalb der
(51 Werte)		Entfernungsringe I (I=1,...IMAX) in m, ergänzt
	700.,1000.,	mit Dummy-Werten auf insgesamt 51 Werte
	1400.,2000.,	(Für die Berechnung der Ausbreitung muß ein
	3000.,4500.,	Aufpunkt außerhalb des letzten berücksichtigten
	6700.,10000.,	Entfernungsrings RA (IMAX) liegen)
	14000.,20000.,	
	30000.,45000.,	
	67000.,100000.,	
	140000.,200000.,	
	300000.,450000.,	
	600000.,32*0.0	

4.2.3 Eingabegruppe ISOTOPE

In der Eingabegruppe ISOTOPE werden nuklidspezifische Daten eingegeben.
Die Titeltkarte wird gefolgt von der Namensliste ISOPAR.

K6.1 Titeltkarte ISOTOPE
(FORMAT A8)

'ISOTOPE' +) Identifizierung (linksbündig)

K6.2 Datenkarte
(NAMELIST-Format)
Namensliste ISOPAR

Die Namensliste enthält folgende Parameter, deren Typ durch die implizite FORTRAN-Typzuweisung festgelegt ist:

Name	Default-Wert	Parameter
KMAX	54	Anzahl der berücksichtigten Nuklide für den kurzfristigen Expositionszeitraum (Wolkenstrahlung, Inhalation, Bodenstrahlung bis 7d) (maximal 54)

+) siehe Fußnote Seite 64

Name	Default-Wert	Parameter
KMAXLZ	10	Anzahl der berücksichtigten Nuklide für die Bodenstrahlung ab dem achten Tag (maximal 54)
KMAXIG	7	Anzahl der berücksichtigten Nuklide für die Ingestion (maximal 7)
KMAXRS	10	Anzahl der berücksichtigten Nuklide für die Resuspension (maximal 54)
KACT (K1) (54 Werte)	1,2,3,..., 53,54	Indizes der zu berücksichtigenden Nuklide für den kurzfristigen Expositionszeitraum bis 7d (K1=1,...54; die ersten KMAX Werte werden berücksichtigt, der Rest muß mit Dummy-Werten aufgefüllt werden. (Indexliste siehe Tab. 2.1-1)
KLZ (K1) (54 Werte)	1,2,13,15,18, 20,30,37,38, 39,44*0	Indizes der zu berücksichtigenden Nuklide für die Bodenstrahlung ab dem 8. Tag (K1=1,...54; die ersten KMAXLZ Werte werden berücksichtigt, der Rest muß mit Dummy-Werten aufgefüllt werden (Indexliste siehe Tab. 2.1-1)
KEFFIG (K1) (54 Werte)	8,9,30,32, 37,38,39, 47*0	Indizes der zu berücksichtigenden Nuklide für die Ingestion (K1=1,...54; die ersten KMAXIG Werte werden berücksichtigt, der Rest muß mit Dummy-Werten aufgefüllt werden. (Folgende Nuklide können berücksichtigt werden:
	8	Sr - 89
	9	Sr - 90
	30	J - 131
	32	J - 133
	37	Cs - 134
	38	Cs - 136
	39	Cs - 137)

Name	Défault-Wert	Parameter
KEFFRS (K1) (54 Werte)	9,20,39,48, 49,50,51,52, 53,54,44*0	Indizes der zu berücksichtigenden Nuklide bei der Resuspension (K1=1,...54; die ersten KMAXRS Werte werden berücksichtigt, der Rest muß mit Dummy-Werten aufgefüllt werden (Indexliste siehe Tab. 2.1-1)
VENTA (K) (54 Werte)	(siehe Tab. 2.1-1)	Aktivitätsinventar in Ci des Nuklids K (K=1,...54)
VA (NS) (3 Werte)	0.0,0.01,0.01	Ablagerungsgeschwindigkeit in m/s für die Nuklidgruppe NS - Edelgase (NS = 1) - Aerosole (NS = 2) - Halogene (NS = 3)
AMDA (NS,IR) (9 Werte)	0.0,1.10 ⁻⁴ , 1.10 ⁻⁴ ,0.0, 5.10 ⁻⁴ ,5.10 ⁻⁴ , 0.0,1.10 ⁻³ , 1.10 ⁻³	Washoutkoeffizient in 1/s für die Niederschlagsstufe IR und die Nuklidgruppe NS - Edelgase (NS = 1) - Aerosole (NS = 2) - Halogene (NS = 3)
IREGGR (IR1) (2 Werte)	100,300	Grenzwerte der Niederschlagsstufen IR in 0,01 mm/h - IR = 1 : Niederschlag < IREGGR (1) - IR = 2 : Niederschlag von IREGGR (1) bis IREGGR (2) - IR = 3 : Niederschlag > IREGGR (2)

4.2.4 Eingabegruppe METEOPAR

In der Eingabegruppe METEOPAR werden Parameterwerte für das meteorologische Modell eingegeben. Die Titeltkarte wird gefolgt von der Namensliste METEOR.

K7.1 Titeldkarte METEOPAR
(FORMAT A8)

`METEOPAR` +) Identifizierung (linksbündig)

K7.2 Datenkarte
(NAMELIST-Format)
Namensliste METEOR

Die Namensliste enthält folgende Parameter, deren Typ durch die implizite FORTRAN-Typzuweisung festgelegt ist:

Name	Default-Wert	Parameter
WPE (IK) (6Werte)	0.07,0.13,0.21, 0.34,0.44,0.44	Windprofilexponent der Ausbreitungs- kategorien IK (IK = 1,...6 entsprechend A bis F)
HE	100.	Maximale Höhe in m, über welche die Windgeschwindigkeit gemittelt wird falls die effektive Aufstiegshöhe der Fahne kleiner als HE ist.

4.2.5 Eingabegruppe EVAKUIER

In der Eingabegruppe EVAKUIER werden Parameterwerte zur Berücksichtigung von Schutz- und Gegenmaßnahmen eingegeben. Die Titeldkarte wird gefolgt von der Namensliste EVAPAR.

K8.1 Titeldkarte EVAKUIER
(FORMAT A8)

`EVAKUIER` +) Identifizierung (linksbündig)

K8.2 Datenkarte
(NAMELIST-Format)
Namensliste EVAPAR

Die Namensliste enthält folgende Parameter, deren Typ durch die implizite FORTRAN-Typzuweisung festgelegt ist:

+) siehe Fußnote Seite 64

Name	Default-Wert	Parameter
AFFREI (N) (2 Werte)	0.50,1.00	Abschirmfaktoren bei Aufenthalt im Freien für Strahlung vom Boden (N=1) und aus der Abluftfahne (N=2)
AFHAUS (N) (2 Werte)	0.20,0.30	Abschirmfaktoren bei Aufenthalt im Haus
AFKELL (N) (2 Werte)	0.10,0.15	Abschirmfaktoren bei Aufenthalt an geschützten Stellen
AFNORM (N) (2 Werte)	0.25,0.40	Abschirmfaktoren bei Mischaufenthalt (zeitliche Mittelwerte)
ARAT	$2.546 \cdot 10^{-4}$	Mittlere Atemrate in m ³ /s
ARCFA	1.5	Verhältnis der Atemrate in Gebiet A bei der Evakuierung zur mittleren Atemrate
ARCFB	1.5	Verhältnis der Atemrate in Gebiet B ₁ /B ₂ bei der schnellen Umsiedlung zur mittleren Atemrate
		Kriterium für das zeitweilige Verzehrsverbot von Milch
CRITM1	3.3	- Ganzkörperdosis in rem
CRITM2	3.3	- Knochenmarksdosis in rem
CRITM6	10.0	- Schilddrüsendosis in rem
		Kriterium für das zeitweilige Verzehrsverbot anderer Produkte
CRITP1	2.0	- Ganzkörperdosis in rem
CRITP2	2.0	- Knochenmarksdosis in rem
DFMAX	10.0	Maximaler Dekontaminationsfaktor
DOSLU	25.0	Kriterium für die Dekontamination (Gebiet D ₁) (potentielle Ganzkörperdosis in rem durch externe Bestrahlung vom Boden im Zeitraum NTELU)

Name	Default-Wert	Parameter
DOSSU	100.0	Kriterium für die schnelle Umsiedlung (Gebiet B ₁ /B ₂) (potentielle Knochenmarksdosis in rem durch externe Bestrahlung vom Boden innerhalb von 7 Tagen)
IEVA1	7 (≅ 8 km)	Index des letzten Entfernungintervalls, das zum Sektor des Gebietes A gehört
IEVA2	4 (≅ 2,4 km)	Index des letzten Entfernungintervalls, das zum Vollkreis des Gebietes A gehört
IEVA3	10 (≅ 24 km)	Index des letzten Entfernungintervalls, das zum Gebiet B ₁ gehört
NAG	3	Anzahl der Personengruppen mit unterschiedlichen Aufenthaltsorten während der Schutzphase (maximal 5); die Reihenfolge der Gruppen ist jedoch festgelegt, siehe PAUF.
NFZV	3	Anzahl der Bereiche, für die aufgrund der Bevölkerungsdichte bei der schnellen Umsiedlung verschiedene Fahrzeiten angenommen werden (maximal 3).
NFG	3	Anzahl der verschiedenen Fahrzeiten innerhalb der Bereiche unterschiedlicher Bevölkerungsdichte (maximal 3).
NTDEKO	30	Zeitpunkt der Dekontamination in d (maximal 730 d)
NTELU	30	Bezugszeitraum in a für das Kriterium DOSLU
NTUMMX	10	Maximale Umsiedlungsdauer in a. Nach NTUMMX wird eine Rückkehr nicht mehr berücksichtigt.
NTUMS	30	Beginn der Umsiedlung in Tagen

Name	Default-Wert	Parameter																					
PAUF (NA) (5 Werte)	0.03,0.32,0.65, 2*0.0	Wahrscheinlichkeitsverteilung der Personengruppen NA (NA=1,...5) unterschiedlicher Aufenthaltsorte während der Schutzphase in den Gebieten A und B ₁ /B ₂ (Die Summe von PAUF muß gleich 1 sein)																					
		<table border="0"> <thead> <tr> <th>Gruppe NA</th> <th colspan="2">Aufenthaltort</th> </tr> <tr> <td></td> <th>vor Schutzphase</th> <th>während Schutzphase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Im Freien</td> <td>Im Freien</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Im Haus</td> <td>Im Haus</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Im Haus</td> <td>Im Keller</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Im Freien</td> <td>Im Haus</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Im Freien</td> <td>Im Keller</td> </tr> </tbody> </table>	Gruppe NA	Aufenthaltort			vor Schutzphase	während Schutzphase	1	Im Freien	Im Freien	2	Im Haus	Im Haus	3	Im Haus	Im Keller	4	Im Freien	Im Haus	5	Im Freien	Im Keller
Gruppe NA	Aufenthaltort																						
	vor Schutzphase	während Schutzphase																					
1	Im Freien	Im Freien																					
2	Im Haus	Im Haus																					
3	Im Haus	Im Keller																					
4	Im Freien	Im Haus																					
5	Im Freien	Im Keller																					
PFD (NF,NFZ) (9 Werte)	9*0.3333	Relativer Anteil der Fahrzeit NF (NF = 1,...NFG; ergänzt auf 3) innerhalb des Bereichs NFZ der Bevölkerungsdichte (NFZ = 1,...NFZV; ergänzt auf 3) (Die Summe über NF muß für jedes NFZ gleich 1 sein).																					
POPFZ (NFZ) (3 Werte)	0.0,100., 400.	Grenzen in Einw./km ² der Bereiche NFZ unterschiedlicher Bevölkerungsdichte (NFZ = 1,...NFZV; ergänzt auf 3) für die Fahrzeiten bei der schnellen Umsiedlung - Bereich 1 : POPFZ (1) - POPFZ (2) - Bereich 2 : POPFZ (2) - POPFZ (3) - Bereich 3 : > POPFZ (3)																					
TAUSA	1.5	Fahrzeit zum Verlassen des Gebietes A in h																					

Name	Default-Wert	Parameter
TFahr (NF,NFZ) (9 Werte)	0.35,0.50,1.25, 0.55,1.50,4.75, 0.75,2.25,7.25	Fahrzeiten zum Verlassen des Gebietes B_1/B_2 in h für jeden Bereich NFZ (NFZ = 1,...NFZV; ergänzt auf 3) unterschiedlicher Bevölkerungsdichte und jeder Gruppe NF (NF = 1,...NFG; ergänzt auf 3)
TIMA	6.0	Dauer der Schutzphase im Gebiet A in h
TINA	2.0	Zeitpunkt des Aussuchens geschützter Räume im Gebiet A in h
TINB	2.0	Zeitpunkt des Aufsuchens geschützter Räume im Gebiet B_1/B_2 in h
TSTRTB	14.0	Frühestmöglicher Beginn der schnellen Umsiedlung im Gebiet B_1/B_2 in h
TVERZB	2.0	Zeitverzögerung in h zwischen Durchzug der Abluftfahne und Beginn der schnellen Umsiedlung im Gebiet B_1/B_2 (frühestens jedoch zum Zeitpunkt TSTRTB).
TVERZE (I) (50 Werte)	50*0.0	Zeitverzögerung in h bis zum Beginn der schnellen Umsiedlung (Gebiet B_1/B_2) für jeden Entfernungsring I (I = 1,...IMAX), ergänzt auf 50 Werte (zusätzlich zu TVERZB)
UMSRAT	5.0	Umsiedlungsrate im Gebiet C in km^2/d
WGRNZA	30.0	Öffnungswinkel des Sektors in Gebiet A in Grad

4.2.6 Eingabegruppe DOSWIRK

In der Eingabegruppe DOSWIRK werden Parameterwerte für die Berechnung gesundheitlicher Schäden (Dosis-Wirkungs-Beziehungen) eingegeben. Für Frühschäden (Tod durch akutes Strahlensyndrom) können zwei Dosis-Wirkungs-Beziehungen -bezogen auf die Knochenmarksdosis- in einem Rechenlauf angewendet werden. Die eine davon hat die Form einer kumulativen Normalverteilung (wahlweise logarithmisch oder linear normalverteilt), die andere ist stückweise linear (3 Streckenzüge).

Wahlweise können die Frühschäden allein aufgrund der Knochenmarksdosis oder zusätzlich noch durch die Lungendosis berechnet werden. Diese Dosis-Wirkungs-Beziehung ist ebenfalls stückweise linear. Für die Spätschäden (Tod durch Leukämie und Krebs) wird von einer linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung ohne Schwellenwert ausgegangen. Die Titelkarte wird gefolgt von der Namensliste WRKPAR.

K9.1 Titelkarte DOSWIRK
(FORMAT A8)

'DOSWIRK' ⁺⁾ Identifizierung (linksbündig)

K9.2 Datenkarte
(NAMELIST-Format)
Namensliste WRKPAR

Die Namensliste enthält folgende Parameter, deren Typ durch die implizite FORTRAN-Typzuweisung festgelegt ist:

Name	Default-Wert	Parameter
NOSF	1	Option zur Auswahl der zu berücksichtigenden Organe für die Frühschäden = 1 nur Knochenmark = 2 Knochenmark und Lunge = 3 nur Lunge
Dosis-Wirkungs-Beziehung 1 (kumulative Normalverteilung, Knochenmark):		
D50	510.0	Mittelwert μ der Verteilung in rem (LD ₅₀ -Wert)
SIG	112.0	Standardabweichung σ der Verteilung in rem > 0 linear normalverteilt < 0 logarithmisch normalverteilt
DOSSW	100.0	Schwellendosis in rem (Für Werte < DOSSW wird die Funktion 0)

⁺⁾ siehe Fußnote Seite 64

5. Beschreibung der Ausgabe

Die Ausgabe von UFOMOD untergliedert sich in einen Kontrollausdruck, der im Programm verwendeten Steuerparameter und Daten und in den Ausdruck der Ergebnisse der verschiedenen Programmteile.

5.1 Kontrollausdruck der Steuerparameter und Daten

Die in den folgenden Beispielen gezeigten Ausdrücke beinhalten jeweils die Default-Werte bei den Größen, bei denen solche definiert sind. Die Daten, die in der Eingabegruppe METEOZON eingelesen werden, werden in der in Abb. 5.1-1a bis 5.1-1c dargestellten Form ausgedruckt. Im Kopf der Abb. 5.1-1c lassen sich auch die Größen der Eingabegruppe RASTER ansehen.

Die Daten über die Freisetzungskategorien, die in der Eingabegruppe UNFTYP eingelesen werden, werden in Form zweier Tabellen ausgedruckt. Die erste enthält die Angaben über die Emission (Eintrittshäufigkeit, Anzahl der Freisetzungsphasen, Verschiebung der Startzeit in Bezug auf die Standardstartzeit, Zeitpunkt der Freisetzung, thermische Energie, Freisetzungshöhe und Größe der Flächenquelle; siehe Abb. 5.1-2a), die zweite die Bruchteile des freigesetzten Kerninventars für die sieben Elementgruppen (siehe Abb. 5.1-2b).

Die Ausgabeform der Steuerparameter (Eingabegruppe ERGEB) ist in Abb. 5.1-3 dargestellt. Die Größen werden jeweils auch mit ihrem Namen der Namensliste gekennzeichnet.

Die Ausgabe der nuklidspezifischen Daten der Eingabegruppe ISOTOPE wird in Abb. 5.1-4 gezeigt. In den letzten vier Spalten werden diejenigen Nuklide durch die Endziffer ihrer laufenden Nummer gekennzeichnet, die bei den verschiedenen Expositionspfaden berücksichtigt werden.

In den Abbn. 5.1-5 bis 5.1-7 werden die Ausgabeformen der Parameter der Eingabegruppen METEOPAR, EVAKUIER und DOSWIRK dargestellt. Hier sind ebenfalls die Namen der Eingabegrößen mit aufgeführt, so daß die Abbildungen selbsterklärend sind.

5.2 Meteorologisches Modell

Entsprechend der Spezifikationen der auszudruckenden Ergebnisse (siehe Kap. 4.2.1) variiert der Umfang der Ausgabe. Es sind drei Gruppen möglich:

- Daten des Ausbreitungsmodells (siehe Abb. 5.2-1a)
- Aktivitätskonzentrationen (siehe Abb. 5.2-1b)
- Mittelwerte im letzten Entfernungsintervalls (siehe Abb. 5.2-1c)

Als Daten des Ausbreitungsmodells werden in Abhängigkeit von Standortregion, Freisetzungskategorie, Wetterablauf und Freisetzungsphase folgende Größen ausgedruckt:

Spalte	Ausgedruckte Größe
R(KM)	Entfernung des Aufpunktes in km. Es werden nur Ergebnisse für diejenigen Entfernungen ausgedruckt, für die IACT(I) gleich 1 ist (siehe Kap. 4.2.1).
KAT.	Ausbreitungskategorie (1.0 entspricht A, 6.0 entspricht F)
GESCHW.	Windgeschwindigkeit in m/s 1. Spalte: Geschwindigkeit in Anemometerhöhe 2. Spalte: Über die Ausbreitungsschicht gemittelte Geschwindigkeit
ENTF.	Index der Intervalle, die in der gleichen Stunde überstrichen werden wie das vorliegende 1. Spalte: Erstes Intervall 2. Spalte: Letztes Intervall
H	Stunde des Jahres, deren meteorologische Daten verwendet werden
IR	Niederschlagsmenge in 1/100 mm/h
SIGZ	Vertikaler Ausbreitungsparameter in m
SIGY	Horizontaler Ausbreitungsparameter in m

CHI	Ausbreitungsfaktor in s/m^3 ohne Berücksichtigung der Verarmung durch radioaktiven Zerfall und Ablagerung
REST JOD	Bruchteil des anfänglichen Aktivitätsinventars der Fahne an Jod, der am Intervallende aufgrund der Ablagerung noch in der Fahne verbleibt
VABL JOD	Ablagerungsgeschwindigkeit in m/s für Jod durch Fallout und Washout
FAHNEN-KORREKTUR-FAKTOR	Korrekturfaktor zur Berechnung der Dosis durch Strahlung aus der Fahne 1. Spalte: modifizierter Korrekturfaktor WK _F , für Berechnung der γ -Strahlung 2. Spalte: Verhältnis Bodenkonzentration zu Konzentration in Fahnenachse = SK _F 3. Spalte: ursprünglicher Fahnenkorrekturfaktor WERT aus Tab. 3.4-3 (näheres zu WK _F , SK _F und WERT in Abschnitt 3.4.12)
AUFSTIEGSHOEHE	Aufstiegshöhe der Abluftfahne in m 1. Spalte: errechnete Aufstiegshöhe 2. Spalte: modifizierte Aufstiegshöhe HS, verwendet zur Berechnung der mittleren Windgeschwindigkeit (Berechnung von HS erläutert in Abschnitt 3.4.10)
TR. ZEIT	Transportzeit der Fahne zum Aufpunkt in s

Als letzte Zeile werden für die ersten fünf Stunden des Transportvorgangs die mittlere Windgeschwindigkeit in der Ausbreitungsschicht in m/s und die Windrichtung in Grad sowie die Größe FACINV in m^3/s im letzten Entfernungsintervall ausgedruckt.

Die Zeitintegrale der Aktivitätskonzentrationen werden für jede Standortregion und jede Freisetzungskategorie für die gewünschten Wetterabläufe ausgedruckt. Für jeden Entfernungsring und jede Emissionsphase enthält die erste Zeile die Transportzeit in s , die Fahnenkorrekturfaktoren für die lateralen Entfernungen $2,5 \sigma_y$, $2,0 \sigma_y$, $1,5 \sigma_y$, $1,0 \sigma_y$, $0,5 \sigma_y$, die Ablagerungsgeschwindigkeiten durch Fallout und Washout für

Edelgase, Halogene und Aerosole in m/s sowie den horizontalen Ausbreitungsfaktor σ_y in m. In den folgenden Zeilen werden die Zeitintegrale der Aktivitätskonzentrationen für die 54 Nuklide in Ci.s/m³ in der Reihenfolge der Tab. 2.1-1 ausgedruckt.

Als Mittelwerte werden ausgedruckt:

Spalte	Ausgedruckte Größe
GESCHW.	die über die Ausbreitungsschicht und den gesamten Transportweg gemittelte Windgeschwindigkeit in m/s
SIGZ	Vertikaler Ausbreitungsparameter in m im letzten Entfernungsintervall
SIGY	Horizontaler Ausbreitungsparameter in m im letzten Entfernungsintervall
AUSBREIT-FAK.	Ausbreitungsfaktor in s/m ³ im letzten Entfernungsintervall ohne Berücksichtigung der Verarmung durch radioaktiven Zerfall und Ablagerung
REST	Bruchteil des anfänglichen Aktivitätsinventars an Jod, der im letzten Entfernungsintervall noch in der Fahne verbleibt, ohne Berücksichtigung des radioaktiven Zerfalls
AUFSTIEGSHOEHE	errechnete Aufstiegshöhe in m der Fahne im letzten Entfernungsintervall

5.3 Individualschäden und -risiken

5.3.1 Ortsabhängige Individualschäden

Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgt für jede Kombination von Standortregion, Freisetzungskategorie und Wetterablauf in der in Abb. 5.3-1 gezeigten Form. Die Größen bedeuten dabei:

Spalte	Ausgedruckte Größe
R (KM)	Entfernung des Aufpunktes in km. Es werden nur Ergebnisse für diejenigen Entfernungen ausgedruckt, für die IACT (I) gleich 1 ist (siehe Kap. 4.2.1)
GONDS 1A	Entfernungsabhängige, über den Azimut gemittelte Größen (Individualrisiken) 1. Zeile jeder Entfernung: Gonadendosis durch Belastungen im ersten Jahr 2. Zeile jeder Entfernung: Spätschäden (Leukämie und Krebs) 3. Zeile jeder Entfernung (falls vorhanden): Frühschäden für die Dosis-Wirkungs-Beziehung 2 (Mittelwert für die verschiedenen Fahrzeitgruppen)
JP	Index des Richtungssektors relativ zur Ausbreitung (JP = 1 entspricht dem Sektor unter der Fahnenachse)
M1	Bruchteil des Kreisringsektors, in dem ein Verzeherverbot für Milch im ersten Jahr ausgesprochen werden muß, in Einheiten von 5% d.h. M1 = 13 bedeutet, daß dieses Verbot für 65% der Fläche erteilt werden muß
MF	Bruchteil des Kreisringsektors, in dem ein Verzeherverbot für Milch in der Folgezeit ausgesprochen werden muß, in Einheiten von 5%

Spalte	Ausgedruckte Größe
P1	Bruchteil des Kreisringsektors, in dem ein Verzehrerbot für pflanzliche Produkte im ersten Jahr ausgesprochen werden muß, in Einheiten von 5%
PF	Bruchteil des Kreisringsektors, in dem ein Verzehrerbot für pflanzliche Produkte in der Folgezeit ausgesprochen werden muß, in Einheiten von 5%
DE	Bruchteil des Kreisringsektors, der dekontaminiert werden muß, in Einheiten von 5%
UM	Bruchteil des Kreisringsektors, aus dem die Bewohner umgesiedelt werden müssen, in Einheiten von 5% (Gebiet C)
SU	Bruchteil des Kreisringsektors, aus dem die Bewohner schnell umgesiedelt werden müssen, in Einheiten von 5% (Gebiet B ₁ /B ₂)
EV	Bruchteil des Kreisringsektors, aus dem die Bewohner evakuiert werden müssen, in Einheiten von 5% (Gebiet A)
JU	Als Maß für die gesamten Umsiedlungsmaßnahmen wird das Produkt aus der Zahl der betroffenen Personen und der jeweiligen Umsiedlungsdauer betrachtet (Mann • Jahre). JU gibt den Bruchteil dieser Größe an dem maximal möglichen Produkt aus Bevölkerung im Kreisringsektor und höchstmöglicher Umsiedlungsdauer (=NTUMMX, siehe Kap. 4.2.5) in Einheiten von 1% an. JU = 99 entspricht dabei 100%.
FRUEH 1	Mittlerer Individualschaden für Frühschäden nach Dosis-Wirkungs-Beziehung 1 und evt. 3. (Mittelwert für die NFZV Fahrzeitverteilungen)
SPAET	Mittlerer Individualschaden für Spätschäden

G.S. DOS 1	Mittlere genetisch signifikante Dosis für die im Augenblick des Unfalls lebende Bevölkerung
G.S. DOS A	Mittlere genetisch signifikante Dosis für die im Augenblick des Unfalls lebende Bevölkerung und alle Nachgeborenen

Die Ergebnisse werden auf UNIT 22 in der in Anhang 1 beschriebenen Form gespeichert.

5.3.2 Entfernungsabhängige Individualrisiken

Die entfernungsabhängigen Individualrisiken, d.h. die über

- den Azimut
- die Wetterabläufe
- die verschiedenen Gruppen der Aufenthaltsorte

gemittelte ortsabhängigen Individualschäden werden für jede Kombination von Standortregion und Freisetzungskategorie als bedingte Risiken ⁺⁾ bzgl. dieser Parameter ausgedruckt (falls NOINDR \neq 0). Die Form der Ausgabe ist in Abb. 5.3-2 gezeigt. Die Ausgabe beinhaltet die Gonadendosis durch Belastungen im ersten Jahr, die Spätschäden und die Frühschäden für jede der NFZV möglichen Fahrzeitverteilungen im Gebiet B₁/B₂.

Die Daten werden zusätzlich auf UNIT 23 in der im Anhang 1 gezeigten Form gespeichert.

5.3.3 Aufgliederung der Spätschäden

Die relativen Beiträge der Expositionspfade und Organe zu den Spätschäden (somatische Spätschäden und genetisch signifikante Dosis) wird in der in Abb. 5.3-3 gezeigten Form für jede Kombination von Standortregion und Freisetzungskategorie ausgegeben. Dabei wird bis zum letzten Entfernungsintervall von der konstanten Bevölkerungs-

⁺⁾ Unter einem bedingten Risiko versteht man den Erwartungswert unter gewissen einschränkenden Voraussetzungen. In diesem Zusammenhang wird beispielsweise vorausgesetzt, daß eine Aktivitätsfreisetzung stattgefunden hat.

dichte POPDC 1 (siehe Kap. 4.2.1), bei Berücksichtigung des Ausregens jenseits des letzten Entfernungsintervalls von der konstanten Bevölkerungsdichte POPDC 2 (siehe ebenfalls Kap. 4.2.1) ausgegangen. Die Daten werden zusätzlich auf UNIT 23 in der im Anhang 1 angegebenen Form ausgegeben.

Bei der Bildung eines Mittelwertes für eine Gesamtrechnung sollte als Wichtungsfaktor der Erwartungswert des Spätschadens für die jeweilige Kombination von Standortregion und Freisetzungskategorie eingehen.

5.4 Kollektivschäden

5.4.1 Deterministische Kollektivschäden

Die Faltung der Individualschäden mit den Bevölkerungsverteilungen liefert die Kollektivschäden (siehe Gl. (3.6-1)). Die Ergebnisse dieses Vorgangs werden in der in Abb. 5.4-1 dargestellten Form für jeweils eine meteorologische Standortregion, einen Standort, eine Freisetzungskategorie und einen Wetterablauf ausgegeben. Diese Ausgabe ist selbsterklärend. Zusätzlich werden die Ergebnisse auf der UNIT 24 in der im Anhang 1 dargestellten Form ausgegeben und können für eine gegenüber UFOMOD detailliertere statistische Analyse weiterverwendet werden.

5.4.1 Häufigkeitsbewertete Kollektivschäden

Die Ausgabe der häufigkeitsbewerteten Kollektivschäden erfolgt in Form von komplementären kumulativen Häufigkeitsverteilungen mit 61 Stützstellen (vgl. Kap. 3.7), d.h. für jeden dieser 61 Schadensumfänge ist die Wahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit angegeben, mit der er erreicht oder überschritten wird.

Die Form der Ausgabe ist in den Abb. 5.4-2a und 5.4-2b für die verschiedenen Schadensarten dargestellt. In Abhängigkeit von Steuerparameter NOVERT erfolgt die Ausgabe

- für jede Kombination von Standortregion, Standort und Freisetzungskategorie,
- für jede Kombination von Standortregion und Standort,
- für jede Standortregion oder
- für die Gesamtverteilungen über alle Parameterkombinationen

Die Eintrittshäufigkeit eines bestimmten Schadensumfangs ist dabei auf die jeweilige Parameterkombination in der Art einer bedingten Wahrscheinlichkeit bezogen. Zur Erläuterung möge folgendes Beispiel dienen: bei der Häufigkeitsverteilung für eine bestimmte Standortregion, einen Standort und eine Freisetzungskategorie werden die Wahrscheinlichkeiten für die Standortregion, den Standort innerhalb der Region und die Eintrittshäufigkeit der Freisetzungskategorie gleich eins gesetzt.

Zusätzlich zu den Häufigkeitsverteilungen wird der Mittel- bzw. Erwartungswert, der Maximalwert sowie die Parameterkombination, die zum Maximalwert führt, für jede Schadensart ausgedruckt. Der Mittel- bzw. Erwartungswert wird bzgl. der Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten wie die Häufigkeitsverteilungen behandelt. Die Parameterkombination, die zum Maximalwert führt, ist in Form einer 10-stelligen Zahl angegeben. Dabei bedeuten:

- 1. und 2. Ziffer: Lfd. Nr. der Freisetzungskategorie
- 3. Ziffer : Lfd. Nr. der meteorologischen Standortregion
- 4. und 5. Ziffer: Lfd. Nr. des Standorts in der Standortregion
- 6. bis 8. Ziffer: Lfd. Nr. des Wetterablaufs
- 9. und 10. Ziffer: Lfd. Nr. der Windrichtung

6. Handhabung des Programms

Das Programm UFOMOD ist in FORTRAN IV programmiert und auf der Großrechenanlage IBM 370/3033 des Kernforschungszentrums Karlsruhe installiert. Der Speicherplatzbedarf hängt teilweise von den verwendeten externen Dateien ab und liegt in der Größenordnung von 1 Megabyte. Die Rechenzeit ist abhängig vom Umfang der Rechnungen. Bei einer vollständigen Rechnung mit vier Standortregionen, insgesamt 19 Standorten und acht Freisetzungskategorien beträgt sie ca. 70 min. CPU-Zeit.

UFOMOD ist in der PDS-Datei TSO188.UFOMOD.FORT gespeichert.

6.1 Externe Dateien

Das Programm UFOMOD benötigt eine Reihe sequentieller externer Dateien. In Tab. 6.1-1 sind diese zusammen mit dem benötigten Speicherbedarf aufgelistet. Die Form, in der die Daten auf den Dateien vorliegen müssen bzw. abgespeichert werden, ist in Anhang 1 zusammengestellt.

In Abb. 6.1-1 ist dargestellt, welche Dateien in Abhängigkeit von den Steuerparametern (siehe Kap. 4.2.1) benötigt werden. Der zeitliche Ablauf des Zugriffs auf die Dateien ist in Abb. 6.1-2 dargestellt. Diese Abbildung soll dazu dienen, die Zahl der Datenträger (z.B. Magnetbänder) begrenzen zu können. Beispielsweise können die UNIT Nr. 21 und Nr. 24 auf den selben Datenträger gelegt werden, da auf diese nicht gleichzeitig zugegriffen werden muß. Maximal werden in einem Programmschritt drei Dateien benutzt.

6.2 Jobbeispiel

In Abb. 6.2-1 ist ein Beispiel für einen vollständigen Rechenlauf mit Steuer- und Datenkarten dargestellt. In diesem Lauf werden die Ergebnisse für

- eine meteorologische Standortregion
- einen Standort (mit homogener Bevölkerungsdichte)
- zehn Wetterabläufe
- eine Freisetzungskategorie

ermittelt. Für die Parameterwerte der Größen, die in den fakultativen Eingabegruppen eingegeben werden, werden die Default-Werte verwendet. Daher sind für die Eingabedaten nur die obligatorischen Eingabegruppen UNFTYP, METEOZON und ENDE vorhanden.

Die Rechenzeit für das vorliegende Beispiel beträgt weniger als 30 s CPU-Zeit.

7. Anschlußprogramme

Zur Weiterverarbeitung der im Programm UFOMOD erstellten Datensätze stehen eine Reihe weiterer Programme zur Verfügung. Im einzelnen sind dies:

- Programm DOWIPL /KN79/

Das Programm DOWIPL berechnet aus den im Unterprogramm AKTKON ermittelten Aktivitätskonzentrationen, die auf UNIT 21 gespeichert werden, Dosen für den Ganzkörper und das Knochenmark in Abhängigkeit von den Parametern

- . Freisetzungskategorie
- . Standortregion
- . Wetterablauf
- . Zeit nach der Freisetzung
- . Expositionspfad.

Die berechneten Dosiswerte können in 2- und 3-dimensionaler Form entfernungsabhängig geplottet werden.

- Programm UFODOS /SC78a/

Das Programm UFODOS gestattet ebenfalls die Berechnung von Dosiswerten aus den auf UNIT 21 abgespeicherten Aktivitätskonzentrationen. Die Dosen können dabei in Abhängigkeit von den Parametern

- . Freisetzungskategorie
- . Standortregion
- . Wetterablauf
- . Entfernung
- . Zeit nach der Freisetzung
- . Expositionspfad
- . Körperorgan
- . Radionuklid

ermittelt werden.

- Programm UFOPLT /SC78b/

Das Programm UFOPLT dient zum Plotten der komplementären kumulativen Häufigkeitsverteilungen der Kollektivschäden aus den auf UNIT 25 und 26 gespeicherten Daten. Die Ergebnisse können dabei

nach den Parametern

- . Freisetzungskategorie
- . Standortregion
- . Standort

für die Schadensarten

- . Frühschäden (Dosis-Wirkungsbeziehung 1 und 2)
- . Spätschäden
- . Genetisch signifikante Dosis
- . Von Schutz- und Gegenmaßnahmen betroffene Personen und Flächen

analysiert werden.

- Programm INDPLT /BR80/

Das Programm INDPLT plottet die im Unterprogramm INDSCH berechneten entfernungsabhängigen Individualrisiken (UNIT 23) für die Früh- und Spätschäden sowie die genetisch signifikanten Dosen in Abhängigkeit von der Freisetzungskategorie.

L I T E R A T U R

- /AL 79/ D.C. Aldrich, A. Bayer, M. Schückler
A Proposed Wind Shift Model for the German Reactor Safety
Study
Bericht KfK 2791 (1979)
- /BA 79/ A. Bayer u.a.
The Consequence Model of the German Reactor Safety Study
The European Nuclear Conference, Hamburg 6.-11.5.1979
American Nuclear Society Transactions, Vol. 31 (1979)
- /BA 80/ A. Bayer, J. Ehrhardt, M. Schückler
Das Konzept der effektiven Schadensfaktoren zur Ermittlung
stochastischer somatischer Schäden nach unfallbedingten
Strahlenexpositionen
Bericht KfK 3037 (1980)
- /BR 70/ G.A. Briggs
Some Recent Analyses of Plume Rise Observations
Second International Clean Air Conference, Washington, D.C.
(1970)
- /BR 80/ J. Braun
INDPLT, Programmbeschreibung
Unveröffentlicht (1980)
- /DE 79/ Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke
Verlag TÜV Rheinland, Köln (1979)
- /EH 80/ J. Ehrhardt
Programmbeschreibung
Unveröffentlicht (1980)
- /FB 80/ Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke
Fachband 8
KfK-Bericht in Vorbereitung
- /HJ 76/ Beiträge in PNS-Halbjahresberichten
1976/1 : KfK 2375 (1976)
1976/2 : KfK 2435 (1977)
1977/1 : KfK 2500 (1977)
1977/2 : KfK 2600 (1978)
1978/1 : KfK 2700 (1978)

- /HÜ 77/ W. Hübschmann u.a.
Das Unfallfolgenmodell der deutschen Risikostudie
1. GRS-Fachgespräch, München 3./4.11.1977
Bericht GRS-10 (1978)
- /KN 70/ H. Knüppel, S. Vogt
DOWIPL, Programmbeschreibung
Unveröffentlicht (1979)
- /MA 68/ G. Manier
Bestimmung der erforderlichen Schornsteinhöhe
Bericht des Instituts für Meteorologie der TH Darmstadt
(1968)
- /NE 78/ K. Nester
Window - ein Computerprogramm zur Berechnung von Stati-
stiken der integrierten Schadstoffkonzentration in der
Atmosphäre an Aufpunkten in der Umgebung einer Einzelquelle
Bericht KfK 2547 (1978)
- /SC 78a/ M. Schückler
UFODOS, Programmbeschreibung
Unveröffentlicht (1978)
- /SC 78b/ M. Schückler
UFOPLT, Programmbeschreibung
Unveröffentlicht (1978)
- /SL 68/ D.H. Slade (Herausgeber)
Meteorology and Atomic Energy
TID-24190 (1968)
- /TH 76/ P. Thomas u.a.
Experimental Determination of the Atmospheric Dispersion
Parameters over Rough Terrain
Part I : Bericht KfK 2285 (1976)
Part II: Bericht KfK 2286 (1976)
- /US 75/ United States Nuclear Regulatory Commission
Reactor Safety Study
Appendix VI
Report WASH-1400 (1975)

Tab. 2.1-1: Liste der Radionuklide mit Halbwertszeiten und Aktivitätsinventar des Reaktorkerns

Nr.	Radionuklid	Halbwertszeit [d]	Kerninventar [Mci]
1	Kobalt-58	71,0	1,27
2	Kobalt-60	1920,0	0,983
3	Krypton-85	3950,0	0,792
4	Krypton-85m	0,183	27,0
5	Krypton-87	0,0528	52,6
6	Krypton-88	0,117	76,4
7	Rubidium-86	18,7	0,0373
8	Strontium-89	52,1	105
9	Strontium-90	11030,0	5,3
10	Strontium-91	0,403	128
11	Yttrium-90	2,67	5,72
12	Yttrium-91	59,0	133
13	Zirkon-95	65,2	178
14	Zirkon-97	0,71	176
15	Niob-95	35,0	176
16	Molybdän-99	2,8	191
17	Technetium-99m	0,25	166
18	Ruthenium-103	39,5	137
19	Ruthenium-105	0,185	97,9
20	Ruthenium-106	366,0	39,6
21	Rhodium-105	1,5	65,9
22	Tellur-127	0,391	7,68
23	Tellur-127m	109,0	1,51
24	Tellur-129	0,048	39,1
25	Tellur-129m	34,0	6,58
26	Tellur-131m	1,25	15,6
27	Tellur-132	3,25	145
28	Antimon-127	3,88	7,93
29	Antimon-129	0,179	41,3
30	Jod-131	8,05	104
31	Jod-132	0,0958	150
32	Jod-133	0,875	202
33	Jod-134	0,0366	232
34	Jod-135	0,28	181
35	Xenon-133	5,28	199
36	Xenon-135	0,384	40,7
37	Cäsium-134	750,0	13,8
38	Cäsium-136	13,0	4,51
39	Cäsium-137	11000,0	7,06
40	Barium-140	12,8	186
41	Lanthan-140	1,67	193
42	Cer-141	32,3	180
43	Cer-143	1,38	159
44	Cer-144	284,0	109
45	Praseodym-143	13,7	155
46	Neodym-147	11,1	73,2
47	Neptunium-239	2,35	2140
48	Plutonium-238	32500,0	0,127
49	Plutonium-239	$8,9 \cdot 10^6$	0,0289
50	Plutonium-240	$2,4 \cdot 10^6$	0,0322
51	Plutonium-241	5350,0	6,04
52	Americium-241	$1,5 \cdot 10^5$	0,0035
53	Curium-242	163,0	1,42
54	Curium-244	6630,0	0,115

Summe

6.365

Tab. 2.4-1: Zuordnung der Schutz- und Gegenmaßnahmen zu den Gebieten und Zeiten

Gebiet → Zeit, Zweck Maßnahme ↓	A	B ₁	B ₂	C	D ₁	D ₂	Zeitliche Reihenfolge	Hauptmotiv der Maßnahme ist die Vermeidung von:
Information und Vorbereitung (Anlaufphase)							0 - 2 h	
Aufenthalt in Häusern	○	○					ab 2 h	Frühschäden durch Wolken- und Bodenstrahlung
Evakuierung Schnelle Umsiedlung	○	○	○				2 - 14 h nach 14 h	Frühschäden durch Bodenstrahlung
Umsiedlung Dekontamination				○	○		30 d - 1 a ab 30 d	Spätschäden durch Bodenstrahlung
Einschränkungen beim Verzehr landwirtschaftlicher Produkte	○	○	○	○	○	○	gemäß Kriterien	Spätschäden durch interne Strahlung nach Ingestion
Späte Dekontamination	○	○	○	○			vor Rückkehr der Bevölkerung	Spätschäden durch Bodenstrahlung

Tab. 3.4-1 : Koeffizienten des vertikalen Ausbreitungsparameters σ_z /TH 76/

$$(\sigma_z = \sigma_{z0} \cdot x^{P_z})$$

Kategorie	SK	Rauhigkeitsstufe ⁺⁾					
		I		II		III	
		σ_{z0}	P_z	σ_{z0}	P_z	σ_{z0}	P_z
A	1	0.025	1.39	0.03	1.40	0.039	1.42
B	2	0.10	1.01	0.052	1.15	0.020	1.38
C	3	0.18	0.88	0.12	0.98	0.052	1.15
D	4	0.33	0.75	0.19	0.87	0.10	1.01
E	5	0.90	0.53	0.74	0.58	0.66	0.61
F	6	1.06	0.47	1.20	0.45	1.30	0.45

Tab. 3.4-2 : Koeffizienten des horizontalen Ausbreitungsparameters σ_y /TH 76/

$$(\sigma_y = (\sigma_T^2 + \sigma_{y0}^2 \cdot x^{2P_y})^{1/2})$$

Kategorie	SK	σ_{y0} für Rauhigkeitsstufe ⁺⁾			P_y
		I	II	III	
		A	1	0.49	
B	2				
C	3	0.27	0.34	0.43	
D	4				
E	5	0.16	0.25	0.34	
F	6				
σ_T		0	10	40	

- ⁺⁾ Rauhigkeitsstufe :
- I: Geringe Rauhigkeit (Gras, Rauhigkeitslänge $z_0 < 10$ cm)
 - II: Mittlere Rauhigkeit (Niedriger Bewuchs, lockere Bebauung; Rauhigkeitslänge $z_0 = 10$ cm bis 1 m)
 - III: Große Rauhigkeit (Bewaldetes oder bebautes Gebiet; Rauhigkeitslänge $z_0 > 1$ m)

Tab. 3.4-3 : Fahnenkorrekturfaktor WERT nach /SL 68, Fig. 7.14/

Vertikaler Ausbreitungs- parameter SIGZ in m	$\frac{\text{Abstand Empfänger/Fahnenachse}}{\text{Vertikaler Ausbreitungsparameter}} = \frac{HM}{SIGZ}$					
	0	1	2	3	4	5
3	0.020	0.018	0.011	0.007	0.005	0.004
10	0.074	0.060	0.036	0.020	0.015	0.011
20	0.150	0.120	0.065	0.035	0.024	0.016
30	0.220	0.170	0.088	0.046	0.029	0.017
50	0.350	0.250	0.130	0.054	0.028	0.013
100	0.560	0.380	0.150	0.045	0.016	0.004
200	0.760	0.511	0.150	0.024	0.004	0.001
400	0.899	0.600	0.140	0.014	0.001	0.001
1000	0.951	0.600	0.130	0.011	0.001	0.001

Tab. 6.1-1: Zusammenstellung der externen Dateien

UNIT	Satzformat RECFM	Log.Satzlänge LRECL	Umfang	Inhalt
10	VBS	-	ca. 70 K/Standortregion	Meteorologische Daten
20	VBS	-	max. 290 K	Zwischenspeicher Bevölkerungsdaten
21	VBS	-	ca. 1-10 K/(Freisetzungskategorie·Standortregion·Wetterablauf)	Aktivitätskonzentrationen
22	VBS	-	ca. 3 K/(Freisetzungskategorie·Standortregion·Wetterablauf)	Individualschäden
23	F oder FB	80	ca. 25-60 Sätze/(Freisetzungskategorie·Standortregion)	Entfernungsabhängige Individualrisiken, Aufgliederung der Spätschäden
24	VBS	-	ca. 1,5 K/(Freisetzungskategorie·Standort·Wetterablauf)	Kollektivschäden
25	VBS	-	max. 3 K	Parameter für Plotprogramm
26	VBS	-	ca. 34 K/(Freisetzungskategorie·Standort)	Häufigkeitsdichten der Kollektivschäden

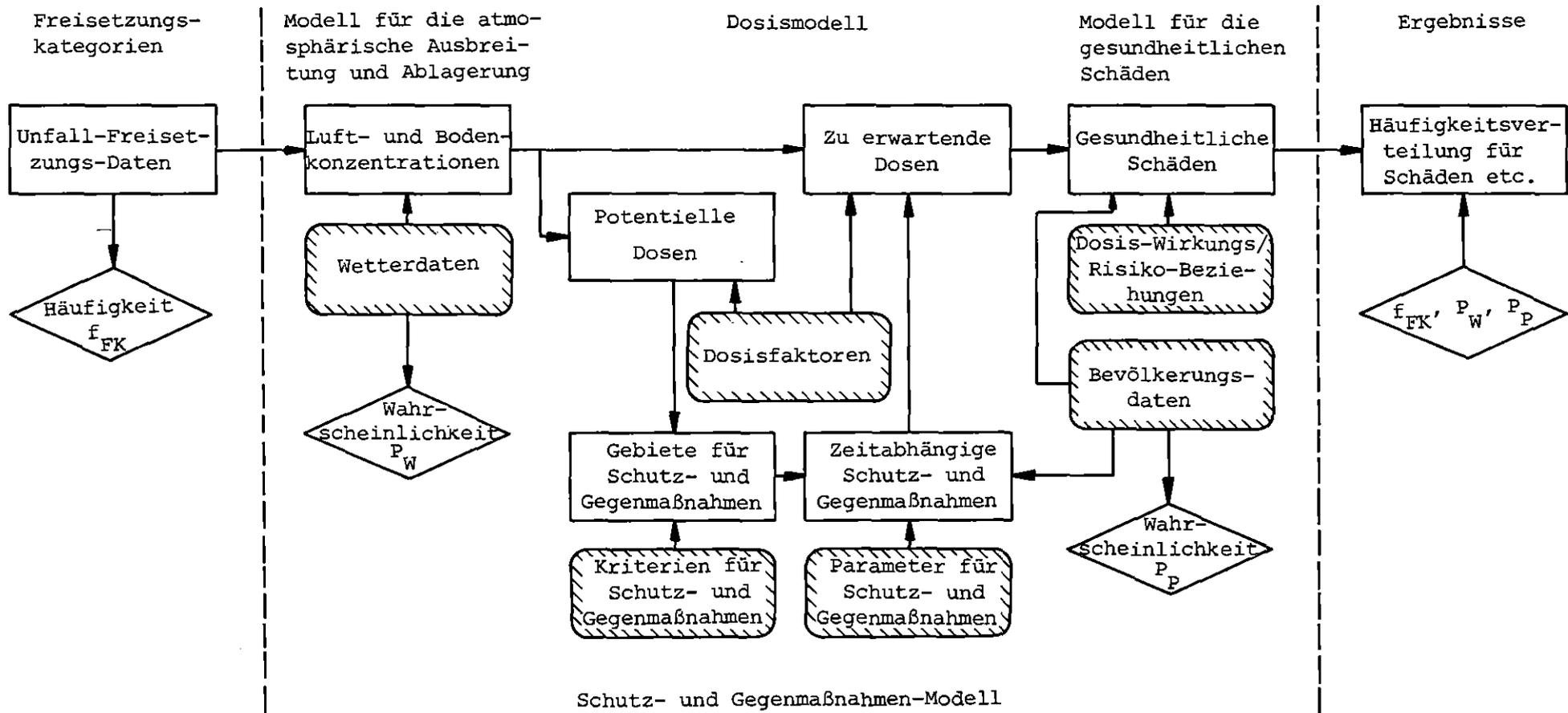


Abb. 2.1-1: Blockdiagramm des Unfallfolgenmodells

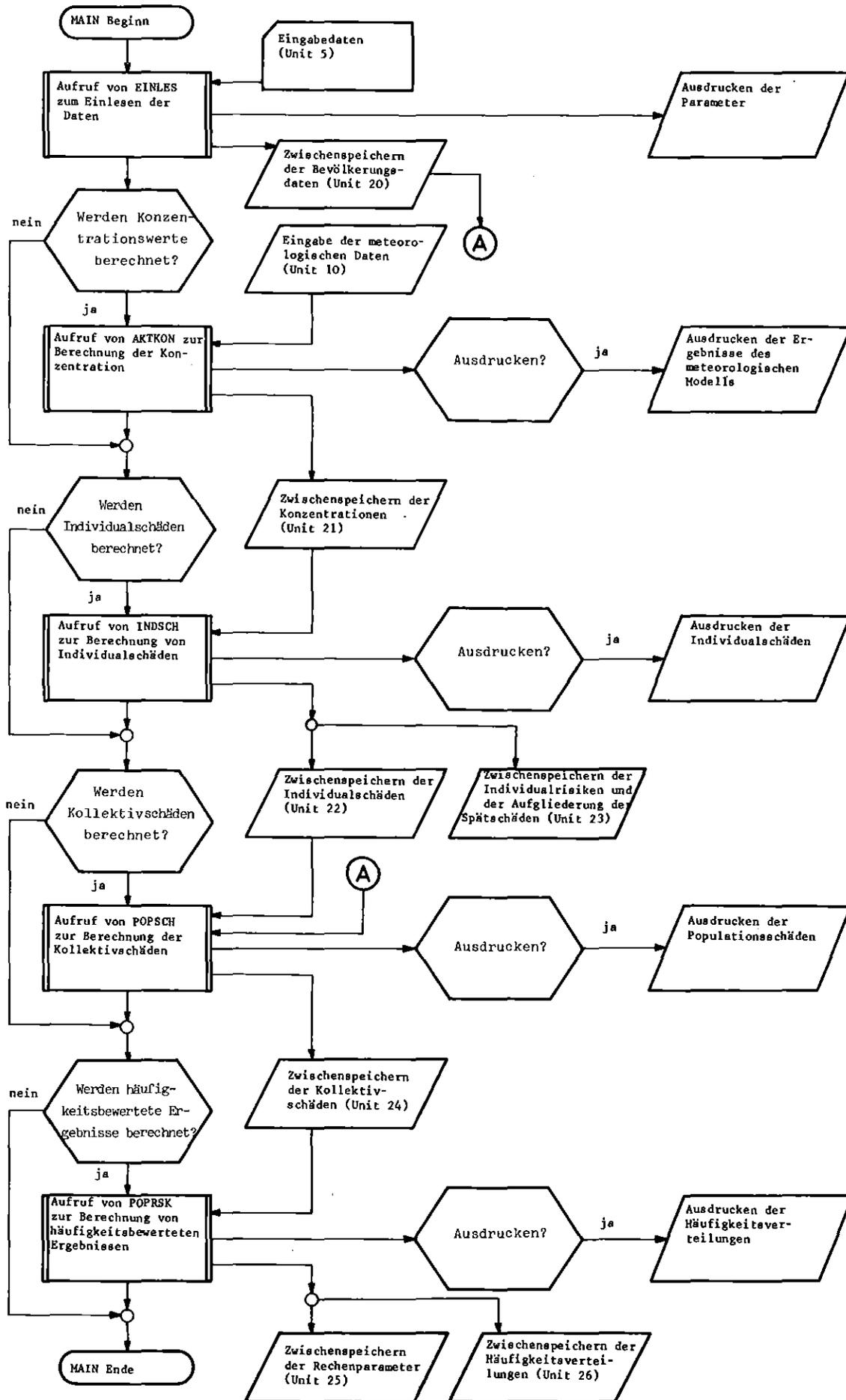


Abb. 3.1-1 : Flußdiagramm des Programms UFOMOD (Hauptprogramm MAIN)

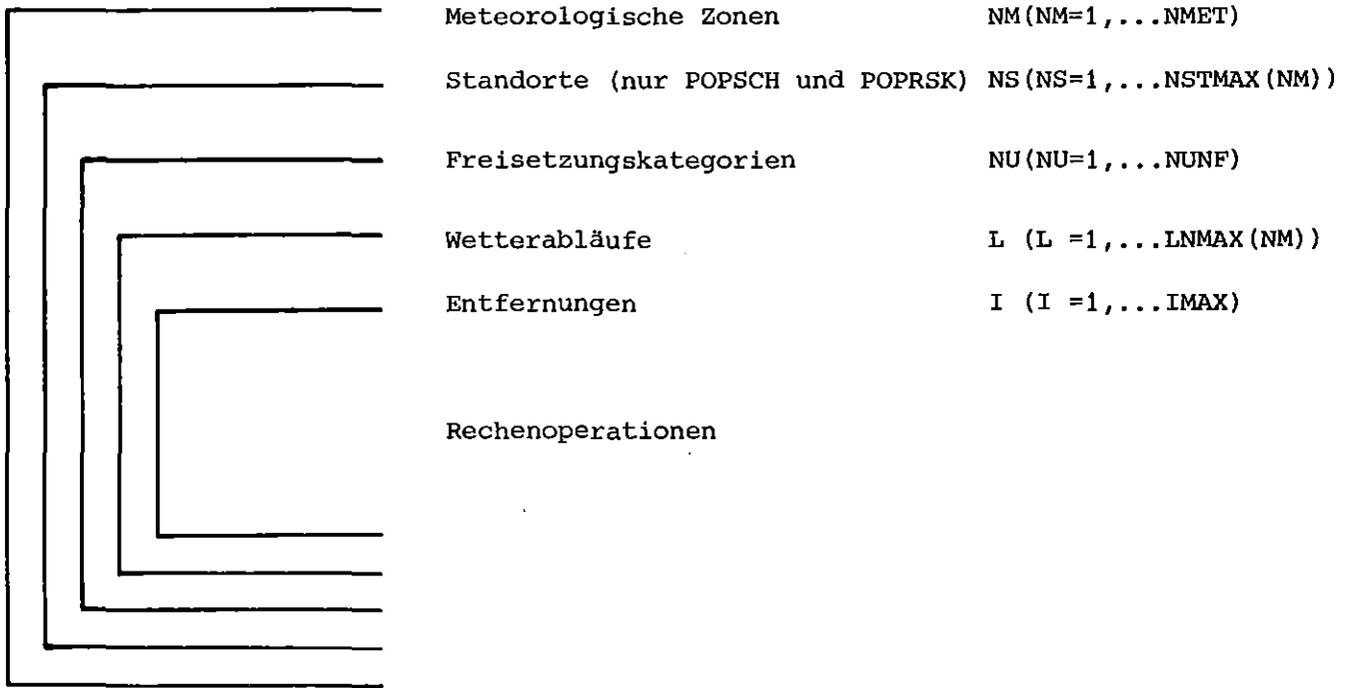


Abb. 3.1-2a: Struktur der Unterprogramme AKTKON, INDSCH, POPSCH und POPRSK

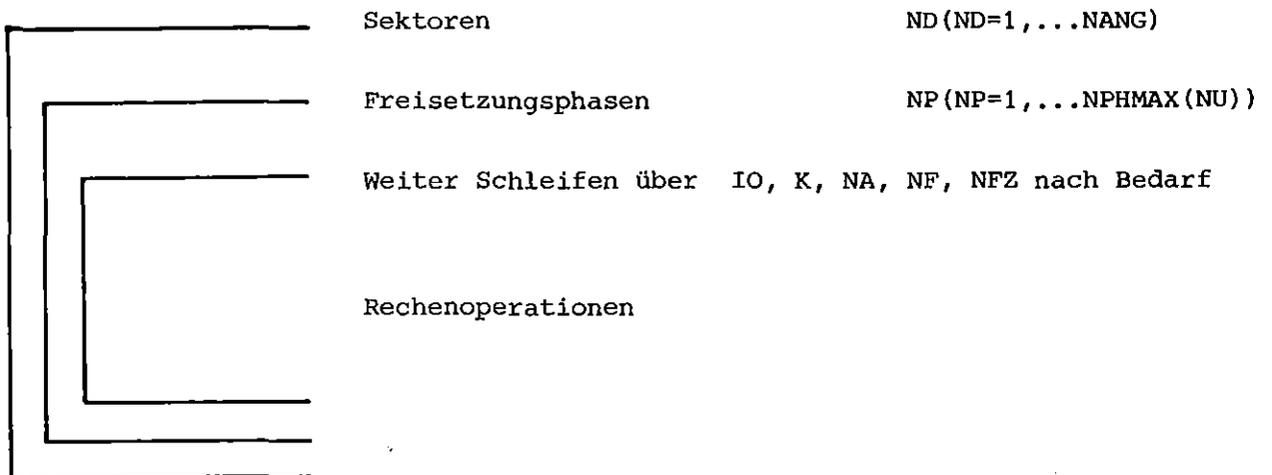


Abb. 3.1-2b: Struktur der Unterprogramme ANFANG, AKUT und SPAET

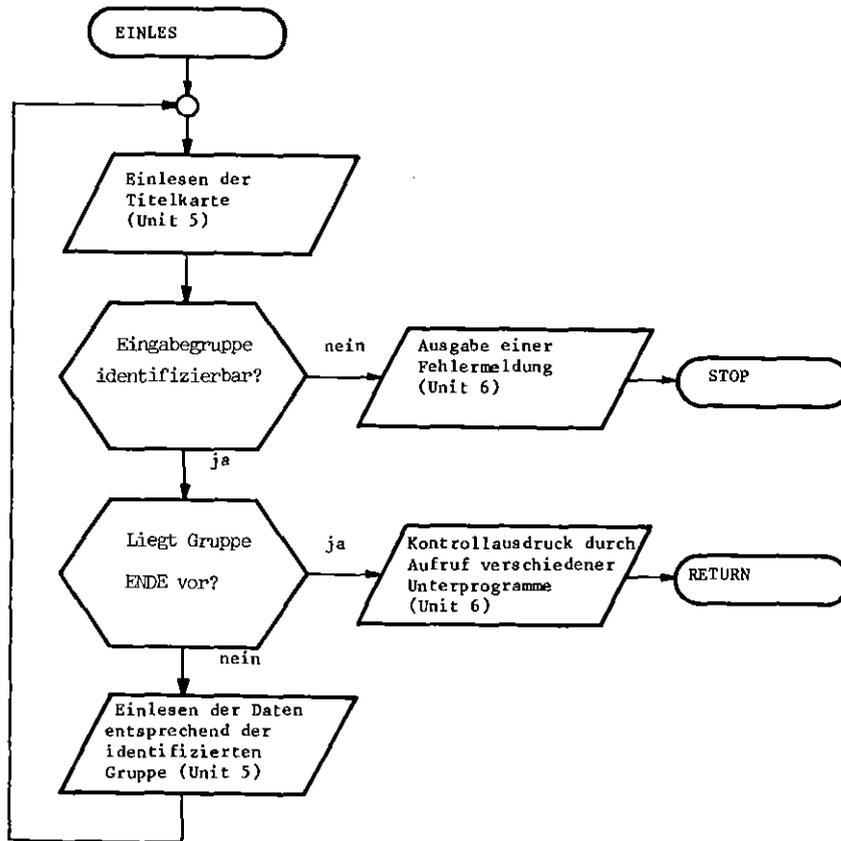


Abb. 3.3-1 : Flußdiagramm des Unterprogramms EINLES (Steuern der Eingabe)

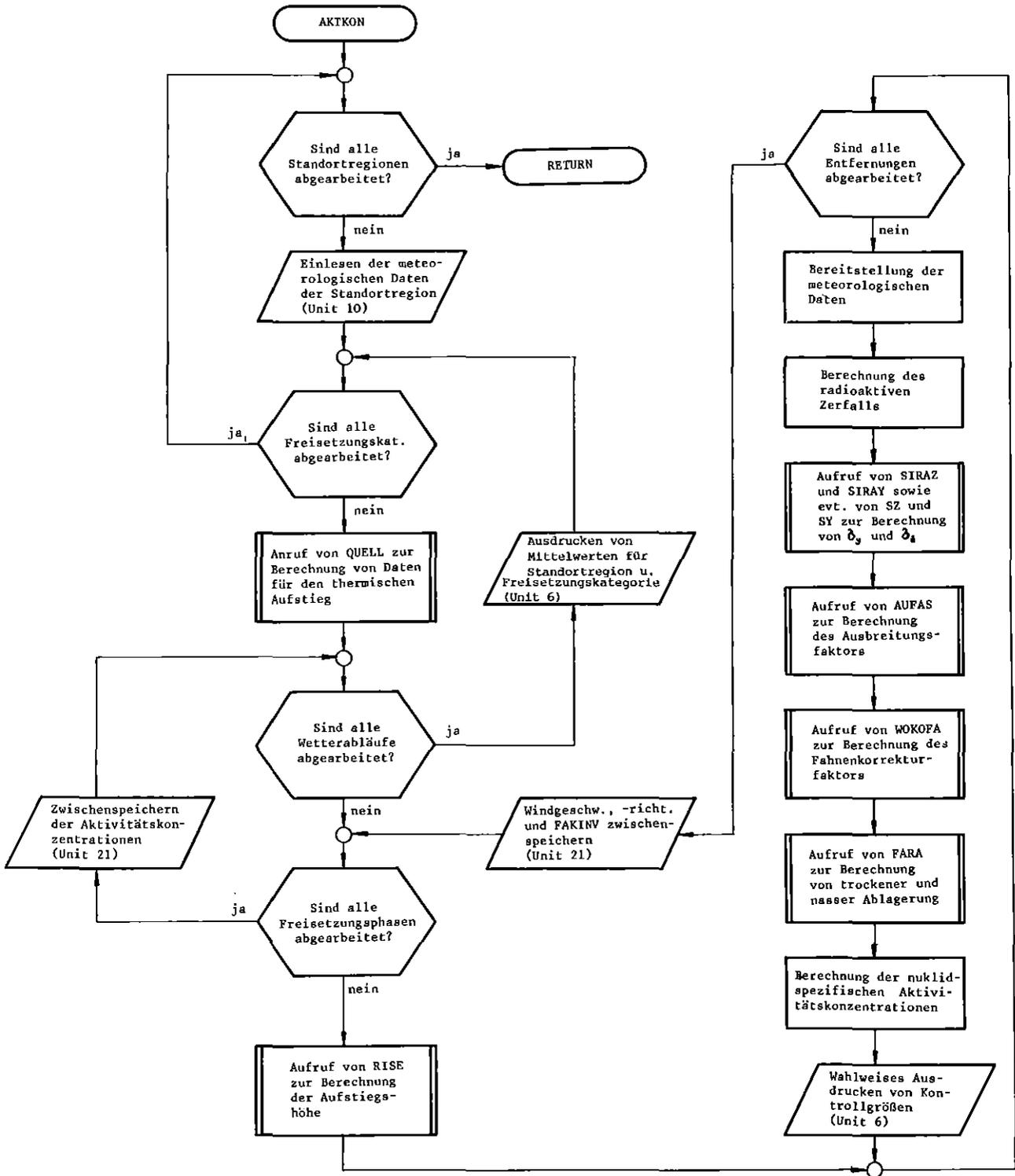


Abb. 3.4-1 : Flußdiagramm des Unterprogramms AKTKON (Berechnung der Radionuklidkonzentrationen)

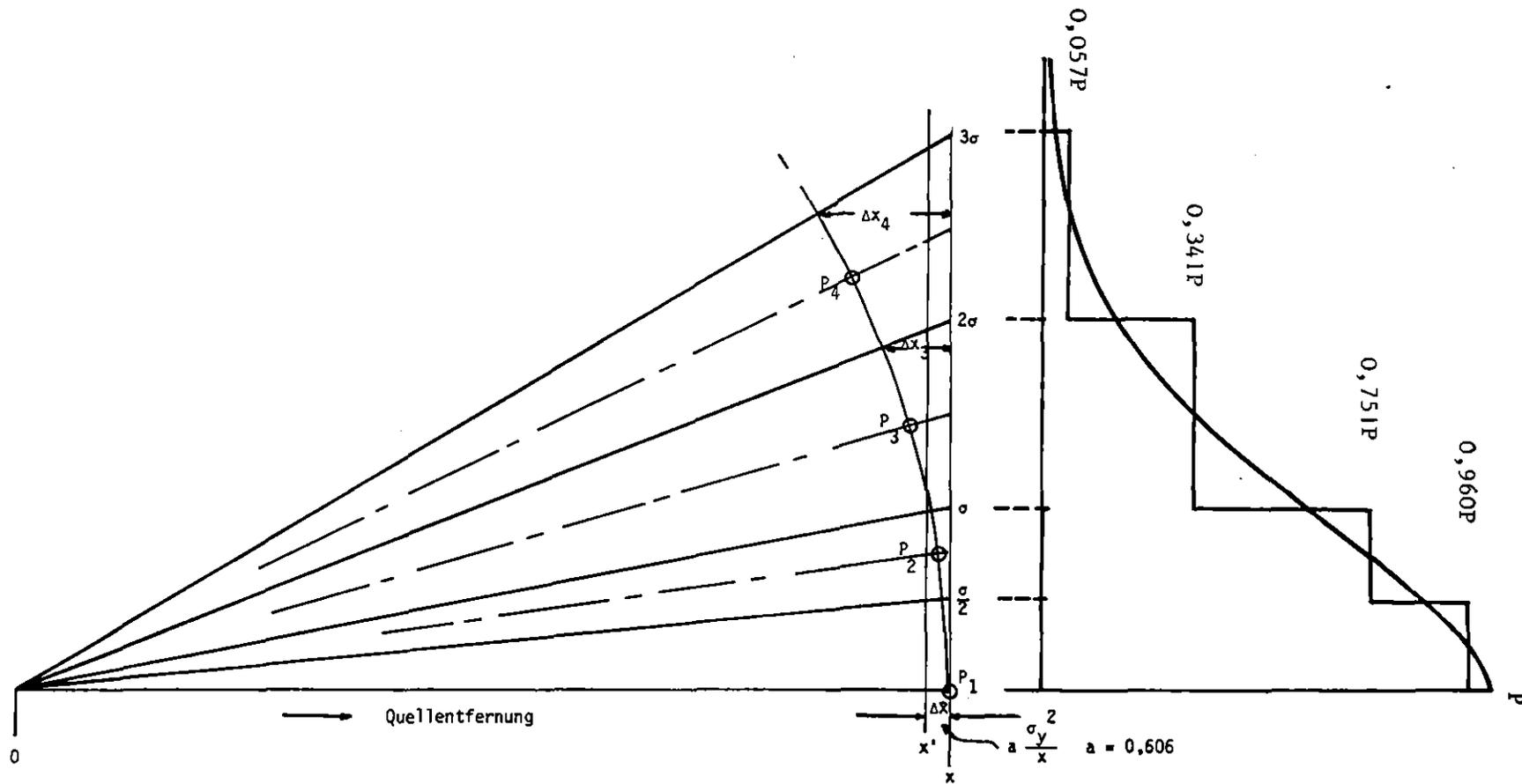


Abb. 3.4-2: Zuordnung der berechneten Bodenkonzentration zu den mit der Bevölkerungsverteilung kompatiblen Koordinaten.

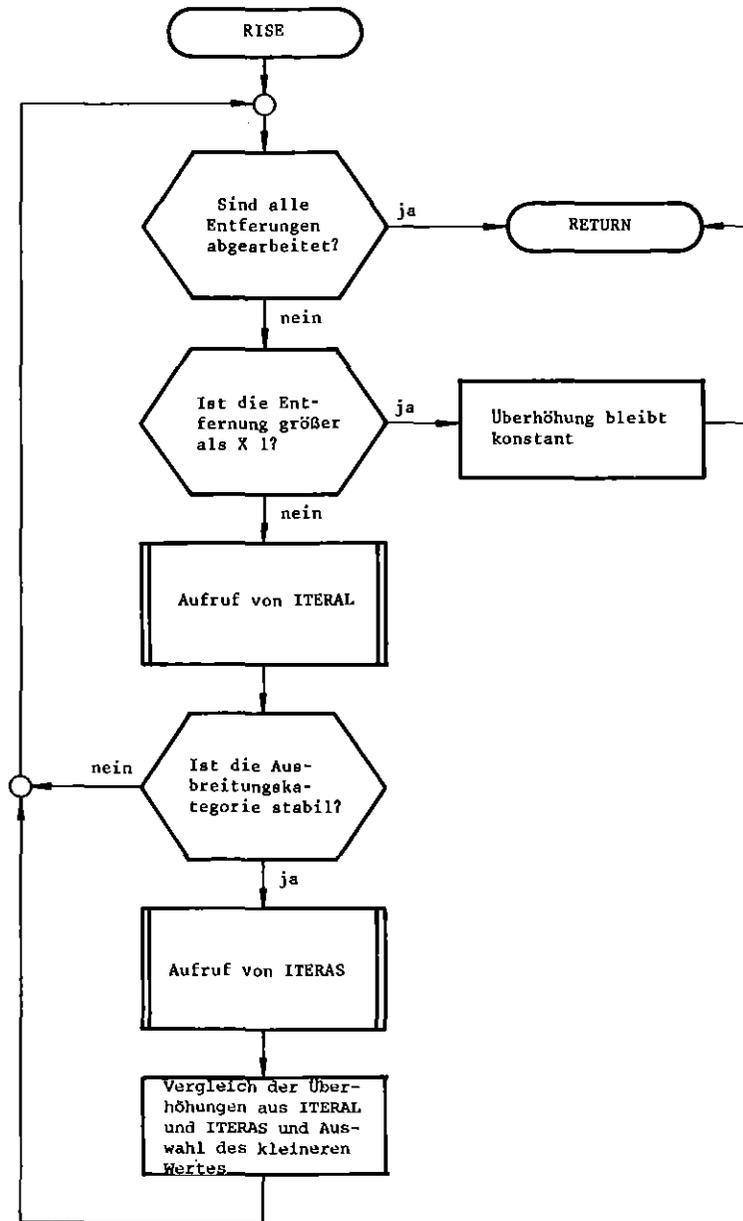


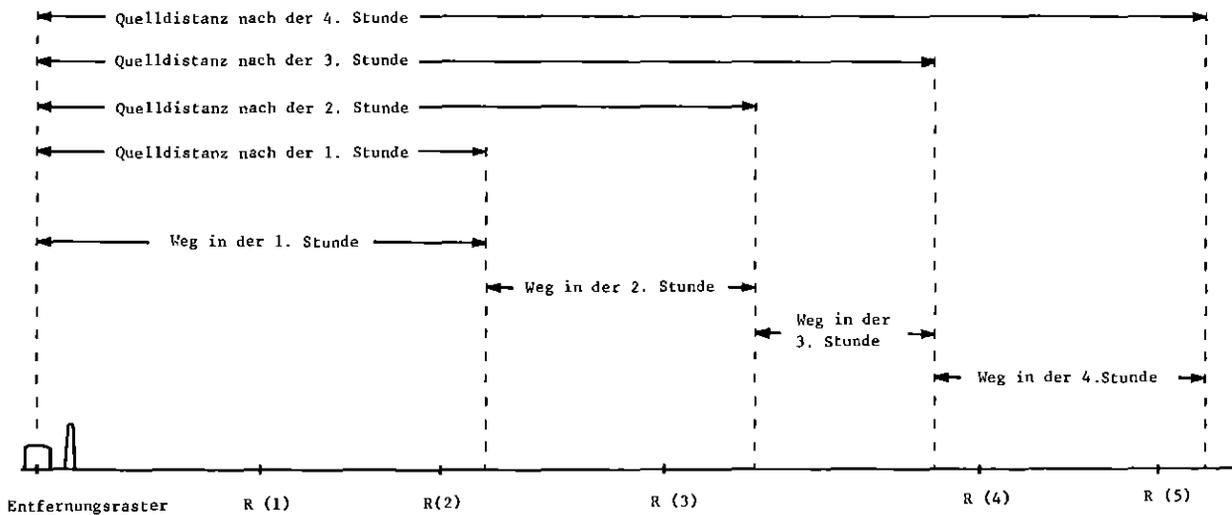
Abb. 3.4-3 : Flußdiagramm des Unterprogramms RISE (Berechnung der Aufstiegshöhe)

Meteorologische Daten

Zeit nach Emissionsbeginn	[h]	1	2	3 ⁺⁾	4 ⁺⁾
Windgeschwindigkeit	[m/s]	5	3	2	3
Ausbreitungskategorie		D	C	C	D
Niederschlag	[mm/h]	0	0	1,0	1,2

+) Den Aufpunkten R(4) und R(5) sind folgende Daten zugeordnet
 $v = 2,5 \text{ m/s}$ Kategorie C/D $\hat{=} 3,5$ IRS = 1,1 mm/h

Quelldistanz und Weg der Fahne



Modellform der Fahne (Draufsicht)

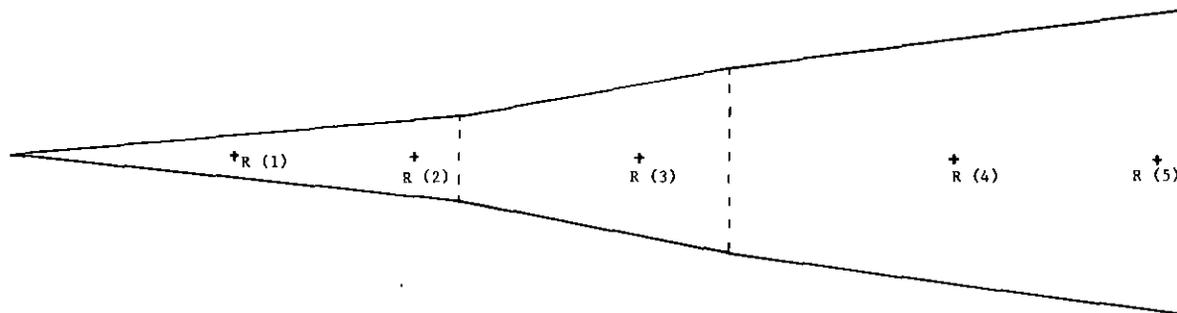


Abb. 3.4-4: Schematische Darstellung der Auswahl der beaufschlagten Aufpunkte

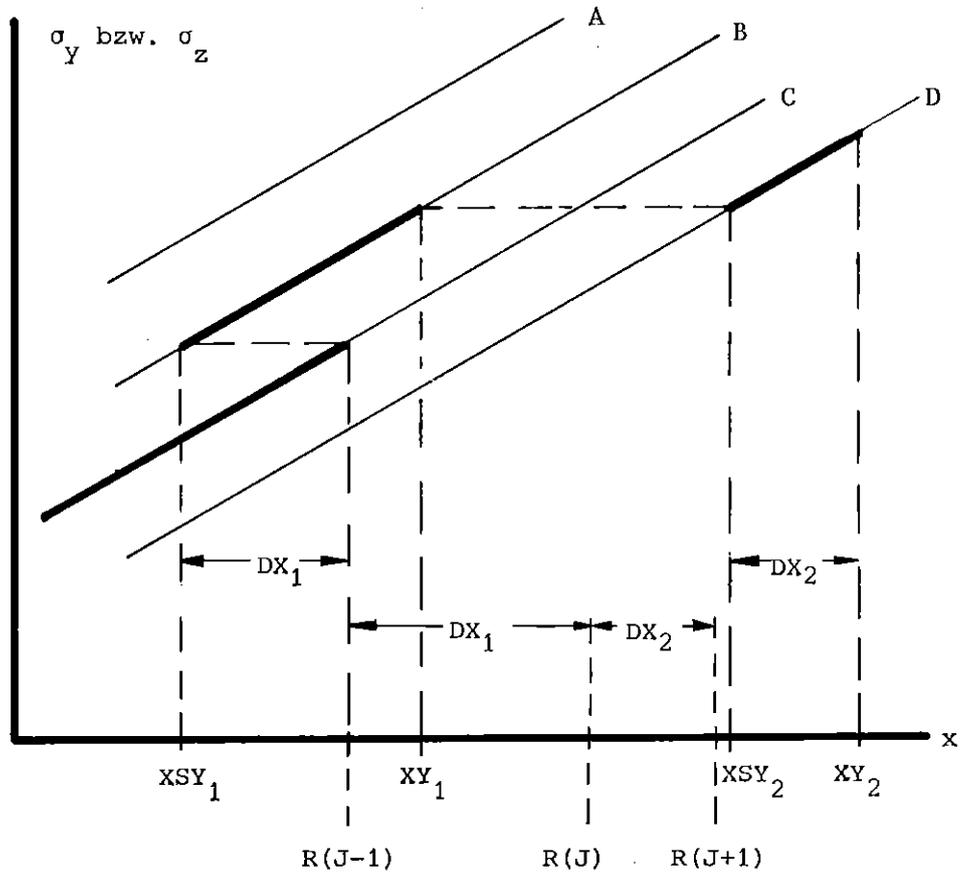


Abb. 3.4-5: Verfahrensweise zur Bestimmung von σ_y and σ_z bei zweimaligem Wechsel der Ausbreitungskategorie

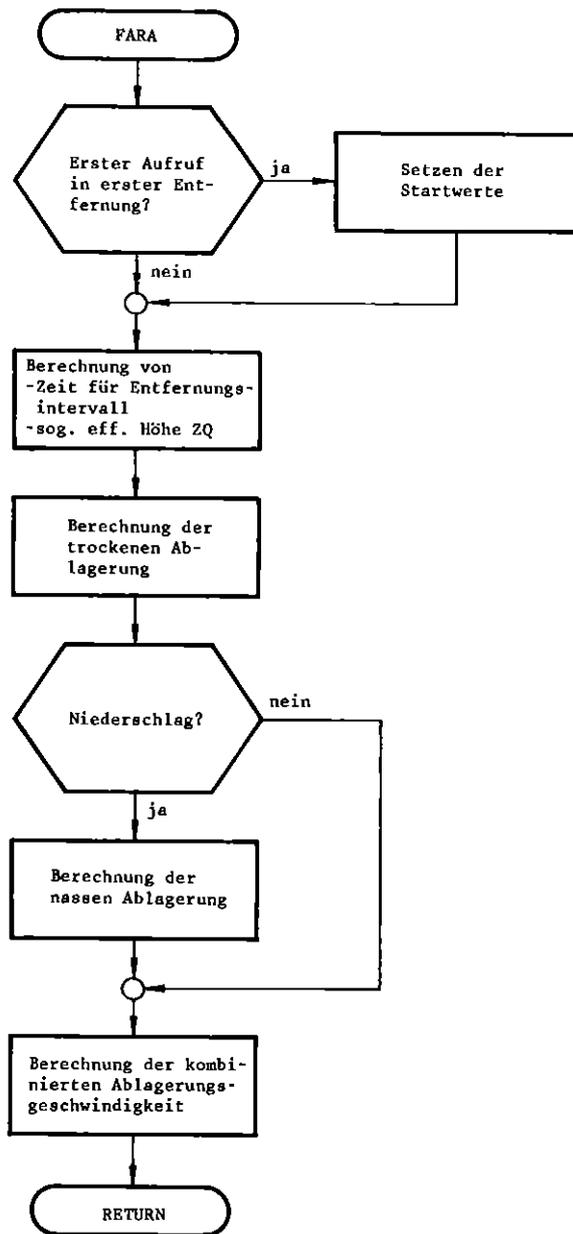


Abb. 3.4-6 : Flußdiagramm des Unterprogramms FARA (Berechnung der Ablagerung am Boden)

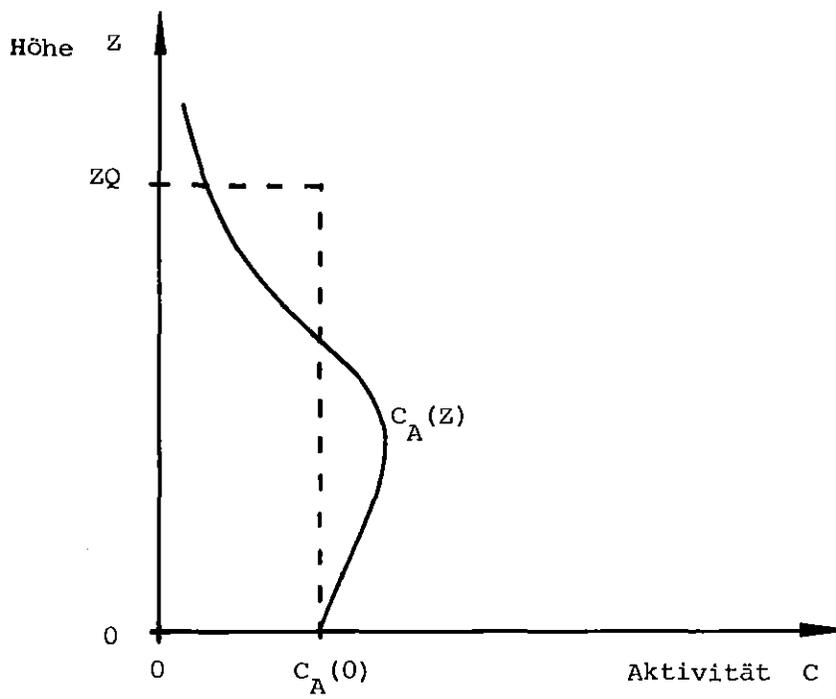


Abb. 3.4-7: Vertikale Verteilung der Aktivität in der Atmosphäre
(Gaußmodell und homogene Verteilung)

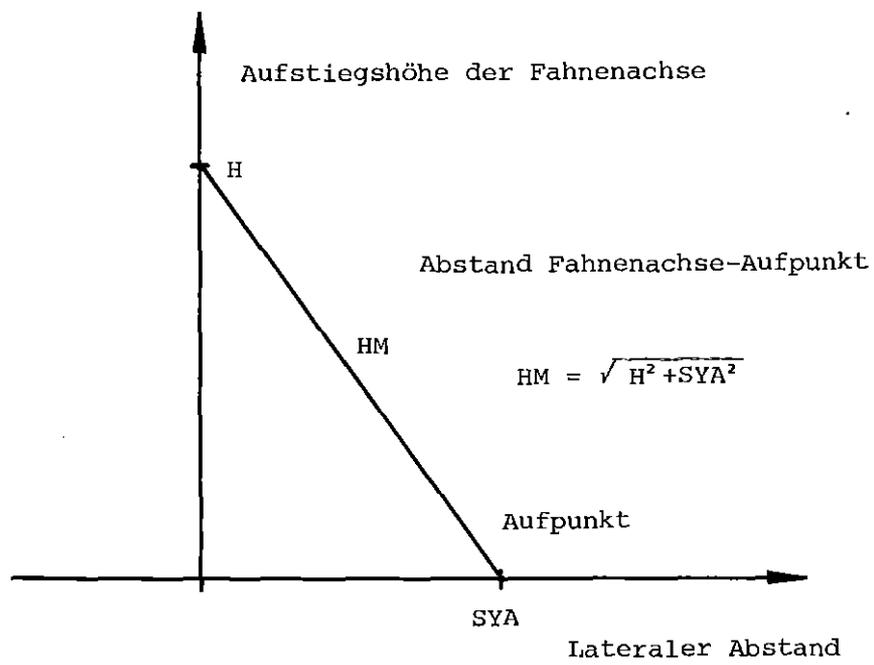


Abb. 3.4-8: Geometrische Anordnung zur Ermittlung des Fahnenkorrekturfaktors.

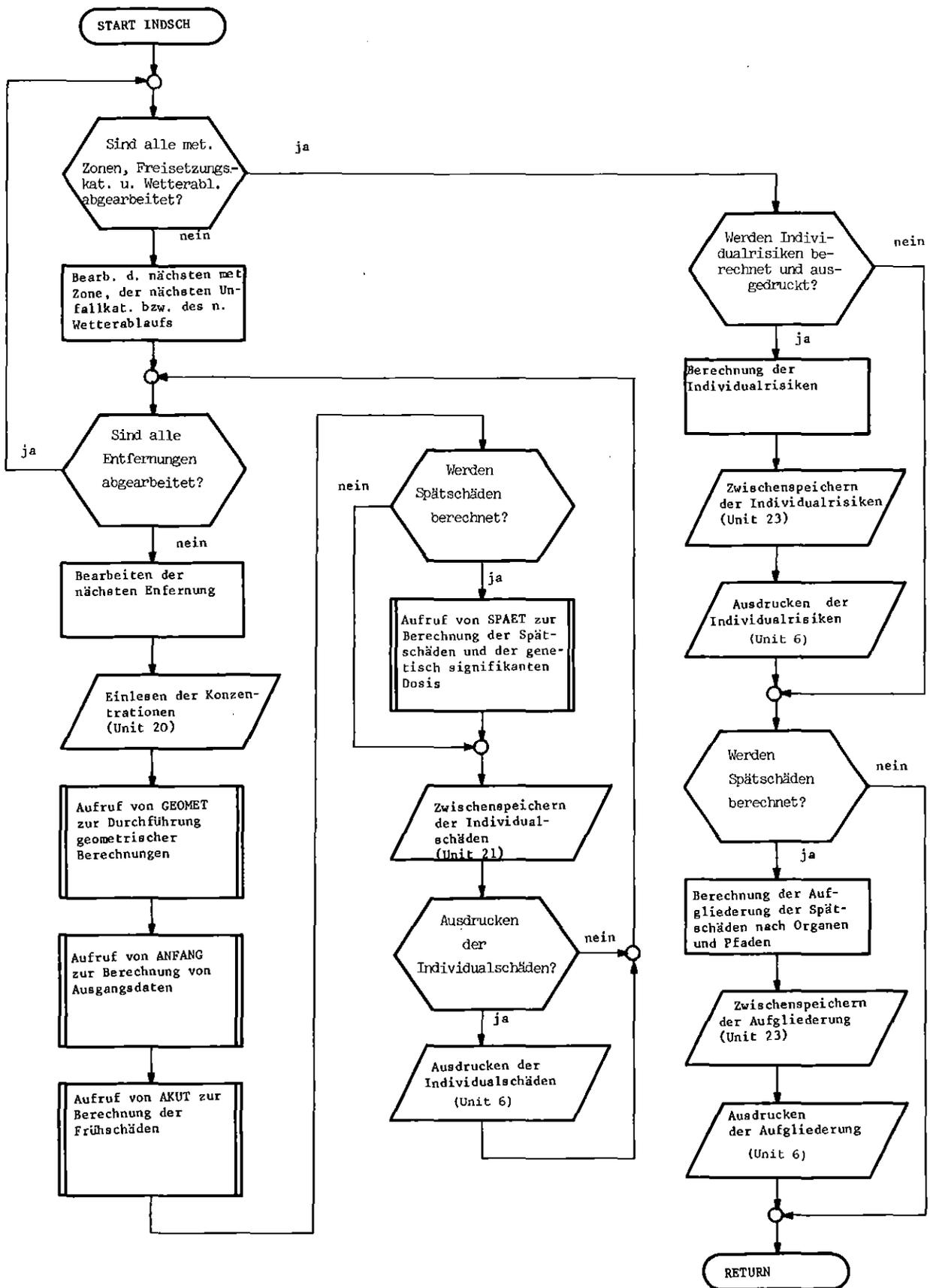


Abb. 3.5-1 : Flußdiagramm des Unterprogramms INDSCH (Berechnung der Individualschäden)

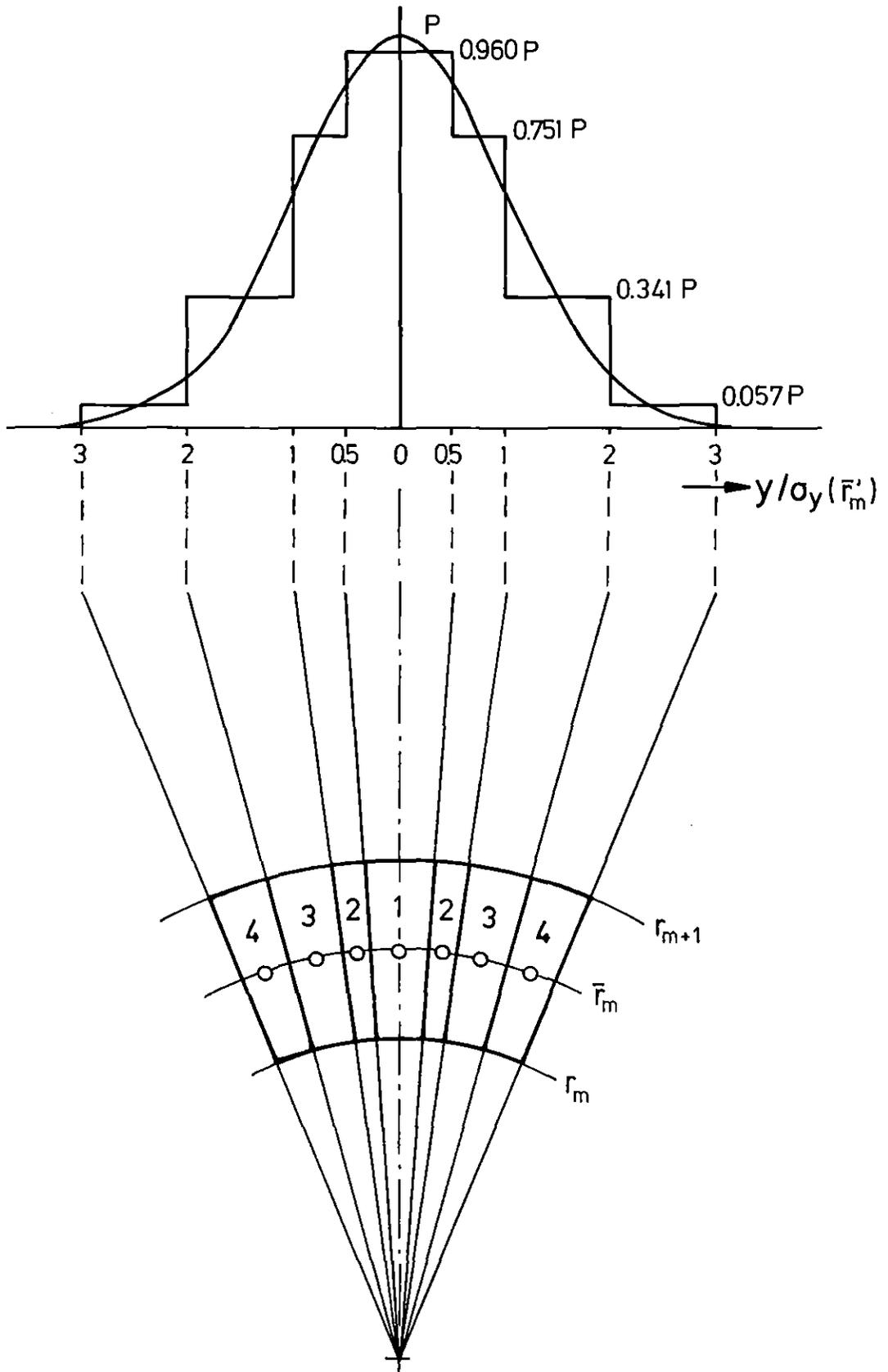


Abb. 3.5-2: Schematische Darstellung des Rasters der Aufpunkte

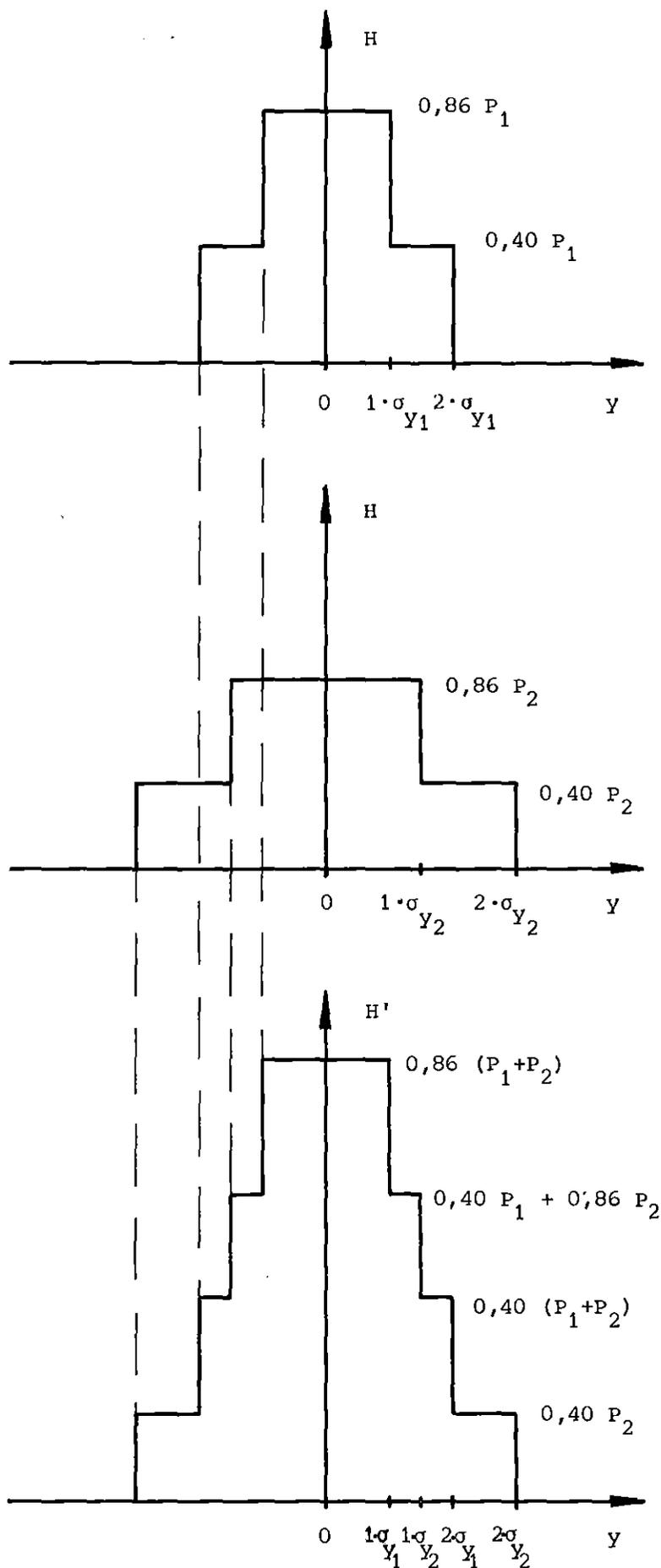


Abb. 3,5-3; Schematische Darstellung der Überlagerung azimuthaler Aktivitätsverteilungen

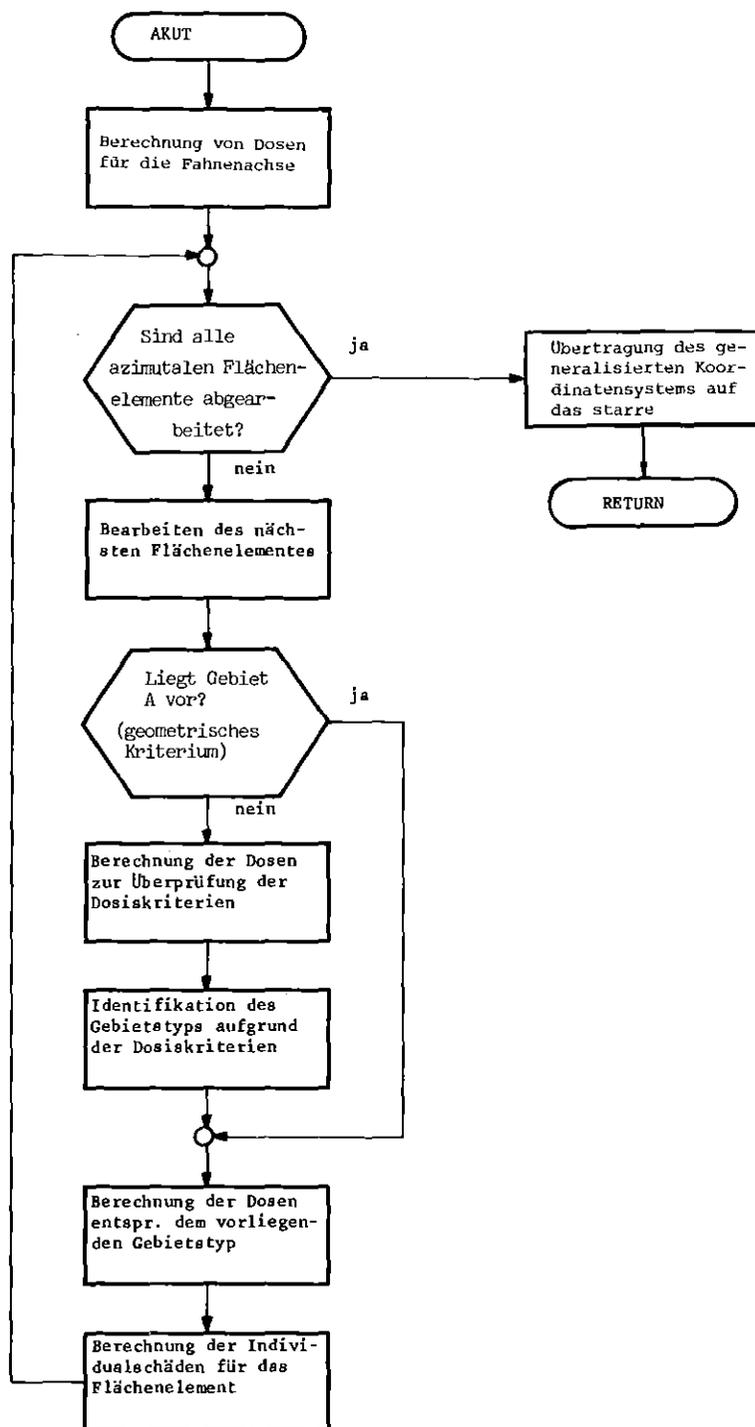


Abb. 3.5-4 : Flußdiagramm des Unterprogramms AKUT (Berechnung der Individualen Frühschäden)

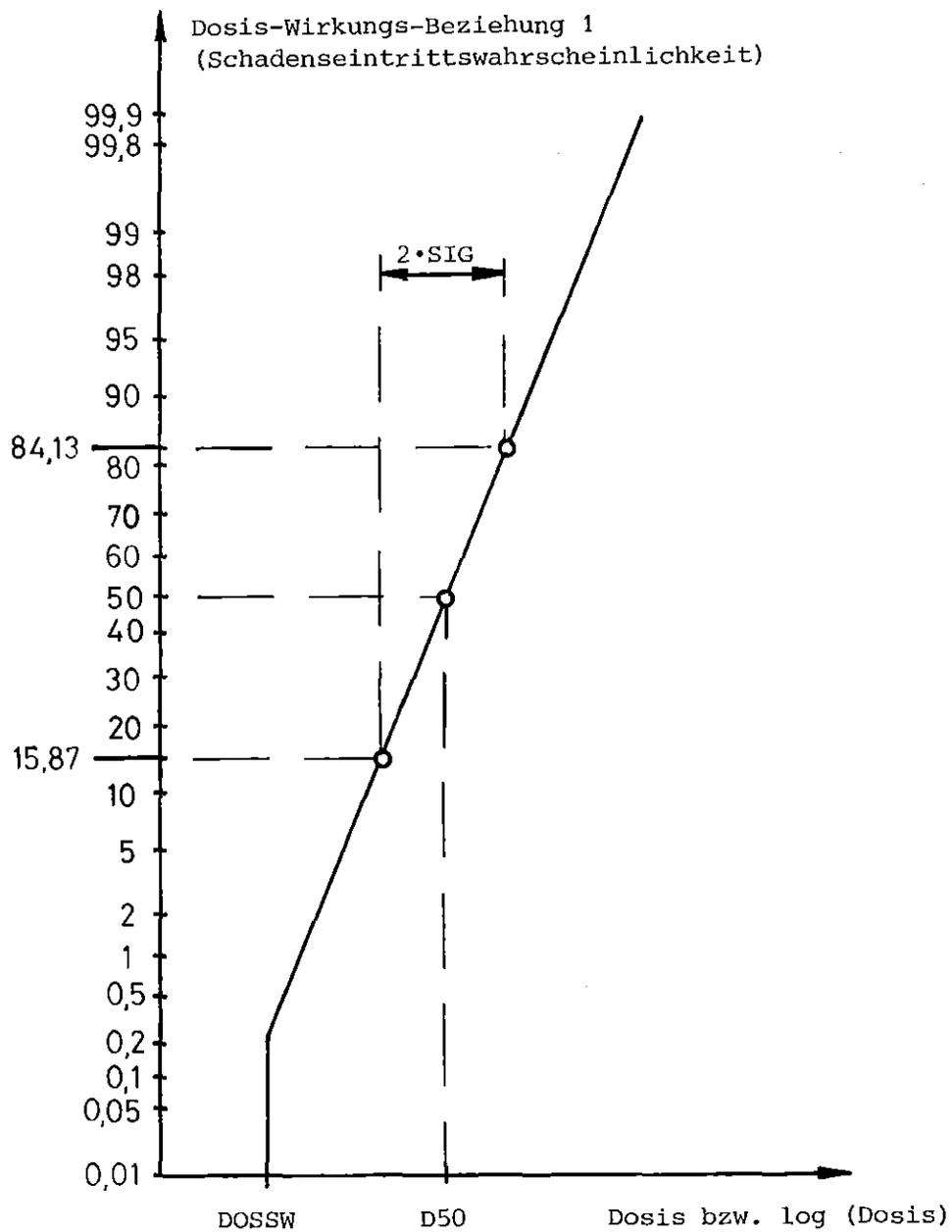
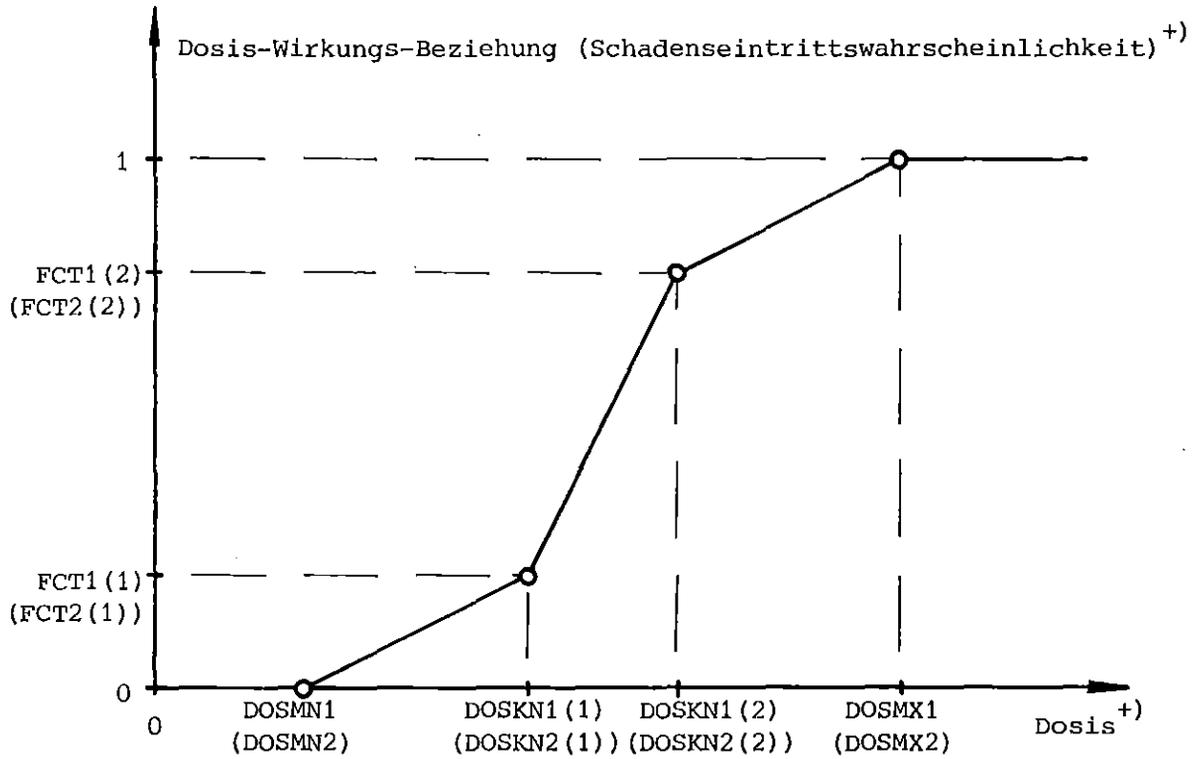


Abb. 3.5-5: Schematischer Verlauf der Dosis-Wirkungs-Beziehung 1 für Knochenmark (kumulative Normalverteilung)



⁺) Die Werte in Klammern sind die Bezeichnungen in der Eingabe (siehe Abschnitt 4.2.6) für die Lunge, die anderen für das Knochenmark

Abb. 3.5-6: Schematischer Verlauf der Dosis-Wirkungs-Beziehungen 2 (Knochenmark) bzw. 3 (Lunge) (stückweise lineare Funktion)

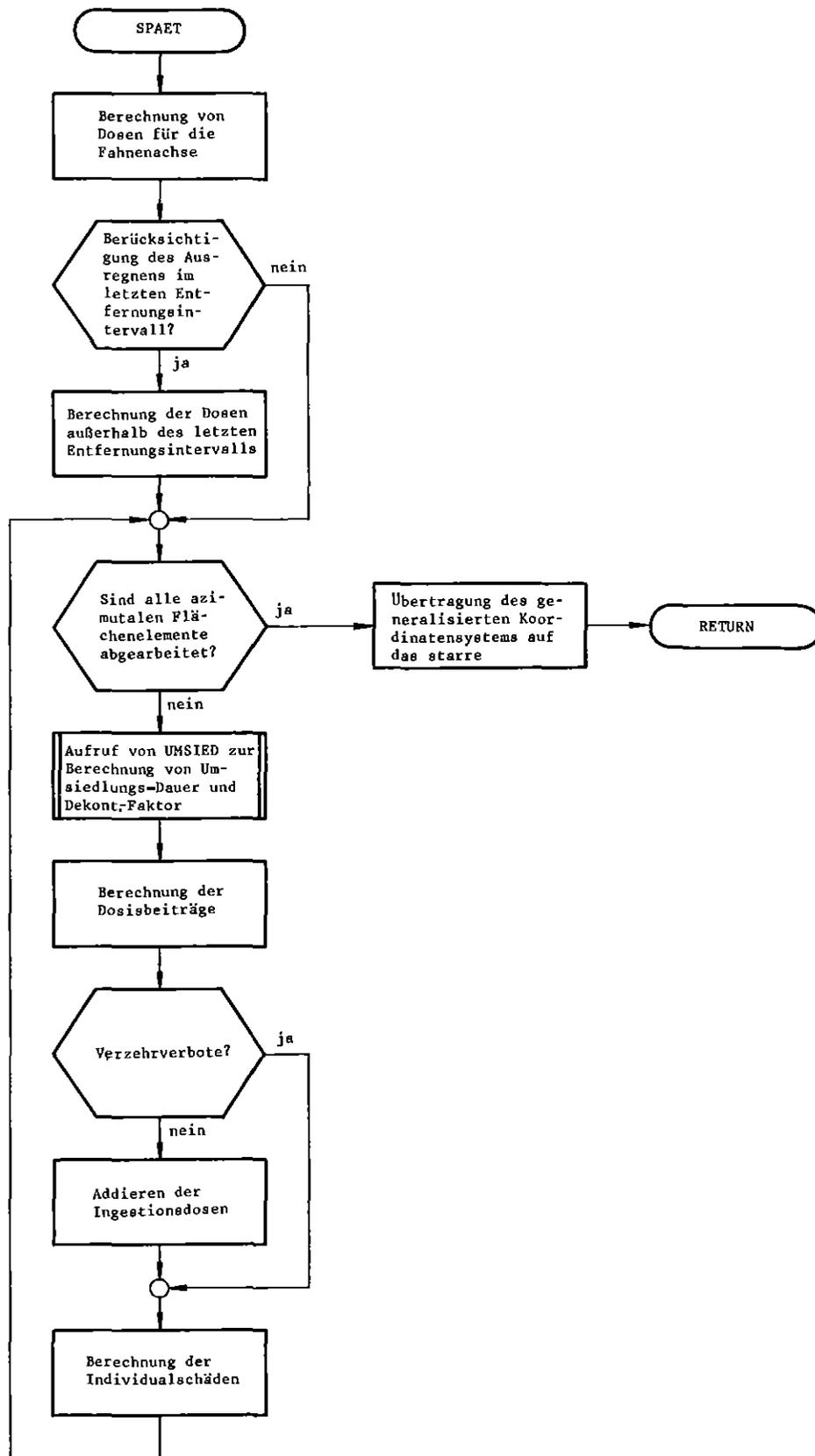


Abb. 3.5-7 : Flußdiagramm des Unterprogramms SPAET (Berechnung der individuellen Spätschäden)

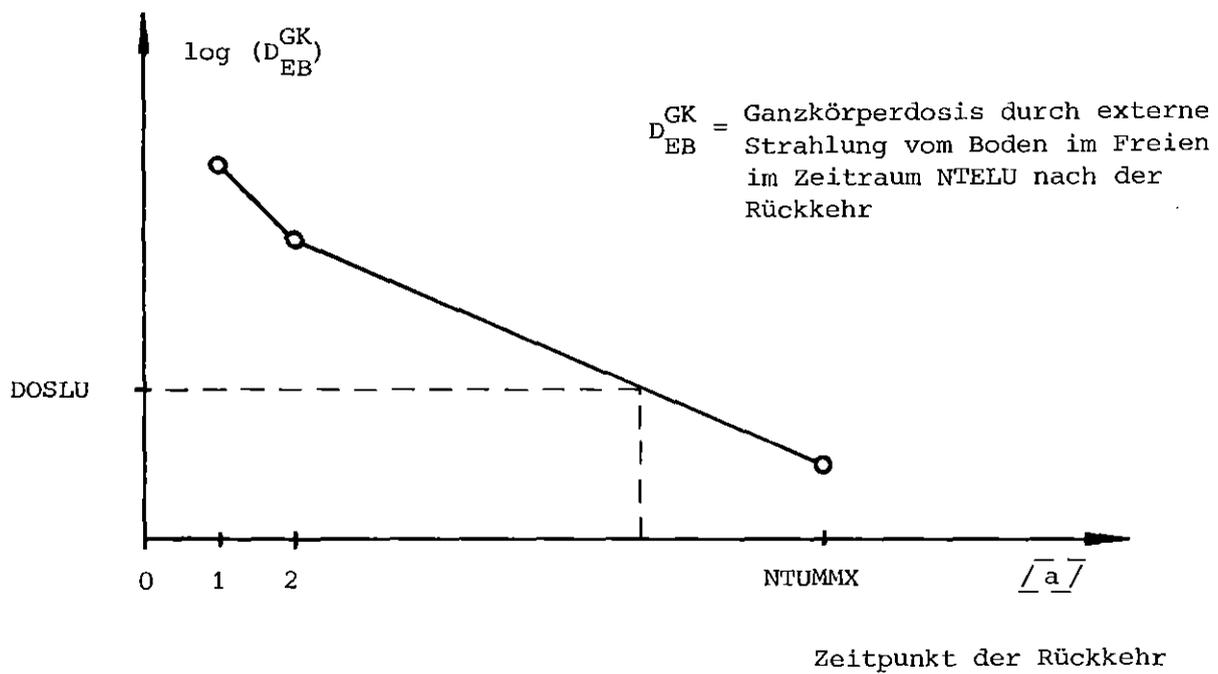


Abb. 3.5-8: Schematische Darstellung des Verfahrens zur Ermittlung der Umsiedlungsdauer

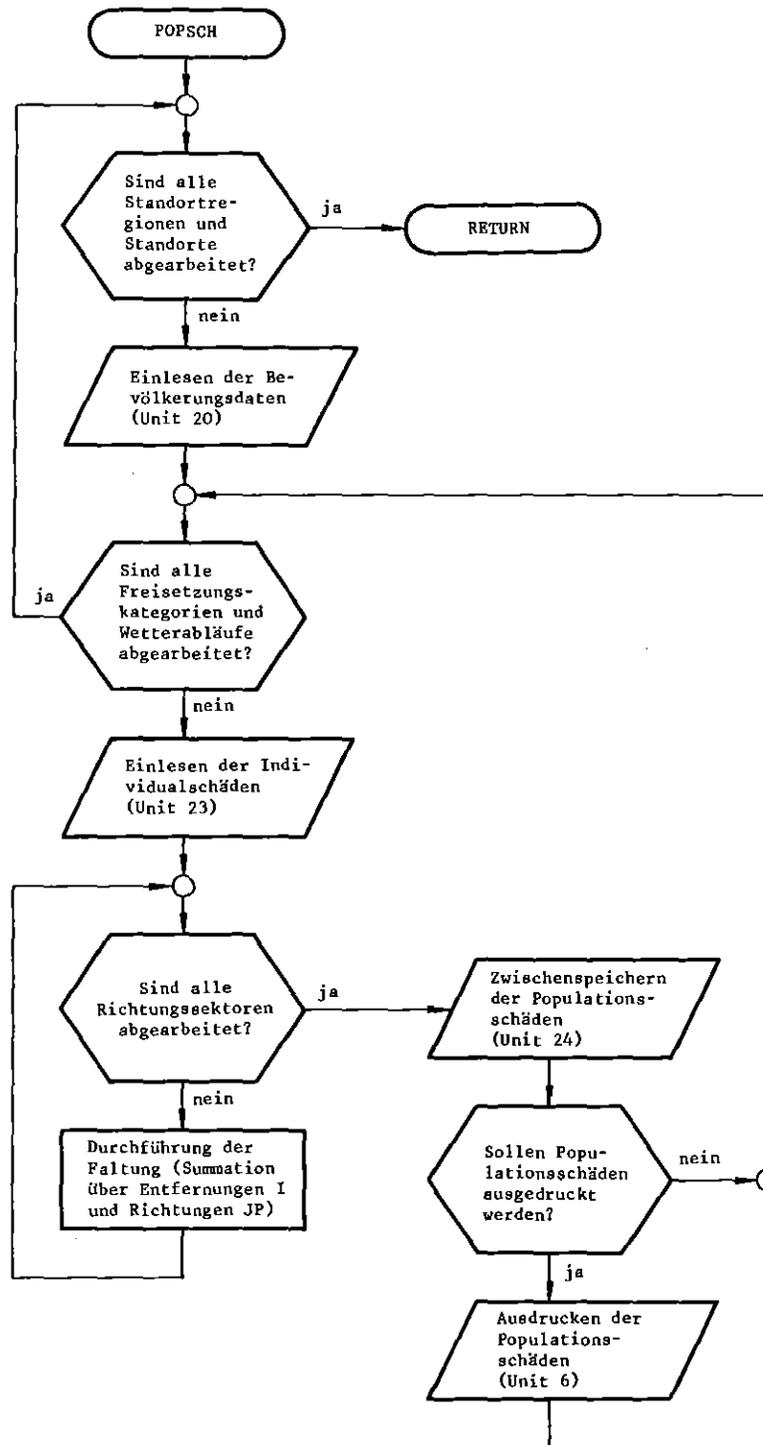


Abb. 3.5-9 : Flußdiagramm des Unterprogramms POPSCH (Berechnung der Kollektivschäden)

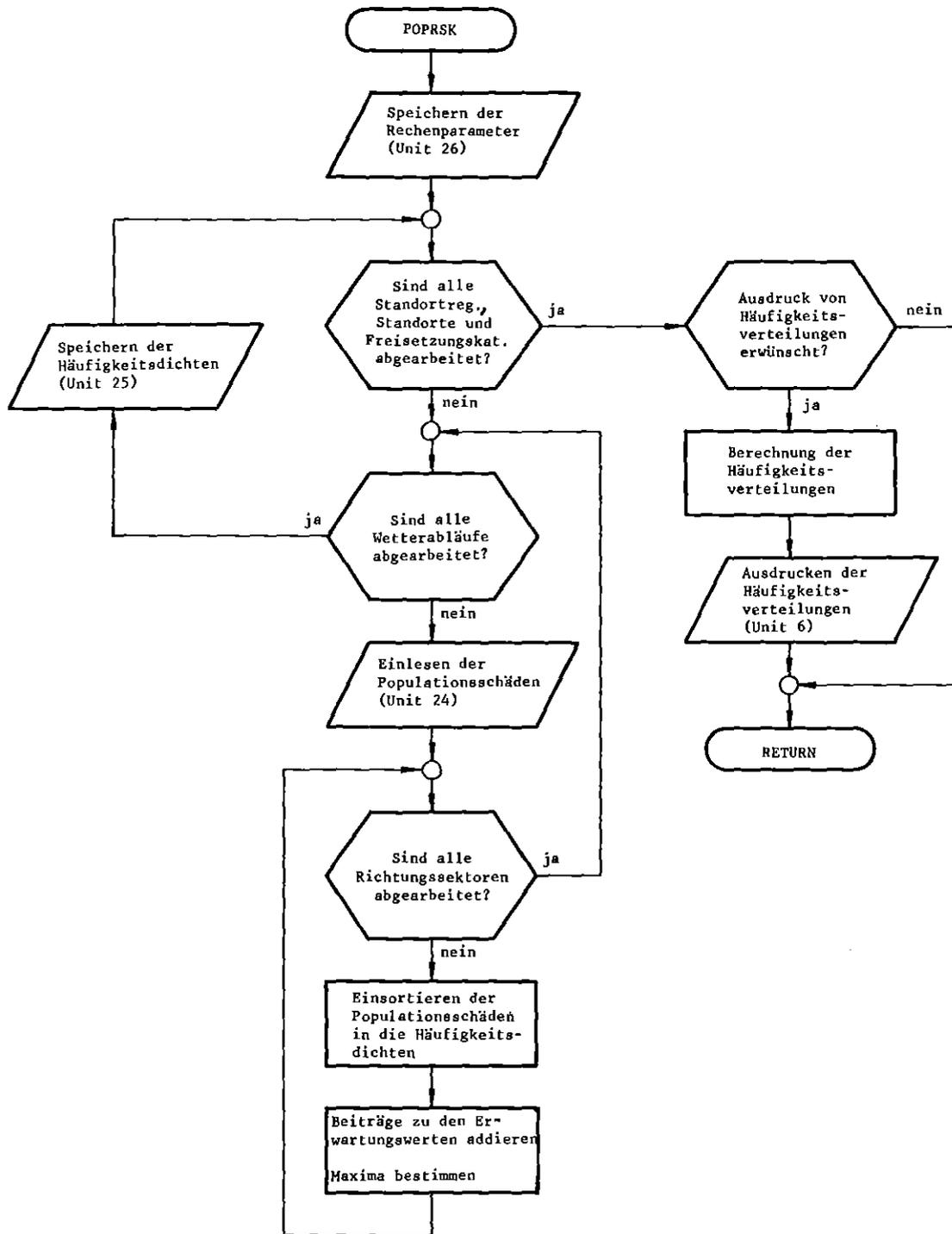


Abb. 3.5-10 : Flußdiagramm des Unterprogramms POPRSK (Berechnung häufigkeitsbewerteter Ergebnisse)

*** PROGRAMM UFO-MOD ***

EINGABELISTE DER METEOROLOGISCHEN STANDORTREGIONEN

NR.	MET.ZONE	WAHRS.	# STANDORTE	# WETTERABL.	ZEIT ZWISCHEN 2 WETTERABL. (H)	WAHRSCHEINL. DER WETTERABLAUEFE
1	OBERRH.	0.2800	4	115	77	0.00870 FUER JEDEN ABLAUF
2	SUEDDT.	0.1600	3	115	77	0.00870 FUER JEDEN ABLAUF
3	NORDDT.	0.3200	7	115	77	0.00870 FUER JEDEN ABLAUF
4	TALLAGE	0.2400	5	115	77	0.00870 FUER JEDEN ABLAUF

Abb. 5.1-1a : Ausdruck der Eingabedaten für die meteorologischen Standortregionen

***PROGRAMM UFO-MOD ***

EINGABELISTE DER METEOROLOGISCHEN STANDORTREGIONEN

NR.	MET.ZONE	RAUHIGK. STUFE *	WINDMESSH. (M)	MAXIMALER VERTIKALER AUSBREITUNGSPARAMETER DER KATEGORIE (M)					
				A	B	C	D	E	F
1	OBERRH.	3	60	2000	1500	1000	1000	1000	1000
2	SUEDDT.	3	10	2000	1500	1000	1000	1000	1000
3	NORDDT.	2	10	2000	1500	1000	1000	1000	1000
4	TALLAGE	3	40	2000	1500	1000	1000	1000	1000

- * RAUHIGKEITSTUFE
- 1 GERINGE RAUHIGKEIT (GRAS; RAUHIGKEITSLAENGE $Z_0 < 10$ CM)
 - 2 MITTLERE RAUHIGKEIT (NIEDRIGER BEWUCHS, LOCKERE BEBAUUNG; $Z_0 = 10$ CM BIS 1 M)
 - 3 GROSSE RAUHIGKEIT (BEWALDETES ODER BEBAUTES GEBIET; $Z_0 > 1$ M)

Abb. 5.1-1b : Ausdruck der Eingabedaten für die Ausbreitungsrechnungen

*** PROGRAMM UFO-MOD ***

EINGABELISTE DER BEVOELKERUNGSDATEN

STANDORT NR. 101 BIBLIS
 DER STANDORT LIEGT IN DER MET. ZONE NR. 1 OBERRH.
 WAHRSCHEINLICHKEIT DES STANDORTS INNERHALB DER ZONE : 0.4290

ANZAHL DER KREISRINGE 18
 ANZAHL DER SEKTOREN 36
 ANZAHL DER KREISRINGSEKTOREN 648

FUER DIE BERECHNUNG DER BEVOELKERUNGSVERTEILUNG WURDE IN DEN KREISRINGEN NR. 14 (=TEIN+1) BIS 18 VON
 EINER KONSTANTEN BEVOELKERUNGSDICHTE VON 250.0 EINWOHNERN/KM2 (=POPDIC) AUSGEHANGEN (NSTOPT= 2)

KREISRING NR.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
INNERER RADIUS (M)		0.0	800.0	1200.0	1600.0	2400.0	3600.0	5400.0	8000.0	12000.0
RADIUS FUER DOSISBERECHNUNG (M)		700.0	1000.0	1400.0	2000.0	3000.0	4500.0	6700.0	10000.0	14000.0
AUSSERER RADIUS (M)		800.0	1200.0	1600.0	2400.0	3600.0	5400.0	8000.0	12000.0	16000.0
FLAECHE DES KREISRINGSEKTORS (M2)		5.59E+04	6.98E+04	9.77E+04	2.79E+05	6.28E+05	1.41E+06	3.04E+06	6.98E+06	9.77E+06
SEKTR NR.	WINDRICHTUNGS- WAHRSCHEINL.	WOHNBEVOELKERUNG								
1	0.0278	0	0	0	0	516	0	0	295	1669
2	0.0278	0	0	0	0	980	103	68	4666	7832
3	0.0278	0	0	0	0	155	0	159	2773	2678
4	0.0278	0	0	0	0	0	0	3152	2219	3200
5	0.0278	0	0	0	0	0	0	2238	0	493
6	0.0278	0	0	0	0	0	0	217	0	0
7	0.0278	0	0	0	0	0	2293	0	1299	7309
8	0.0278	0	0	0	0	0	1079	0	894	5378
9	0.0278	0	0	0	0	0	0	0	2036	8248
10	0.0278	0	0	0	0	0	0	0	212	19248
11	0.0278	0	0	0	0	993	382	0	4045	1458
12	0.0278	0	0	0	0	1528	611	0	2798	6196
13	0.0278	0	0	0	0	1222	611	0	0	0
14	0.0278	0	0	0	0	917	611	490	2553	60
15	0.0278	0	0	0	0	0	708	5644	813	180
16	0.0278	0	0	0	0	0	836	4622	7200	14128
17	0.0278	0	0	0	0	0	273	601	2728	642
18	0.0278	0	0	0	0	31	1037	1694	0	0
19	0.0278	0	0	0	153	61	710	857	1180	3049
20	0.0278	0	0	0	61	0	0	3755	11498	6322
21	0.0278	0	0	0	0	206	23	4860	28115	3571
22	0.0278	0	0	0	0	206	23	71	7918	3403
23	0.0278	0	0	0	0	0	0	141	1771	6029
24	0.0278	0	0	0	0	0	0	0	0	568
25	0.0278	0	0	0	0	0	437	0	2771	2509
26	0.0278	0	0	0	0	0	1684	1519	0	263
27	0.0278	0	0	0	0	0	125	4433	1862	1788
28	0.0278	0	0	0	0	0	0	780	615	1131
29	0.0278	0	0	0	0	0	0	0	931	1738
30	0.0278	0	0	0	0	0	0	1015	0	1520
31	0.0278	0	0	0	0	0	0	0	0	1018
32	0.0278	0	0	0	0	0	0	146	2392	1744
33	0.0278	0	0	0	0	0	0	0	2759	802
34	0.0278	0	0	0	0	0	484	0	4282	1874
35	0.0278	0	0	0	0	0	1934	0	0	0
36	0.0278	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abb. 5.1-1c : Ausdruck der Eingabedaten für die Bevölkerung eines Standortes

EINGABELISTE DER BEVÖLKERUNGSDATEN (FORTSETZUNG)

STANDORT NR. 101 BIBLIS
 DER STANDORT LIEGT IN DER MET. ZONE NR. 1 OBERRH.

KREISRING NR.		10	11	12	13	14	15	16	17	18
INNERER RADIUS (M)		16000.0	24000.0	36000.0	54000.0	80000.0	120000.0	160000.0	240000.0	360000.0
RADIUS FUER DOSISBERECHNUNG (M)		20000.0	30000.0	45000.0	67000.0	100000.0	140000.0	200000.0	300000.0	450000.0
AEUSSERER RADIUS (M)		24000.0	36000.0	54000.0	80000.0	120000.0	160000.0	240000.0	360000.0	540000.0
FLAECHE DES KREISRINGSEKTORS (M2)		2.79E+07	6.28E+07	1.41E+08	3.04E+08	6.98E+08	9.77E+08	2.79E+09	6.28E+09	1.41E+10
SEKTOR NR.	WINDRICHTUNGS- WAHRSCHEINL.	WOHNBEVÖLKERUNG								
1	0.0278	11668	22248	226781	118639	174532	244345	698131	1570794	3534288
2	0.0278	6335	28470	464085	157773	174532	244345	698131	1570794	3534288
3	0.0278	16839	45101	265125	140946	174532	244345	698131	1570794	3534288
4	0.0278	24940	70883	84883	166277	174532	244345	698131	1570794	3534288
5	0.0278	39454	35237	36392	70570	174532	244345	698131	1570794	3534288
6	0.0278	6239	36422	42839	122561	174532	244345	698131	1570794	3534288
7	0.0278	8401	7710	24177	37302	174532	244345	698131	1570794	3534288
8	0.0278	3653	7695	22352	48910	174532	244345	698131	1570794	3534288
9	0.0278	6292	10682	18738	36708	174532	244345	698131	1570794	3534288
10	0.0278	1869	9346	10135	29064	174532	244345	698131	1570794	3534288
11	0.0278	19288	12269	7169	31453	174532	244345	698131	1570794	3534288
12	0.0278	9010	17865	21306	35626	174532	244345	698131	1570794	3534288
13	0.0278	11051	25300	12352	81461	174532	244345	698131	1570794	3534288
14	0.0278	10965	31583	46566	49803	174532	244345	698131	1570794	3534288
15	0.0278	19538	58129	158320	51706	174532	244345	698131	1570794	3534288
16	0.0278	74421	76206	81698	82092	174532	244345	698131	1570794	3534288
17	0.0278	83341	141518	61499	109439	174532	244345	698131	1570794	3534288
18	0.0278	55115	94297	75348	273492	174532	244345	698131	1570794	3534288
19	0.0278	47723	33590	29525	65491	174532	244345	698131	1570794	3534288
20	0.0278	19013	14469	56671	83194	174532	244345	698131	1570794	3534288
21	0.0278	3772	26126	41813	36555	174532	244345	698131	1570794	3534288
22	0.0278	3500	14155	8480	19914	174532	244345	698131	1570794	3534288
23	0.0278	9595	17727	19114	50314	174532	244345	698131	1570794	3534288
24	0.0278	3984	11286	40419	110680	174532	244345	698131	1570794	3534288
25	0.0278	5687	7046	13337	40399	174532	244345	698131	1570794	3534288
26	0.0278	2442	8951	12273	34658	174532	244345	698131	1570794	3534288
27	0.0278	3426	2856	12542	45424	174532	244345	698131	1570794	3534288
28	0.0278	12948	8629	18011	40304	174532	244345	698131	1570794	3534288
29	0.0278	3158	8323	61642	19912	174532	244345	698131	1570794	3534288
30	0.0278	5153	12090	28666	18231	174532	244345	698131	1570794	3534288
31	0.0278	1695	9864	52020	39677	174532	244345	698131	1570794	3534288
32	0.0278	4128	10972	41486	20943	174532	244345	698131	1570794	3534288
33	0.0278	2677	28006	51075	28123	174532	244345	698131	1570794	3534288
34	0.0278	9914	120397	248489	60241	174532	244345	698131	1570794	3534288
35	0.0278	5537	54511	54813	54773	174532	244345	698131	1570794	3534288
36	0.0278	2315	73511	91236	32058	174532	244345	698131	1570794	3534288

Abb. 5.1-1c : Fortsetzung

*** PROGRAMM UFO-MOD ***

EINGABELISTE DER UNFALLKATEGORIEN

NR.	UNFALLKATEG.	EINTRITTS- HAEUFIG. (1/A)	ANZAHL DER PHASEN	VERSCHIEBUNG DER STARTZEIT (H)		VERZOEGERUNG (H)	THERMISCHE ENERGIE (CAL/S)	FREISETZ- HOEHE (M)	FLAECHEQUELLE	
									BREITE (M)	HOEHE (M)
1	FK1	2.00E-06	1	0	1. PHASE:	1.00E+00	3.58E+07	30	40.0	40.0
2	FK2	6.00E-07	3	0	1. PHASE:	1.00E+00	9.95E+05	10	40.0	40.0
					2. PHASE:	2.00E+00	9.95E+05	10	40.0	40.0
					3. PHASE:	3.00E+00	9.95E+05	10	40.0	40.0
3	FK3	6.00E-07	3	0	1. PHASE:	2.00E+00	6.63E+04	10	40.0	40.0
					2. PHASE:	3.00E+00	6.63E+04	10	40.0	40.0
					3. PHASE:	4.00E+00	6.63E+04	10	40.0	40.0
4	FK4	3.00E-06	3	0	1. PHASE:	2.00E+00	0.0	10	40.0	40.0
					2. PHASE:	3.00E+00	0.0	10	40.0	40.0
					3. PHASE:	4.00E+00	0.0	10	40.0	40.0
5	FK5	2.00E-05	3	-24	1. PHASE:	0.0	0.0	10	40.0	40.0
					2. PHASE:	1.00E+00	0.0	10	40.0	40.0
					3. PHASE:	2.50E+01	1.33E+07	10	40.0	40.0
6	FK6	7.00E-05	3	-24	1. PHASE:	0.0	0.0	100	0.0	0.0
					2. PHASE:	1.00E+00	0.0	100	0.0	0.0
					3. PHASE:	2.50E+01	1.33E+07	10	40.0	40.0
7	FK7	1.00E-04	1	0	1. PHASE:	0.0	5.97E+05	10	40.0	40.0
8	FK8	1.00E-03	1	0	1. PHASE:	0.0	0.0	100	0.0	0.0

Abb. 5.1-2a : Ausdruck der Eingabedaten für die Freisetzungskategorie

*** PROGRAMM UFO-MOD ***

EINGABELISTE DES FREIGESetzten ANTEILS DES KERNINVENTARS

NR.	UNFALLKATEG.	PHASE	FREIGESetzten ANTEIL DES KERNINVENTARS							LA **
			XE-KR	J2-BR	CS-RD	TE-SB	BA-SR	RU *		
1	FK1	1	1.00E+09	7.97E-01	5.00E-01	3.50E-01	6.70E-02	3.80E-01	2.60E-03	
2	FK2	1	3.33E-01	1.36E-01	9.67E-02	6.33E-02	1.07E-02	5.67E-03	8.67E-04	
		2	3.33E-01	1.36E-01	9.67E-02	6.33E-02	1.07E-02	5.67E-03	8.67E-04	
		3	3.33E-01	1.36E-01	9.67E-02	6.33E-02	1.07E-02	5.67E-03	8.67E-04	
3	FK3	1	3.33E-01	2.33E-02	1.47E-02	1.33E-02	1.63E-03	1.10E-03	1.73E-04	
		2	3.33E-01	2.33E-02	1.47E-02	1.33E-02	1.63E-03	1.10E-03	1.73E-04	
		3	3.33E-01	2.33E-02	1.47E-02	1.33E-02	1.63E-03	1.10E-03	1.73E-04	
4	FK4	1	3.33E-01	7.33E-03	1.70E-03	1.67E-03	1.90E-04	1.33E-04	2.17E-05	
		2	3.33E-01	7.33E-03	1.70E-03	1.67E-03	1.90E-04	1.33E-04	2.17E-05	
		3	3.33E-01	7.33E-03	1.70E-03	1.67E-03	1.90E-04	1.23E-04	2.17E-05	
5	FK5	1	2.00E-05	1.82E-05	4.70E-05	3.60E-07	5.50E-09	0.0	0.0	
		2	2.30E-02	1.12E-03	6.70E-04	6.70E-04	8.00E-05	5.50E-05	8.80E-06	
		3	9.77E-01	1.64E-02	4.50E-04	7.70E-04	4.70E-05	5.30E-05	9.50E-06	
6	FK6	1	2.00E-05	1.98E-08	4.70E-08	3.00E-10	5.50E-12	0.0	0.0	
		2	2.30E-02	2.56E-06	6.70E-07	6.70E-07	8.00E-08	5.50E-08	8.80E-09	
		3	9.77E-01	1.64E-02	4.50E-04	7.70E-04	4.70E-05	5.30E-05	9.50E-06	
7	FK7	1	1.70E-02	5.34E-03	1.30E-02	2.50E-05	2.50E-07	0.0	0.0	
8	FK8	1	4.60E-04	2.20E-08	2.10E-08	4.10E-11	4.10E-13	0.0	0.0	

* EINSCHLIESSLICH RH,CO,MO,TC

** EINSCHLIESSLICH Y,ZR,NB,CE,PR,ND,NP,PU,AM,CM

Abb. 5.1-2b : Ausdruck der Eingabedaten für die freigesetzten Anteile des Kerninventars

*** PROGRAMM UFO-MOD ***

INGABELISTE DER SPEZIFIKATIONEN DER ZU BERECHNENDEN ERGEBNISSE

IM VORLIEGENDEN LAUF WERDEN BERECHNET:

- KONZENTRATIONEN : JA (NOMET = 1)
- FRUEHSCHAEDEN : JA (NOINDS = 1)
- SPAETSCHAEDEN : JA (NOCHRO = 1)
- INDIVIDUALRISIKEN : JA (NINDR = 1)
- POPULATIONSSCHAEDEN : JA (NOPSCH = 1)
- POPULATIONSRISIKEN : JA (NCPOR = 1)

FOLGENDE ERGEBNISSE WERDEN AUSGEDRUCKT:

- METEOROLOGISCHE DATEN FUER ALLE WETTERABLAEUFE (NOOTM = 1)
- AKTIVITAETSKONZENTRATIONEN FUER AUSGEWAELTE WETTERABLAEUFE (NODTKZ = 2)
- INDIVIDUALSCHAEDEN (NOOTIS = 1)
- OBIGE GROESSEN WERDEN FUER ALLE IMAX ENTFERNUNGEN AUSGEDRUCKT (IACT{I}=1 FUER ALLE I)
- POPULATIONSSCHAEDEN (NOOTPS = 1)
- VERTEILUNGSFUNKTIONEN: GESAMTVERTEILUNGEN (NOVERT = 1)

WINDRICHTUNGSAENDERUNGEN WERDEN NICHT BERUECKSICHTIGT (NOSHFT=0)

ANZAHL DER KONZENTRATIONSSSTUFEN: 4 (=NRSTEP)

NR. BEI SIGANG REL. KONZ.
(SIGMA Y/Y)

1	3.00	0.0570
2	2.00	0.3407
3	1.00	0.7514
4	0.50	0.9599

BERUECKSICHTIGUNG DES AUSREGNENS : JA (NORAIN = 1)

BEVOELKERUNGSDICHTE ZUR BERECHNUNG DER SPAETSCHAEDEN IM BEREICH UEBER 540.0 KM=RA(18): 25.0 EINW./KM**2 (=POPDC2)

ZUR BERECHNUNG DER BEITRAEGE DER ORGANE UND EXPOSITIONSPFADE ZU DEN SPAETSCHAEDEN WIRD BIS 540.0 KM=RA(18) VON EINER BEVOELKERUNGSDICHTE VON 250.0 EINW./KM**2 (=POPDC1) AUSGEGANGEN

Abb. 5.1-3 : Ausdruck der Eingabedaten zur Programmsteuerung

*** PROGRAMM UFO-MOD ***

INGABELISTE DER NUKLIDATEN

NR.	NUKLID	HALBWERTS-	INVENTAR	ABLAG.	WASHOUT-KOEFFIZIENT BEI REGEN		BERUECKSICHTIGT BEI EXPOSITIONSPFAD			
		ZEIT (D)	(CI)	GESCHW. (M/S)	<1.0 MM/H (1/S)	ZW.BEREICH (1/S)	>3.0 MM/H (1/S)	EXTERNE STRAHLUNG KURZFR.	INGEST. LANGFR.	RESUSP.
1	CO- 58	7.10E+01	1.27E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	1	1	
2	CO- 60	1.92E+03	9.83E+05	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	2	2	
3	KR- 85	3.95E+03	7.92E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	3		
4	KR- 85M	1.83E-01	2.70E+07	0.0	0.0	0.0	0.0	4		
5	KR- 87	5.28E-02	5.26E+07	0.0	0.0	0.0	0.0	5		
6	KR- 88	1.17E-01	7.64E+07	0.0	0.0	0.0	0.0	6		
7	RB- 86	1.87E+01	3.73E+04	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	7		
8	SR- 89	5.21E+01	1.05E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	8	8	
9	SR- 90	1.10E+04	5.30E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	9	9	9
10	SR- 91	4.03E-01	1.28E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	0		
11	Y - 90	2.67E+00	5.72E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	1		
12	Y - 91	5.90E+01	1.33E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	2		
13	ZR- 95	6.52E+01	1.78E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	3	3	
14	ZR- 97	7.10E-01	1.76E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	4		
15	NB- 95	3.50E+01	1.76E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	5	5	
16	MO- 99	2.80E+00	1.91E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	6		
17	TC- 99M	2.50E-01	1.66E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	7		
18	RU-103	3.95E+01	1.37E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	8	8	
19	RU-105	1.85E-01	9.79E+07	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	9		
20	RU-106	3.66E+02	3.96E+07	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	0	0	0
21	RH-105	1.50E+00	6.59E+07	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	1		
22	TE-127	3.91E-01	7.68E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	2		
23	TE-127M	1.09E+02	1.51E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	3		
24	TE-129	4.80E-02	3.91E+07	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	4		
25	TE-129M	3.40E+01	6.98E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	5		
26	TE-131M	1.25E+00	1.56E+07	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	6		
27	TE-132	3.25E+00	1.45E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	7		
28	SB-127	3.88E+00	7.93E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	8		
29	SB-129	1.79E-01	4.13E+07	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	9		
30	J -131	8.05E+00	1.04E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	0	0	0
31	J -132	9.58E-02	1.50E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	1		
32	J -133	8.75E-01	2.02E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	2	2	
33	J -134	3.66E-02	2.32E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	3		
34	J -135	2.80E-01	1.81E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	4		
35	XE-133	5.28E+00	1.99E+08	0.0	0.0	0.0	0.0	5		
36	XE-135	3.84E-01	4.07E+07	0.0	0.0	0.0	0.0	6		
37	CS-134	7.50E+02	1.38E+07	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	7	7	7
38	CS-136	1.30E+01	4.51E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	8	8	8
39	CS-137	1.10E+04	7.06E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	9	9	9
40	BA-140	1.28E+01	1.86E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	0		
41	LA-140	1.67E+00	1.93E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	1		
42	CE-141	3.23E+01	1.80E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	2		
43	CE-143	1.38E+00	1.59E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	3		
44	CE-144	2.84E+02	1.09E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	4		
45	PR-143	1.37E+01	1.55E+08	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	5		
46	ND-147	1.11E+01	7.32E+07	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	6		
47	NP-239	2.35E+00	2.14E+09	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	7		
48	PU-238	3.25E+04	1.27E+05	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	8		8
49	PU-239	8.90E+06	2.89E+04	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	9		9
50	PU-240	2.40E+06	3.22E+04	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	0		0
51	PU-241	5.35E+03	6.04E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	1		1
52	AM-241	1.50E+05	3.54E+03	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	2		2
53	CM-242	1.63E+02	1.42E+06	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	3		3
54	CM-244	6.63E+03	1.15E+05	1.00E-02	1.00E-04	5.00E-04	1.00E-03	4		4

Abb. 5.1-4 : Ausdruck der Eingabedaten für die Radionuklide

*** PROGRAMM UFO-MOD ***

EINGABELISTE DER PARAMETERWERTE FUER DAS WINDPROFIL

WINDPROFILEXONENT FUER DIE AUSBREITUNGSKATEGORIE	A	B	C	D	E	F
	0.07	0.13	0.21	0.34	0.44	0.44

IST DIE EFFEKTIVE AUFSTIEGSHOEHE $< H_E = 100.0$ M, SO WIRD DAS WINDPROFIL BEI DER BERECHNUNG DER MITTL. WINDGESCHW. BIS H_E GEMITTELT

Abb. 5.1-5 : Ausdruck der Eingabedaten für das Windprofil

*** PROGRAMM UFO-MOD ***

EINGABELISTE DER EVAKUIERUNGSDATEN

GEBIET A

```

=====
SEKTOR: RADIUS          (KM)          8.0          (=EVA1= 7)
        WINKEL          (GRAD)        30.0          (=WGRNZA)
KREIS : RADIUS          (KM)          2.4          (=EVA2= 4)
ZEIT ZUM AUFsuchen DER HAEUSER (H)          2.0          (=TINA)
AUFENTHALTSDAUER IN DEN HAEUSERN (M)          6.0          (=TIMA)
ZEIT ZUM VERLASSEN DES GEBIETES (H)          1.5          (=TAUSA)
ATEMRATE                (M**3/S)      3.82E-04      (=ARAT*ARCF A)
    
```

GEBIET B

```

=====
BEGRENZENDE DOSIS        (REM/7D)      100.0         (=DOSSU)
GRENZE GEBIET B1/B2     (KM)          24.0         (=EVA3= 10)
ZEIT ZUM AUFsuchen DER HAEUSER (H)          2.0          (=TING)
ATEMRATE                (M**3/S)      3.82E-04      (=ARAT*ARCFB)
    
```

BEGINN DER UMSIEDLUNG 2.0 H (=TVERZB) NACH EINTREFFEN DER WOLKE, FRUEHSTENS JEDOCH 14.0 H (=TSTRTB) NACH DEM UNFALL
 VERZOEGERUNGSZEIT TVERZE IFUER JEDE ENTFERNUNG)

1	0.0 H	2	0.0 H	3	0.0 H	4	0.0 H	5	0.0 H	6	0.0 H	7	0.0 H	8	0.0 H	9	0.0 H
10	0.0 H	11	0.0 H	12	0.0 H	13	0.0 H	14	0.0 H	15	0.0 H	16	0.0 H	17	0.0 H	18	0.0 H

VERTEILUNG DER FAHRZEITEN ZUM VERLASSEN DES GEBIETES BEI SCHNELLER UMSIEDLUNG

GRUPPE	BEVOELKERUNGSDICHTE		
	>= 0.0 EINW./KM2	>= 100.0 EINW./KM2	>= 400.0 EINW./KM2
	BRUCHTEIL FAHRZEIT	BRUCHTEIL FAHRZEIT	BRUCHTEIL FAHRZEIT
1	0.333 0.35 H	0.333 0.55 H	0.333 0.75 H
2	0.333 0.50 H	0.333 1.50 H	0.333 2.25 H
3	0.333 1.25 H	0.333 4.75 H	0.333 7.25 H

IN GEBIET A UND B WIRD FOLGENDE WAHRSCHEINLICHKEITSVERTEILUNG DER ABSCHIRMFAKTOREN BERUECKSICHTIGT:

BRUCHTEIL	AUFENTHALTSORT VOR. SCHUTZ	ABSCHIRMFAKTOR		AUFENTHALTSORT WAEHREND SCHUTZES	ABSCHIRMFAKTOR	
		BODEN	WOLKE		BODEN	WOLKE
0.03	IM FREIEN	5.00E-01	1.00E+00	IM FREIEN	5.00E-01	1.00E+00
0.32	IM HAUS	2.50E-01	4.00E-01	IM HAUS	2.00E-01	3.00E-01
0.65	IM HAUS	2.50E-01	4.00E-01	IM KELLER	1.00E-01	1.50E-01
0.0	IM FREIEN	5.00E-01	1.00E+00	IM HAUS	2.00E-01	3.00E-01
0.0	IM FREIEN	5.00E-01	1.00E+00	IM KELLER	1.00E-01	1.50E-01

FUER DIE BELASTUNG BEI NORMALER TAETIGKEIT WERDEN DIE ABSCHIRMFAKTOREN 0.25 (BODEN) UND 0.40 (WOLKE) VERWENDET

GEBIET C

```

=====
BEGRENZENDE DOSIS        (REM/30 A)      25.0          (=DOSLU IN NTELU A)
ATEMRATE                (M**3/S)      2.55E-04      (=ARAT)
BEGINN DER UMSIEDLUNG    (D)          30            (=NTDEKO)
UMSIEDLUNGSRATE          (KM**2/D)      5.0          (=UMSRAT)
DEKONTAMINATION ZUH ZEITPUNKT (D)          30            (=NTDEKO)
MAXIMALER DEKONTAMINATIONSFAKTOR 10.0          (=DFMAX)
    
```

KRITERIEN FUER DAS VERWERFEN VON MILCH:
 3.3 REM GANZKOERPERDOSIS (=CRITM1) ODER
 3.3 REM KNOCHENMARKDOSIS (=CRITM2) ODER
 10.0 REM SCHILDRUESENDOSIS (=CRITM6)

KRITERIEN FUER DAS VERWERFEN ANDERER PRODUKTE:
 2.0 REM GANZKOERPERDOSIS (=CRITP1) ODER
 2.0 REM KNOCHENMARKDOSIS (=CRITP2)

Abb. 5.1-6 : Ausdruck der Eingabedaten für die Schutz- und Gegenmaßnahmen

```
*** PROGRAMM UFO-MOD ***
EINGABELISTE DER PARAMETERWERTE FUER DIE DOSIS-WIRKUNGS-BEZIEHUNGEN
IM VORLIEGENDEN LAUF WERDEN FUER DIE FRUEHSCHAEDEN BERUECKSICHTIGT (NOSF= 1)
- KNOCHENMARKSDOSIS

DOSIS-WIRKUNGS-BEZIEHUNG FUER KNOCHENMARK (FRUEHSCHAEDEN)
(KUMULATIVE LINEARE NORMALVERTEILUNG; SIG>0)
SCHWELLENDOSIS      : 1.00E+02 REM (=DOSSH)
MITTELWERT (LD 50)  : 5.10E+02 REM (=D50)
STANDARDABWEICHUNG : 1.12E+02 REM (=ABS(SIG))

DOSIS-WIRKUNGS-BEZIEHUNG FUER KNOCHENMARK (FRUEHSCHAEDEN)
(STUECKWEISE LINEARE FUNKTION)
DIE FUNKTION IST DURCH FOLGENDE PUNKTE FESTGELEGT:
DOSIS (REM)          FUNKTIONSWERT
3.20E+02 (DOSMN1 )   0.0
4.00E+02 (DOSKN1(1)) 0.0300 (FCT1(1))
5.10E+02 (DOSKN1(2)) 0.5000 (FCT1(2))
6.15E+02 (DOSSHXL )  1.0

DIE SPAETSCHAEDEN WERDEN AUF DER GRUNDLAGE EINER LINEAREN
DOSIS-WIRKUNGS-BEZIEHUNG OHNE SCHWELLENWERT BERECHNET. ES WERDEN
FOLGENDE FAKTOREN VERWENDET:
ORGAN          FAKTOR (SKREBS)
              (1/REM)
GANZKOERPER    7.50E-05
KNOCHENMARK    2.00E-05
LUNGE          2.00E-05
KNOCHENHAUT    5.00E-06
SCHILDDRUESE   5.00E-06
```

Abb. 5.1-7 : Ausdruck der Eingabedaten für die Dosis-Wirkungs-Beziehungen

ERGEBNISSE DES METEOROLOGISCHEN MODELLS FUER DIE STANDORTREGION OBERRH. UND DEN UNFALLTYP TEST FK1

METEOROL.ZONE : 1				UNFALL : TEST FK1				WETTERABLAUF NR. 1				EMISSIONSPHASE NR. 1						
RIKM)	KAT.	GESCHW.	ENTF.	H	IR	SIGZ	SIGY	CHI	REST	JOD	VABL	JOD	WOLKENKORREKTURFAKTOR	AUFSTIEGSHOEHE	TR.ZEIT			
0.7	4.0	7.4	8.0	1	10	1	0	74.	111.	2.29E-07	1.00E+00	1.00E-02	1.85E+00	2.11E+01	8.74E-02	1.82E+02	1.82E+02	8.70E+01
1.0	4.0	7.4	8.5	1	10	1	0	106.	147.	3.04E-07	9.99E-01	1.00E-02	1.11E+00	7.90E+00	1.40E-01	2.15E+02	2.15E+02	1.22E+02
1.4	4.0	7.4	9.0	1	10	1	0	149.	195.	2.90E-07	9.99E-01	1.00E-02	9.15E-01	4.22E+00	2.17E-01	2.52E+02	2.52E+02	1.67E+02
2.0	4.0	7.4	9.5	1	10	1	0	213.	264.	2.21E-07	9.98E-01	1.00E-02	8.91E-01	2.68E+00	3.33E-01	3.00E+02	3.00E+02	2.30E+02
3.0	4.0	7.4	10.2	1	10	1	0	322.	374.	1.36E-07	9.97E-01	1.00E-02	9.15E-01	1.90E+00	4.81E-01	3.65E+02	3.65E+02	3.28E+02
4.5	4.0	7.4	10.6	1	10	1	0	485.	532.	8.07E-08	9.95E-01	1.00E-02	9.37E-01	1.44E+00	6.52E-01	4.13E+02	4.13E+02	4.68E+02
5.7	4.0	7.4	10.6	1	10	1	0	726.	753.	4.65E-08	9.93E-01	1.00E-02	9.23E-01	1.18E+00	7.85E-01	4.13E+02	4.13E+02	6.75E+02
10.0	4.0	7.4	10.6	1	10	1	0	1000.	1069.	2.57E-08	9.90E-01	1.00E-02	9.26E-01	1.09E+00	8.51E-01	4.13E+02	4.13E+02	9.85E+02
14.0	4.0	7.4	10.6	1	10	1	0	1000.	1436.	1.91E-08	9.87E-01	1.00E-02	9.02E-01	1.09E+00	8.28E-01	4.13E+02	4.13E+02	1.36E+03
20.0	4.0	7.4	10.6	1	10	1	0	1000.	1962.	1.40E-08	9.83E-01	1.00E-02	8.57E-01	1.09E+00	7.87E-01	4.13E+02	4.13E+02	1.93E+03
30.0	4.0	6.8	9.8	11	12	2	0	1000.	2799.	1.07E-08	9.76E-01	1.00E-02	7.64E-01	1.09E+00	7.02E-01	4.13E+02	4.13E+02	2.95E+03
45.0	4.0	6.8	9.8	11	12	2	0	1000.	3992.	7.49E-09	9.65E-01	1.00E-02	6.00E-01	1.09E+00	5.51E-01	4.13E+02	4.13E+02	4.48E+03
67.0	4.0	6.7	9.6	13	13	3	0	1000.	5658.	5.36E-09	9.50E-01	1.00E-02	3.60E-01	1.09E+00	3.30E-01	4.13E+02	4.13E+02	6.77E+03
100.0	4.0	7.3	10.5	14	14	4	0	1000.	8035.	3.47E-09	9.27E-01	1.00E-02	1.28E-01	1.09E+00	1.17E-01	4.13E+02	4.13E+02	9.91E+03
140.0	4.0	6.4	9.2	15	15	5	0	1000.	10789.	2.94E-09	9.00E-01	1.00E-02	2.13E-02	1.09E+00	1.96E-02	4.13E+02	4.13E+02	1.43E+04
200.0	4.0	6.0	8.6	16	16	6	0	1000.	14744.	2.30E-09	8.56E-01	1.00E-02	2.04E-03	1.09E+00	1.87E-03	4.13E+02	4.13E+02	2.12E+04
300.0	4.0	6.7	9.6	17	17	9	0	1000.	21029.	1.44E-09	7.91E-01	1.00E-02	1.09E-03	1.09E+00	1.00E-03	4.13E+02	4.13E+02	3.16E+04
450.0	4.0	6.1	8.7	18	18	14	0	1000.	29992.	1.11E-09	7.01E-01	1.00E-02	1.09E-03	1.09E+00	1.00E-03	4.13E+02	4.13E+02	4.87E+04

U(1)=10.4 W(1)=230.1 U(2)=10.0 W(2)=227.6 U(3)= 9.9 W(3)=227.0 U(4)=10.1 W(4)=227.8 U(5)= 9.8 W(5)=228.6 FACINV=8.9471E+08

Abb. 5.2-1a : Ausdruck der Ergebnisse des meteorologischen Modells
(Ausbreitungsdaten)

AKTIVITAETSKONZENTRATIONEN IN (CI*S/M**3) FUER DEN WETTERABLAUF 1
 AUSGABESCHEMA:
 1. ZEILE: NR. DER ENTFERNUNG; NR. DER PHASE; TRANSPORTZEIT; WOLKENKORREKTURFAKTOR(IY), IY=1,10,2;
 ABLAGERUNGSGESCHWINDIGKEIT EDELGASE, JOD, AEROSOLE; SIGMA Y
 2. ZEILE FF: KONZENTRATIONEN NUKLID 1 BIS KMAX

1	1	8.70E+01	2.39E-01	4.68E-01	7.39E-01	1.13E+00	1.52E+00	0.0	1.00E-02	1.00E-02	1.11E+02	
		1.10E-01	8.55E-02	1.81E-01	5.26E+00	6.88E+00	1.36E+01	4.26E-03	1.61E+00	8.13E-02	1.83E+00	3.37E-03
		7.92E-02	1.08E-01	1.01E-01	1.05E-01	1.64E+01	1.28E+01	1.19E+01	7.26E+00	3.45E+00	5.62E+00	5.71E-01
		1.21E-01	1.69E+00	5.27E-01	1.22E+00	1.15E+01	6.31E-01	2.81E+00	1.89E+01	2.01E+01	3.56E+01	1.89E+01
		2.97E+01	4.53E+01	8.63E+00	1.58E+00	5.15E-01	8.08E-01	2.85E+00	1.13E-01	1.07E-01	9.27E-02	6.49E-02
		9.21E-02	4.35E-02	1.26E+00	7.56E-05	1.72E-05	1.92E-05	3.60E-03	2.11E-06	8.45E-04	6.85E-05	
2	1	1.22E+02	1.08E-01	2.00E-01	3.70E-01	7.04E-01	1.01E+00	0.0	1.00E-02	1.00E-02	1.47E+02	
		1.46E-01	1.13E-01	2.41E-01	6.97E+00	9.08E+00	1.80E+01	5.65E-03	2.14E+00	1.08E-01	2.42E+00	4.47E-03
		1.05E-01	1.40E-01	1.33E-01	1.39E-01	2.18E+01	1.70E+01	1.58E+01	9.61E+00	4.57E+00	7.45E+00	7.56E-01
		1.60E-01	2.23E+00	6.99E-01	1.62E+00	1.53E+01	8.36E-01	3.72E+00	2.51E+01	2.66E+01	4.72E+01	2.49E+01
		3.94E+01	4.01E+01	1.14E+01	2.10E+00	6.83E-01	1.07E+00	3.78E+00	1.50E-01	1.42E-01	1.23E-01	8.61E-02
		1.22E-01	5.76E-02	1.67E+00	1.00E-04	2.28E-05	2.54E-05	4.77E-03	2.80E-06	1.12E-03	9.08E-05	
3	1	1.67E+02	4.68E-02	1.09E-01	2.32E-01	5.25E-01	8.13E-01	0.0	1.00E-02	1.00E-02	1.95E+02	
		1.40E-01	1.08E-01	2.30E-01	6.64E+00	8.60E+00	1.71E+01	5.39E-03	2.04E+00	1.03E-01	2.30E+00	4.26E-03
		1.00E-01	1.34E-01	1.27E-01	1.32E-01	2.08E+01	1.62E+01	1.51E+01	9.14E+00	4.36E+00	7.10E+00	7.20E-01
		1.53E-01	2.11E+00	6.66E-01	1.54E+00	1.46E+01	7.97E-01	3.53E+00	2.39E+01	2.59E+01	4.50E+01	2.35E+01
		3.75E+01	5.73E+01	1.09E+01	2.00E+00	6.51E-01	1.02E+00	3.60E+00	1.43E-01	1.35E-01	1.17E-01	8.20E-02
		1.16E-01	5.49E-02	1.59E+00	9.56E-05	2.18E-05	2.42E-05	4.55E-03	2.66E-06	1.07E-03	8.65E-05	
4	1	2.30E+02	2.75E-02	7.86E-02	2.35E-01	4.91E-01	7.91E-01	0.0	1.00E-02	1.00E-02	2.64E+02	
		1.07E-01	8.25E-02	1.75E-01	5.06E+00	6.51E+00	1.30E+01	4.11E-03	1.55E+00	7.85E-02	1.76E+00	3.25E-03
		7.64E-02	1.02E-01	9.68E-02	1.01E-01	1.59E+01	1.23E+01	1.15E+01	6.96E+00	3.32E+00	5.42E+00	5.49E-01
		1.17E-01	1.60E+00	5.08E-01	1.18E+00	1.11E+01	6.08E-01	2.69E+00	1.82E+01	1.92E+01	3.43E+01	1.77E+01
		2.86E+01	4.38E+01	8.32E+00	1.52E+00	4.97E-01	7.80E-01	2.75E+00	1.09E-01	1.03E-01	8.93E-02	6.26E-02
		8.88E-02	4.19E-02	1.21E+00	7.30E-05	1.66E-05	1.85E-05	3.47E-03	2.03E-06	8.16E-04	6.81E-05	
5	1	3.28E+02	2.29E-02	6.93E-02	2.36E-01	5.10E-01	8.14E-01	0.0	1.00E-02	1.00E-02	3.74E+02	
		6.56E-02	5.08E-02	1.08E-01	3.10E+00	3.95E+00	7.96E+00	2.53E-03	9.56E-01	4.83E-02	1.08E+00	2.00E-03
		4.70E-02	6.29E-02	5.95E-02	6.21E-02	9.75E+00	7.56E+00	7.07E+00	4.26E+00	2.05E+00	3.33E+00	3.37E-01
		7.18E-02	9.65E-01	3.13E-01	7.24E-01	6.83E+00	3.74E-01	1.65E+00	1.12E+01	1.17E+01	2.11E+01	1.06E+01
		1.75E+01	2.70E+01	5.11E+00	9.38E-01	3.06E-01	4.80E-01	1.69E+00	6.69E-02	6.35E-02	5.49E-02	3.85E-02
		5.46E-02	2.58E-02	7.46E-01	4.49E-05	1.02E-05	1.14E-05	2.13E-03	1.25E-06	5.02E-04	4.06E-05	
6	1	4.68E+02	2.46E-02	9.64E-02	2.61E-01	5.47E-01	8.51E-01	0.0	1.00E-02	1.00E-02	5.32E+02	
		3.87E-02	3.09E-02	6.39E-02	1.82E+00	2.29E+00	4.66E+00	1.49E-03	5.64E-01	2.85E-02	6.35E-01	1.18E-03
		2.77E-02	3.71E-02	3.51E-02	3.67E-02	5.76E+00	4.44E+00	4.17E+00	2.50E+00	1.21E+00	1.97E+00	1.98E-01
		4.24E-02	5.57E-01	1.85E-01	4.27E-01	4.03E+00	2.21E-01	9.67E-01	6.62E+00	6.82E+00	1.24E+01	6.09E+00
		1.03E+01	1.60E+01	3.02E+00	5.54E-01	1.80E-01	2.83E-01	9.97E-01	3.95E-02	3.75E-02	3.24E-02	2.27E-02
		3.23E-02	1.52E-02	4.40E-01	2.65E-05	6.03E-06	6.72E-06	1.26E-03	7.39E-07	2.96E-04	2.40E-05	

Abb. 5.2-1b : Ausdruck der Ergebnisse des meteorologischen Modells
 (Zeitlich integrierte Aktivitätskonzentrationen in
 Bodennähe)

MITTELWERTE UEBER ALLE WETTERABLAUEFE UND PHASEN
 IM LETZTEN ENTFERNUNGSINTERVALL

GESCHW. (M/S)	SIGZ (M)	SIGY (M)	AUSDREIT,FAK. (S/M3)	REST	AUFSTIEGSHOEHEN (M)
7.99E+00	1.00E+03	3.03E+04	1.25E-09	5.21E-01	5.04E+02

Abb. 5.2-1c : Ausdruck der Ergebnisse des meteorologischen Modells
 (Daten für das letzte Entfernungsintervall)

ERGEBNISSE DER BERECHNUNG DER INDIVIDUALSCHAEDEN FUER DIE METEOROLOGISCHE ZONE OBERRH. UND DEN UNFALLTYP TEST FK1

MET.ZONE 1 OBERRH. UNFALL 1 TEST FK1 WETTERABL. 1 HAEUFIGKEIT 2.00E-07																
R(KM)	GONOS	IA	JP	MIMFPIPFDEUMSUEVJU	FRUEH	1	SPAET	G.S.DOS1	G.S.DOSA	JP	MIMFPIPFDEUMSUEVJU	FRUEH	1	SPAET	G.S.DOS1	G.S.DOSA
0.7	7.87E+00	1	20202020	20002099	1.55E-04	1.92E-01	1.21E+02	1.21E+02	2	20202020	20002099	1.05E-05	1.05E-01	6.54E+01	6.54E+01	
	1.28E-02	3	20202020	1520002032	0.0	2.90E-02	2.32E+01	2.68E+01	4	1010101	101000100	0.0	7.30E-04	7.85E-01	1.03E+00	
1.0	8.58E+00	1	20202020	20002099	2.45E-04	2.42E-01	1.40E+02	1.40E+02	2	20202020	20002099	1.34E-05	1.31E-01	7.36E+01	7.36E+01	
	1.56E-02	3	18181818	1518001830	0.0	2.79E-02	1.94E+01	2.42E+01								
1.4	7.33E+00	1	20202020	20002099	9.70E-05	2.31E-01	1.29E+02	1.29E+02	2	20202020	20002099	5.47E-06	1.20E-01	6.35E+01	6.35E+01	
	1.40E-02	3	15151515	1415001519	0.0	1.66E-02	1.17E+01	1.60E+01								
2.0	5.32E+00	1	20202020	20002099	1.48E-05	1.79E-01	9.78E+01	9.78E+01	2	20202020	20002099	1.38E-06	8.83E-02	4.61E+01	4.61E+01	
	1.04E-02	3	13131313	1313001306	0.0	8.77E-03	7.44E+00	1.05E+01								
3.0	3.32E+00	1	20202020	20002099	0.0	1.10E-01	5.87E+01	5.87E+01	2	20202020	218002090	0.0	4.92E-02	2.63E+01	2.66E+01	
	6.10E-03	3	11111111	1100001100	0.0	5.59E-03	8.51E+00	1.03E+01								
4.5	1.90E+00	1	20202020	20002099	0.0	6.57E-02	3.46E+01	3.46E+01	2	20202020	1717002036	0.0	2.90E-02	2.02E+01	2.77E+01	
	3.61E-03	3	9090909	9000009000	0.0	3.11E-03	5.40E+00	6.90E+00								
6.7	1.08E+00	1	20202020	820002072	0.0	3.87E-02	2.30E+01	2.81E+01	2	20152020	2015002010	0.0	1.68E-02	1.55E+01	2.17E+01	
	2.10E-03	3	7000707	700000700	0.0	1.79E-03	3.97E+00	5.14E+00								
10.0	1.78E+00	1	20202020	1220000058	0.0	2.04E-02	3.78E+01	4.32E+01	2	20142020	1802000010	0.0	8.27E-03	1.80E+01	2.10E+01	
	1.08E-03	3	6000606	600000000	0.0	9.53E-04	2.97E+00	3.97E+00								
14.0	1.31E+00	1	20202020	2020000016	0.0	1.62E-02	3.14E+01	3.75E+01	2	20132020	2002000001	0.0	6.59E-03	1.52E+01	1.87E+01	
	8.47E-04	3	4000404	4000000000	0.0	5.66E-04	1.83E+00	2.49E+00								
20.0	9.42E-01	1	20202020	2020000010	0.0	1.20E-02	2.37E+01	2.82E+01	2	20122020	1201000000	0.0	4.80E-03	1.17E+01	1.49E+01	
	6.19E-04	3	3000303	0.0	0.0	3.42E-04	1.12E+00	1.54E+00								
30.0	7.35E-01	1	20202020	2010000005	0.0	9.35E-03	1.92E+01	2.27E+01	2	20112011	1100000000	0.0	3.73E-03	1.00E+01	1.28E+01	
	4.72E-04	3	1000100	0.0	0.0	9.15E-05	3.27E-01	4.33E-01								
45.0	5.49E-01	1	20202020	2000000000	0.0	7.32E-03	1.62E+01	1.95E+01	2	20002010	1000000000	0.0	2.72E-03	8.25E+00	1.06E+01	
	67.0	4.09E-01	1	20202020	2000000000	0.0	5.77E-03	1.34E+01	1.67E+01	2	18001809	900000000	0.0	1.98E-03	6.14E+00	8.10E+00
100.0	2.90E-01	1	20102020	2000000000	0.0	4.38E-03	1.14E+01	1.47E+01	2	17001708	800000000	0.0	1.42E-03	4.56E+00	6.19E+00	
	140.0	2.54E-01	1	20002020	1800000000	0.0	4.01E-03	1.12E+01	1.45E+01	2	16001608	0.0	0.0	1.26E-03	4.06E+00	5.57E+00
200.0	1.91E-01	1	20002016	1600000000	0.0	3.36E-03	9.72E+00	1.29E+01	2	15001500	0.0	0.0	9.00E-04	3.06E+00	4.05E+00	
	300.0	1.28E-01	1	20002016	800000000	0.0	2.61E-03	7.75E+00	1.06E+01	2	14001400	0.0	0.0	4.81E-04	1.56E+00	2.07E+00
450.0	8.73E-02	1	20002008	0.0	0.0	1.95E-03	5.96E+00	8.06E+00	2	13001300	0.0	0.0	2.89E-04	9.21E-01	1.22E+00	

Abb. 5.3-1 : Ausdruck der ortsabhängigen Individualschäden

MITTLERE ENTFERNUNGSABHAENIGIGE INDIVIDUALSCHAEDEN FUER DIE
METEOROLOGISCHE ZONE NR. 1 OBERRH. UND DEN
UNFALLTYP NR. 1 TEST FK1

ENTFERNUNG (KM)	GONADENDOSIS (REM IM 1. JAHR)	SPAETSCHAEDEN	FRUENSCHAEDEN (BEVÖLKERUNGSDICHTE IM GEBIET 81/82 IN (EINW./KM**2))		
			>= 0.	>= 100.	>= 400.
0.7	5.29E-01	6.82E-04	1.05E-04	1.05E-04	1.05E-04
1.0	4.16E-01	6.13E-04	3.28E-05	3.28E-05	3.28E-05
1.4	3.11E-01	4.94E-04	9.03E-06	9.03E-06	9.03E-06
2.0	2.23E-01	3.64E-04	1.45E-06	1.45E-06	1.45E-06
3.0	1.55E-01	2.42E-04	1.02E-07	1.02E-07	1.02E-07
4.5	1.07E-01	1.80E-04	6.02E-09	6.02E-09	6.02E-09
6.7	8.35E-02	1.49E-04	5.41E-10	5.41E-10	5.41E-10
10.0	1.54E-01	1.08E-04	0.0	1.76E-10	3.71E-10
14.0	1.19E-01	8.72E-05	0.0	0.0	0.0
20.0	8.48E-02	6.49E-05	0.0	0.0	0.0
30.0	7.05E-02	3.97E-05	0.0	0.0	0.0
45.0	4.95E-02	2.71E-05	0.0	0.0	0.0
67.0	3.44E-02	1.95E-05	0.0	0.0	0.0
100.0	2.35E-02	1.40E-05	0.0	0.0	0.0
140.0	1.53E-02	1.02E-05	0.0	0.0	0.0
200.0	9.80E-03	7.31E-06	0.0	0.0	0.0
300.0	8.05E-03	5.88E-06	0.0	0.0	0.0
450.0	7.04E-03	4.90E-06	0.0	0.0	0.0

Abb. 5.3-2 : Ausdruck der entfernungsabhängigen Individualrisiken

RELATIVE AUFTEILUNG DER DOSISBEITRAEGE FUER SPAETSCHAEDEN
MET. ZONE NR. 1 OBERRH.
UNFALLTYP NR. 1 TEST FK1

1. KREBSFAELLE

ORGAN	BELASTUNGSPFAD					RESUSPENSION	INGESTION	TEILSUMME
	WOLKENSTRAHLUNG	KURZFR.BODENSTR.	LANGFR.BODENSTR.	INHALATION				
GANZKOERPER	0.09	2.26	33.11	1.15		8.98	3.81	41.42
KNOCHENMARK	0.03	0.73	10.49	0.18		0.13	1.64	13.20
LUNGE	0.02	0.57	8.31	11.01		12.14	0.90	32.94
KNOCHEN	0.01	0.19	2.76	0.07		0.07	0.83	3.92
SCHILDRUESE	0.01	0.15	2.18	4.84		0.02	1.32	8.52
TEILSUMME	0.16	3.90	56.86	17.25		13.33	8.50	100.00

2. GENETISCHE SCHAEDEN

WOLKENSTRAHLUNG	BELASTUNGSPFAD					RESUSPENSION	INGESTION	TEILSUMME
	KURZFR.BODENSTR.	LANGFR.BODENSTR.	INHALATION					
0.23	5.48	78.66	1.51		0.73	13.39	100.00	

Abb. 5.3-3 : Ausdruck der relativen Beiträge der Expositionspfade und Organe zu den Spätschäden

METEOROLOGISCHE ZONE NR. 1 OBERRH.
 STANDORT NR. 101 HOMOGEN
 UNFALLTYP NR. 1 TEST FK1
 WETTERABLAUF NR. 1

VON DEN GEGENMASSNAHMEN SIND FOLGENDE FLAECHEN BETROFFEN :

DEKONTAMINATION	8.01E+03 KM2
VERWERFEN VON MILCH IM 1. JAHR	6.06E+04 KM2
VERWERFEN ANDERER PRODUKTE IM 1. JAHR	6.06E+04 KM2
VERWERFEN VON MILCH IN DER FOLGEZEIT	1.05E+03 KM2
VERWERFEN ANDERER PRODUKTE IN DER FOLGEZEIT	1.71E+04 KM2
EVAKUIERUNG	2.16E+01 KM2
SCHNELLE UMSIEDLUNG (B1+B2)	0.0 KM2
SCHNELLE UMSIEDLUNG (B1)	0.0 KM2
SCHNELLE UMSIEDLUNG (B2)	0.0 KM2
UMSIEDLUNG	9.77E+01 KM2

WIND- RICHT.	GESAMT- WAHRSC.	FRUEHSCHAEDEN (DWBI) (#)	SPAETSCHAED. (#)	G.S.DOSIS (1.GEN.) (MANN*REM)	G.S.DOSIS (ALLE GEN.) (MANN*REM)	EVAKUIERTE (#)	UMGESIED. KURZFR. (#)	UMGESIED. LANGFR. (#)	UMSIEDLUNG INSGESAMT (MANN*#)
1	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
2	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
3	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
4	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
5	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
6	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
7	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
8	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
9	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
10	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
11	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
12	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
13	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
14	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
15	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
16	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
17	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
18	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
19	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
20	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
21	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
22	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
23	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
24	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
25	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
26	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
27	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
28	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
29	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
30	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
31	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
32	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
33	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
34	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
35	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263
36	5.56E-09	1.07E-02	5.26E+04	2.37E+08	2.66E+08	5384	0	24403	54263

Abb. 5.4-1: Ausdruck der deterministischen Kollektivschäden

POPULATIONSSCHADEN-VERTEILUNGSFUNKTION UEBER ALLE PARAMETERKOMBINATIONEN
IN DER VERTEILUNG SIND 360 ELEMENTAREREIGNISSE ENTHALTEN

NR.	KLASSE	FRUEHSCHAEDEN	FRUEHSCHAEDEN	SPAETSCHAED.	GEN.SIG.DOSIS	GEN.SIG.DOSIS
		(DWB1) (#)	(DWB2) (#)	(#)	(1.GEN.) (1000 MANREM)	(INSGESAMT) (1000 MANREM)
1	>=1.00E+00	4.00E-07	4.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
2	>=2.00E+00	4.00E-07	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
3	>=3.00E+00	4.00E-07	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
4	>=4.00E+00	4.00E-07	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
5	>=6.00E+00	4.00E-07	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
6	>=8.00E+00	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
7	>=1.00E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
8	>=1.20E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
9	>=1.40E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
10	>=1.60E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
11	>=1.80E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
12	>=2.00E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
13	>=2.20E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
14	>=2.40E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
15	>=2.60E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
16	>=3.16E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
17	>=3.98E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
18	>=5.01E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
19	>=6.31E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
20	>=7.94E+01	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
21	>=1.00E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
22	>=1.26E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
23	>=1.58E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
24	>=2.00E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
25	>=2.51E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
26	>=3.16E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
27	>=3.98E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
28	>=5.01E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
29	>=6.31E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
30	>=7.94E+02	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
31	>=1.00E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
32	>=1.26E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
33	>=1.58E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
34	>=2.00E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
35	>=2.51E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
36	>=3.16E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
37	>=3.98E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
38	>=5.01E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
39	>=6.31E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
40	>=7.94E+03	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
41	>=1.00E+04	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
42	>=1.26E+04	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
43	>=1.58E+04	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
44	>=2.00E+04	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
45	>=2.51E+04	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06
46	>=3.16E+04	0.0	0.0	1.80E-06	2.00E-06	2.00E-06
47	>=3.98E+04	0.0	0.0	1.60E-06	2.00E-06	2.00E-06
48	>=5.01E+04	0.0	0.0	1.40E-06	2.00E-06	2.00E-06
49	>=6.31E+04	0.0	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06
50	>=7.94E+04	0.0	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06
51	>=1.00E+05	0.0	0.0	0.0	2.00E-06	2.00E-06
52	>=1.26E+05	0.0	0.0	0.0	1.80E-06	2.00E-06
53	>=1.58E+05	0.0	0.0	0.0	1.80E-06	1.80E-06
54	>=2.00E+05	0.0	0.0	0.0	1.40E-06	1.60E-06
55	>=2.51E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	1.20E-06
56	>=3.16E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	>=3.98E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58	>=5.01E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59	>=6.31E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	>=7.94E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61	>=1.00E+06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAXIMA		7	1	54234	237773	273203
INDEX(MAX.)		110101036	110101036	110100836	110100836	110100836
ERWARTUNGSW.		2.93E-06	7.23E-07	9.68E-02	4.15E-01	4.78E-01

Abb. 5.4-2a: Ausdruck der häufigkeitsbewerteten Kollektivschäden (gesundheitliche Schäden)

POPULATIONSSCHADEN-VERTEILUNGSFUNKTION UEBER ALLE PARAMETERKOMBINATIONEN
IN DER VERTEILUNG SIND 360 ELEMENTAREREIGNISSE ENTHALTEN

NR.	KLASSE	SCHN.UMGES.	UMGESTIEDELTE	EVAKUIERTE	GEBIET A	GEBIET B1	GEBIET B2	GEBIET B1+B2	GEBIET C
		(#)	(#)	(#)	[KM**2]	[KM**2]	[KM**2]	[KM**2]	[KM**2]
1	>1.00E+00	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
2	>2.00E+00	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
3	>3.00E+00	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
4	>4.00E+00	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
5	>6.00E+00	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
6	>8.00E+00	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
7	>1.00E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
8	>1.20E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
9	>1.40E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
10	>1.60E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
11	>1.80E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	2.00E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
12	>2.00E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	1.60E-06	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
13	>2.20E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
14	>2.40E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
15	>2.60E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	8.00E-07	2.00E-07	8.00E-07	2.00E-06
16	>3.16E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	2.00E-07	0.0	4.00E-07	2.00E-06
17	>3.98E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	2.00E-07	2.00E-06
18	>5.01E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	2.00E-07	2.00E-06
19	>6.31E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	2.00E-06
20	>7.94E+01	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.80E-06
21	>1.00E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.60E-06
22	>1.26E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.60E-06
23	>1.58E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00E-06
24	>2.00E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00E-06
25	>2.51E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00E-06
26	>3.16E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	8.00E-07
27	>3.98E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	6.00E-07
28	>5.01E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	6.00E-07
29	>6.31E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	4.00E-07
30	>7.94E+02	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	4.00E-07
31	>1.00E+03	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	4.00E-07
32	>1.26E+03	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	4.00E-07
33	>1.58E+03	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	4.00E-07
34	>2.00E+03	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	>2.51E+03	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	>3.16E+03	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	>3.98E+03	8.00E-07	2.00E-06	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	>5.01E+03	8.00E-07	2.00E-06	1.60E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	>6.31E+03	8.00E-07	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	>7.94E+03	4.00E-07	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	>1.00E+04	2.00E-07	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	>1.26E+04	2.00E-07	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	>1.58E+04	0.0	2.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	>2.00E+04	0.0	1.80E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	>2.51E+04	0.0	1.60E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	>3.16E+04	0.0	1.60E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	>3.98E+04	0.0	1.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	>5.01E+04	0.0	1.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	>6.31E+04	0.0	1.00E-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	>7.94E+04	0.0	8.00E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	>1.00E+05	0.0	6.00E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	>1.26E+05	0.0	6.00E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	>1.58E+05	0.0	6.00E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54	>2.00E+05	0.0	4.00E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	>2.51E+05	0.0	4.00E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
56	>3.16E+05	0.0	4.00E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
57	>3.98E+05	0.0	4.00E-07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
58	>5.01E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59	>6.31E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	>7.94E+05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61	>1.00E+06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAXIMA		14554	467137	5384	21	31	31	58	1868
INDEX(MAX.)		110101001	110101001	110100101	110101036	110100336	110101036	110101036	110101036
ERWARTUNGSW.		7.19E-03	2.71E-01	1.05E-02	4.23E-05	2.25E-05	6.28E-06	2.88E-05	1.09E-03

Abb. 5.4-2b: Ausdruck der häufigkeitsbewerteten Kollektivschäden (betroffene Personen und Flächen)

lfd.Nr.	Option					Unit							
	NOMET	NOINDS	NOINDR	NOPSCH	NOPRSK	10	20	21	22	23	24	25	26
1	1	1	1	1	1	○	●	●	●	●	●	●	●
2	1	1	0	1	1	○	●	●	●		●	●	●
3	1	1	1	1	0	○	●	●	●	●	●		
4	1	1	0	1	0	○	●	●	●		●		
5	1	1	1	0	0	○	●	●	●	●			
6	1	1	0	0	0	○	●	●	●				
7	1	0	0	0	0	○	●	●	●				
8	0	1	1	1	1		●	○	●	●	●	●	●
9	0	1	0	1	1		●	○	●		●	●	●
10	0	1	1	1	0		●	○	●	●	●		
11	0	1	0	1	0		●	○	●		●		
12	0	1	1	0	0		●	○	●	●			
13	0	1	0	0	0		●	○	●				
14	0	0	0	1	1		●		○		●	●	●
15	0	0	0	1	0		●		○		●		
16	0	0	0	0	1		●				○	●	●

Abb. 6.1-1: Verwendung der externen Dateien in Abhängigkeit von den Steuerparametern
 (○ nur Lesen; ● Schreiben und Lesen)

Unterprogramm	Berechnung von	Unit								
		10	20	21	22	23	24	25	26	
HETEOZON	-		█							
AKTKON	Aktivitätskonzentrationen	█	█	█	█	█				
INDSCH	Individualschäden			█	█	█				
POPSCH	Kollektivschäden		█		█		█			
POPRSK	Verteilungsfunktionen						█	█	█	

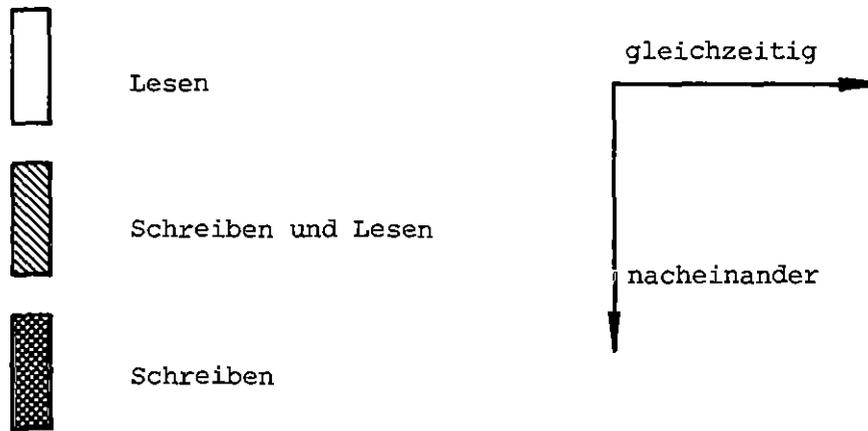


Abb. 6.1-2: Zeitlicher Ablauf des Zugriffs auf externe Dateien

```

//INR188TT JOE (0188,102,PV023),EHRHARDT,REGION=1000K,NOTIFY=INR188
/**MAIN LINES=10
// EXEC FGCG,PARM.G='SIZE=800K'
//C.SYSPRINT DD DUMMY
//C.SYSIN DD DSN=TS0188.UFOMOD.FORT(TEIL1),DISP=SHR
//          DD DSN=TS0188.UFOMOD.FORT(TEIL2),DISP=SHR
//          DD DSN=TS0188.UFOMOD.FORT(TEIL3),DISP=SHR
//          DD DSN=TS0188.UFOMOD.FORT(TEIL4),DISP=SHK
//C.SYSUT2 DD UNIT=SYSDA,SPACE=(TRK,(100))
//G.SYSIN DD *
UNFTYP          1
TEST FK1       2.00E-06          1          0
  1.000E+00     30      0.358E8    4.000E1    4.000E1
  1.00E+00     7.97E-01    5.00E-01    3.50E-01    6.70E-02    3.80E-01    2.60E-03
METEOZON       1
GBERRH.        10          1          0    1.00E+ 0    3    60    77
  2000         1500         1000         1000         1000         1000
HOMOGEN        0    1.00E+ 0          1          0
  2.50E+ 2          0
ENDE
//G.FT20F001 DD UNIT=SYSDA,DCE=RECFM=VBS
//G.FT21F001 DD UNIT=SYSDA,DCE=RECFM=VBS
//G.FT22F001 DD UNIT=SYSDA,DCB=RECFM=VBS
//G.FT23F001 DD UNIT=SYSDA,DCB=RECFM=FB
//G.FT24F001 DD UNIT=SYSDA,DCE=RECFM=VBS
//G.FT25F001 DD UNIT=SYSDA,DCB=RECFM=VBS
//G.FT26F001 DD UNIT=SYSDA,DCE=RECFM=VBS
//G.FT10F001 DD UNIT=T6250,VOL=SER=DVC649,DISP=ULD,
// DCB=(RECFM=VBS,BLKSIZE=19069,DCB=4),DSN=METDAT,LABEL=(1,,,1N)
/*

```

Abb. 6.2-1: Jobbeispiel für einen vollständigen Testlauf mit Steuer- und Datenkarten

Anhang 1

Konventionen für das Abspeichern der Daten auf externen Dateien

Im folgenden ist dargestellt, in welcher Form die Daten auf den externen Dateien gespeichert sind. Für die Darstellungsweise wurden die im Programm UFOMOD verwendeten Bezeichnungen sowie FORTAN-Konventionen gewählt. Zur Verdeutlichung, von welchen Parametern die einzelnen Daten abhängen, wurde diese jeweils vollständig aufgelistet, auch wenn die Dimensionierung im Programm UFOMOD in einer anderen Weise durchgeführt wird.

1. Meteorologische Daten (UNIT 10)⁺⁾

```
C
C  SCHLEIFE DER METEOROLOGISCHEN STANDORTREGIONEN
C
C      DO 1 NM=1,NMET
C
C  SCHLEIFE DER STUNDEN EINES JAHRES
C
C      DO 2 IH=1,8760
C        IF=IFIX(F(IH,NM)*100.0)
C        IFC=IF-(IF/10)*10
C        IF(IFC.LT.5) IF=IF/10
C        IF(IFC.GE.5) IF=IF/10 + 1
C        METDAT(IH)=KAT(IH,NM)* 10000000 + IF*10000 + IFIX(DIR(IH,NM)*10.0)
C      2 CONTINUE
C
C        WRITE(10) (IRE(IH,NM),METDAT(IH),IH=1,8760)
C
C      1 CONTINUE
```

⁺⁾ Erläuterung der Symbole siehe Seite 153

2. Bevölkerungsdaten (UNIT 20)

```
C
C SCHLEIFE DER METEOROLOGISCHEN STANDORTREGIONEN
  DO 1 NM=1,NMET
    NSTO=NSTMAX(NM)
C
C SCHLEIFE DER STANDORTE
  DO 1 NS=1,NSTO
    NRSTO=NM*100 + NS
    WRITE(20) NRSTO, ((MANANF(J,I,NS,NM),J=1,JMAX),I=1,IMAX),
  *      (PJ(J,NS,NM),J=1,JMAX),IMIN(NS,NM)
  1 CONTINUE
```

3. Ergebnisse des meteorologischen Modells (UNIT 21)

```
C
C SCHLEIFE DER METEOROLOGISCHEN STANDORTREGIONEN
  DO 1 NM=1,NMET
    LMAX=LNMAX(NM)
C
C SCHLEIFE DER UNFALLKATEGORIEN
  DO 1 NU=1,NUNF
    NPHMAX=NPHASE(NU)
C
C SCHLEIFE DER WETTERABLAEUFE
  DO 1 L=1,LMAX
C
C SCHLEIFE DER FREISETZUNGSPHASEN
  DO 10 NP=1,NPHMAX
    WRITE(21) (WG(NX,NP,L,NU,NM),WDIR(NX,NP,L,NU,NM),NX=1,5),
  *      FACINV(NP,L,NU,NM)
  10 CONTINUE
C
C SCHLEIFE DER ENTFERNUNGEN
  DO 1 IR=1,IMAX
C
C SCHLEIFE DER FREISETZUNGSPHASEN
  DO 1 NP=1,NPHMAX
    WRITE(21) TH(IR,NP,L,NU,NM), (WKF(IY,IR,NP,L,NU,NM),IY=1,10)
    (EAG(NF,IR,NP,L,NU,NM),NF=1,3),SYP(IR,NP,L,NU,NM),
    (CONZ(K,IR,NP,L,NU,NM),K=1,KMAX)
```

4. Individualschäden (UNIT 22)

```
C
C SCHLEIFE DER METEOROLOGISCHEN STANDORTREGIONEN
  DO 10 NM=1,NMET
    LMAX=LNMAX(NM)
C
C SCHLEIFE DER UNFALLKATEGORIEN
  DO 10 NU=1,NUNF
C
C SCHLEIFE DER WETTERABLAEUFE
  DO 10 L=1,LMAX
    N=NU*10000 + NM*1000 + L
    P=PMET(NM)*PUNF(NU)*PWET(L,NM)
    WRITE(22) N,P
C
C SCHLEIFE DER ENTFERNUNGEN
  DO 10 I=1,IMAX
    WRITE(22) (JPUSED(JP,I,L,NU,NM),JP=1,JPMAX)
    *      PSSUMK(L,NU,NM),PSSUM1(L,NU,NM),PSSUMA(L,NU,NM)
C
C SCHLEIFE DER RICHTUNGEN
  DO 10 JP=1,JPMAX
    IF(JPUSED(JP).EQ.O) GOTO 10
    WRITE(22) (SFTTR(JP,NFZ,I,L,NU,NM),SFTFV(JP,NFZ,I,L,NU,NM),NFZ=1,
    *      NFZV),SFTKRB(JP,I,L,NU,NM),GSDOS1(JP,I,L,NU,NM),
    *      GSDOSA(JP,I,L,NU,NM),MGEVA(JP,I,L,NU,NM),
    *      MGUMID(JP,I,L,NU,NM),MG3OUM(JP,I,L,NU,NM),
    *      MGDEK(JP,I,L,NU,NM),MGUM(JP,I,L,NU,NM),
    *      (MGMP(NIG,JP,I,L,NU,NM),NIG=1,4)
  10 CONTINUE
```

5. Individualrisiken (UNIT 23)

```
C
C SCHLEIFE DER METEOROLOGISCHEN STANDORTREGIONEN
  DO 1 NM=1,NMET
    LMAX=LNMAX(NM)
C
C SCHLEIFE DER UNFALLKATEGORIEN
  DO 1 NU=1,NUNF
C
C SCHLEIFE DER ENTFERNUNGEN
  DO 1 I=1,IMAX
    WRITE(23,213) NM,NU,R(I),CRVGON(NM,NU,I),CRVKRB(NM,NU,I),
    (CRVTOD(NM,NU,I,NFZ),NFZ=1,NFZV)
  213 FORMAT('INDRISK',2x,I2,I3,5x,1P6E10.3)
  1 CONTINUE
```

6. Populationsschäden (UNIT 24)

```
C
C SCHLEIFE DER METEOROLOGISCHEN STANDORTREGIONEN
  DO 1 NM=1,NMET
    LMAX=LNMAX(NM)
    NSTO=NSTMAX(NM)
C
C SCHLEIFE DER STANDORTE
  DO 1 NS=1,NSTO
    NRSTO=NM*100 + NS
C
C SCHLEIFE DER UNFALLKATEGORIEN
  DO 1 NU=1,NUNF
C
C SCHLEIFE DER WETTERABLAEUFE
  DO 1 L=1,LMAX
    N=NU*10000 + NM*1000 + L
    WRITE(24) NRSTO,N,FDEKO(L,NU,NM),FVM1A(L,NU,NM),FVP1A(L,NU,NM),
*           FVMOO(L,NU,NM),FVPOO(L,NU,NM),(PROB(J,L,NU,NS,NM),
*           AKUTT(J,L,NU,NS,NM),AKUTF(J,L,NU,NS,NM),
*           AKR(J,L,NU,NS,NM),GSPD1(J,L,NU,NS,NM),
*           GSPDA(J,L,NU,NS,NM),NEVAK(J,L,NU,NS,NM),
*           NUM1D(J,L,NU,NS,NM),NUM7D(J,L,NU,NS,NM),
*           NUMYRS(J,L,NU,NS,NM),J=1,JMAX),
*           AREAB(L,NU,NM),AREAA(L,NU,NM),AREAB1(L,NU,NM),AREAB2(L,NU,NM),
*           AREAC(L,NU,NM)
  1 CONTINUE
```

7. Parameter (UNIT 25)

```
    WRITE(25) NMET,NUNF,(LNMAX(NM),NM=1,4),IMAX,JMAX,(NSTMAX(NM),
*           NM=1,4),KMAX
    WRITE(25) (UNFNAM(NU),PUNF(NU),NU=1,NUNF)
    WRITE(25) (ZONNAM(NM),PMET(NM),NM=1,NMET)
C
C SCHLEIFE DER METEOROLOGISCHEN ZONE
  DO 5 NM=1,NMET
    NSTO=NSTMAX(NM)
C
C SCHLEIFE DER STANDORTE
  DO 5 NS=1,NSTO
    WRITE(25) STONAM(NS,NM),PSTO(NS,NM)
  5 CONTINUE
C
  WRITE(25) NMAX,(DGR(NN),NN=1,NMAX),(NDGR(NN),NN=1,NMAX)
```

8. Populationsschaden-Häufigkeitsdichte (UNIT 26)

```
C  SCHLEIFE DER METEOROLOGISCHEN ZONEN
    DO 1 NM=1,NMET
      LMAX=LNMAX(NM)
      NSTO=NSTMAX(NM)
C
C  SCHLEIFE DER STANDORTE
    DO 1 NS=1,NSTO
      NRSTO=NM*100 + NS
C
C  SCHLEIFE DER UNFALLKATEGORIEN
    DO 1 NU=1,NUNF
      WRITE(26) NRSTO,NU,(NERMAX(M,NU,NS,NM),M=1,5),(INDMAX(M,NU,NS,NM),
*           M=1,5),(RISIKO(M,NU,NS,NM),M=1,5),((DICHTE(NN,M,NU,NS,NM)
*           NN=1,NMAX),M=1,5),(NSTPD(NN,M,NU,NS,NM),NN=1,NMAX),
*           M=1,5)
1  CONTINUE
```

Dabei bedeuten:

Name	Typ	Dimension	Größe
AKR	R*4	(Fälle)	Krebsfälle
AKUTF	R*4	(Fälle)	akute Todesfälle (Dosis-Wirkungs-Beziehung 2)
AKUTT	R*4	(Fälle)	akute Todesfälle (Dosis-Wirkungs-Beziehung 1)
AREAA	R*4	(km ²)	Fläche, die evakuiert werden muß (Gebiet A)
AREAB	R*4	(km ²)	Fläche, in der schnell umgesiedelt werden muß (Gebiet B ₁ und B ₂)
AREAB1	R*4	(km ²)	Fläche, in der schnell umgesiedelt werden muß (Gebiet B ₁)
AREAB2	R*4	(km ²)	Fläche, in der schnell umgesiedelt werden muß (Gebiet B ₂)
AREAC	R*4	(km ²)	Fläche, in der umgesiedelt werden muß (Gebiet C)
CONZ	R*4	(Ci s/m ³)	Zeitintegral der Aktivitätskonzentration für 54 Nuklide
CRVGON	R*4	(Rem)	Mittlere Gonadendosis durch Belastung im ersten Jahr (Mittelwert über die Bevölkerungsgruppen, die Richtungen und die Wetterabläufe)
CRVKRB	R*4		Mittlerer Individualschaden für Spätschäden (Mittelwert über die Bevölkerungsgruppen, die Richtungen und die Wetterabläufe)
CRVTOD	R*4		Mittlerer Individualschaden für Frühschäden (Mittelwert über die Bevölkerungsgruppen, die Richtungen und die Wetterabläufe)
DGR	R*4		Untere Grenzen der Klassen der Häufigkeitsdichten
DICHTE	R*4		Bedingte Häufigkeit für jede Klasse (nur PWET und PJ berücksichtigt) Schadensarten: M=1 akute Todesfälle (Dosis-Wirkungs-Beziehung 1) 2 akute Todesfälle (Dosis-Wirkungs-Beziehung 2) 3 Krebsfälle 4 gen. sign. Populationsdosis (1.Gen.) (in der Dimension 1000 Man*Rem) 5 gen. sign. Populationsdosis (insges.) (in der Dimension 1000 Man*Rem)

Name	Typ	Dimension	Größe
DIR	R*4	(Grad)	Windrichtung
EAG	R*4	(m/s)	Ablagerungsgeschw. für trockene und nasse Ablagerung für 3 Elementgruppen: NF=1 Edelgase 2 Aerosole 3 Jod
F	R*4	(m/s)	Windgeschwindigkeit
FACINV	R*4	(m ³ /s)	Faktor zur Berechnung des Aktivitätsinventars der Wolke aus den Zeitintegralen der Aktivi- tätskonz. im letzten Entfernungsintervall
FDEKO	R*4	(km ²)	Fläche, die dekontaminiert werden muß (Gebiet D1)
FVM1A	R*4	(km ²)	Fläche, auf der die Milch im 1. Jahr verworfen werden muß
FVMOO	R*4	(km ²)	Fläche, auf der die Milch in der Folgezeit verworfen werden muß
FVP1A	R*4	(km ²)	Fläche, auf der andere Produkte im 1. Jahr verworfen werden müssen
FVPOO	R*4	(km ²)	Fläche, auf der andere Produkte in der Folgezeit verworfen werden müssen
GSDOSA	R*4	(Rem)	Individualschaden genetisch signifikante Dosis (insgesamt)
GSDOS1	R*4	(Rem)	Individualschaden genetisch signifikante Dosis (zum Zeitpunkt des Unfalls lebende Bevölk.)
GSPDA	R*4	(Man*Rem)	genetisch signifikante Populationsdosis (insgesamt)
GSPD1	R*4	(Man*Rem)	genetisch signifikante Populationsdosis (zum Zeitpunkt des Unfalls lebende Bevölk.)
IMAX	I*2		Anzahl der Entfernungen
IMIN	I*4		Index des Entfernungsrings, ab dem mit einer konstanten Bevölkerungsdichte gerechnet wird
INDMAX	I*4		Index des maximalen Wertes der Häufigkeitsdichte INDMAX=NU*100000000+NRSTO*100000+L*100+J
IRE	I*4	(0,01 mm/h)	Niederschlagsrate
JMAX	I*2		Anzahl der Sektoren

Name	Typ	Dimension	Größe
JPMAX	I*2		Anzahl der Bevölkerungssektoren (je 10 Grad) = 10 falls keine Windrichtungsänderungen berücksichtigt werden (dann nur eine Hälfte der symmetrischen Verteilung gespeichert, JP=1 ist die Achse) = 36 falls Windrichtungsänderungen berücksichtigt
JPUSED	I*2		Kennzahl für die Verwendung der Richtungen
KAT	I*4		Kennzahl der meteorologischen Ausbreitungskategorie (1 bis 6 entsprechend A bis F)
KMAX	I*2		Anzahl der Nuklide
LNMAX	I*2		Anzahl der Wetterabläufe
MANANF	I*4		Bevölkerungsverteilung in Kreisringsektoren
MGDEK	I*2		Prozentsatz des Flächenelements, der dekontaminiert werden muß (Gebiet D1) (in Einheiten von 5 Prozent)
MGEVA	I*2		Prozentsatz des Flächenelements, der evakuiert werden muß (Gebiet A) (in Einheiten von 5 Prozent)
MGMP	I*2		Prozentsatz des Flächenelements, auf dem landw. Produkte verworfen werden müssen NIG=1 Milch im 1. Jahr 2 Milch in der Folgezeit 3 andere Produkte im 1. Jahr 4 andere Produkte in der Folgezeit (in Einheiten von 5 Prozent)
MGUM	I*2		Prozentsatz der maximalen Mannjahre der Umsiedlungsmaßnahmen (in 1-Prozent-Stufen)
MGUM1D	I*2		Prozentsatz des Flächenelements, der schnell umgesiedelt werden muß (Gebiet B ₁ und B ₂) (in Einheiten von 5 Prozent)
MG3OUM	I*2		Prozentsatz des Flächenelements, der umgesiedelt werden muß (Gebiet C) (in Einheiten von 5 Prozent)
NDGR	I*2		Breite der Klassen der Häufigkeitsdichten
NERMAX	I*4		maximaler Wert der Häufigkeitsdichte
NEVAK	I*4		evakuierte Personen

Name	Typ	Dimension	Größe
NFZV	I*4		Anzahl der von der Bevölkerungsdichte abhängigen Gruppen von Fahrzeiten für die schnelle Umsiedlung
NMAX	I*4		Anzahl der Klassen der Häufigkeitsdichten (=256)
NMET	I*2		Anzahl der meteorologischen Standortregionen
NPHASE	I*2		Anzahl der Freisetzungsphasen
NSTMAX	I*2		Anzahl der Standorte
NSTPD	I*2		Stichprobenumfang jeder Klasse
NUMYRS	I*4	(Man*Jahre)	Mannjahre der gesamten Umsiedlungsmaßnahmen
NUMID	I*4		schnell umgesiedelte Personen
NUM7D	I*4		langfristig umgesiedelte Personen
NUNF	I*2		Anzahl der Freisetzungskategorien
PJ	R*4		Windrichtungshäufigkeit
PMET	R*4		Wahrscheinlichkeit der met. Standortregion
PROB	R*4	(1/a)	Gesamthäufigkeit des Elementarereignisses
PSSUMA	R*4	(Man*Rem)	genetisch signifikante Populationsdosis (insgesamt) durch die über 540 km hinausgetr. Aktivität
PSSUMK	R*4	(Fälle)	Krebsfälle durch die über 540 km hinausgetr. Aktivität
PSSUM1	R*4	(Man*Rem)	genetisch signifikante Populationsdosis der zum Zeitpunkt des Unfalls lebenden Generation durch die über 540 km hinausgetr. Aktivität
PSTO	R*4		Wahrscheinlichkeit des Standorts innerhalb der meteorologischen Standortregion
PUNF	R*4	(1/a)	Häufigkeit der Freisetzungskategorie
PWET	R*4		Wahrscheinlichkeit des Wetterablaufs
RISIKO	R*4		bedingter Erwartungswert der Häufigkeitsdichte (nur PWET und PJ berücksichtigt)
SFTFV	R*4		Individualschaden akuter Tod (Dosis-Wirkungs-Beziehung 2)
SFTKRB	R*4		Individualschaden Krebsfälle

Name	Typ	Dimension	Größe
SFTTR	R*4		Individualschaden akuter Tod (Dosis-Wirkungs-Beziehung 1)
STONAM	R*8		Name des Standorts
SYP	R*4	(m)	horizontaler Ausbreitungsparameter
TH	R*4	(s)	Transportzeit zum Aufpunkt
UNFNAM	R*8		Name der Freisetzungskategorie
WDIR	R*4	(Grad)	Windrichtung für die ersten fünf Stunden nach Freisetzungsbeginn
WG	R*4	(m/s)	Windgeschwindigkeit für die ersten fünf Stunden nach Freisetzungsbeginn
WKF	R*4		Korrekturfaktor zur Berechnung der externen Strahlung aus der Wolke für 10 Intervalle von jeweils 0,25 Sigma Y Breite, beginnend mit dem äussersten Intervall (Y/Sigma Y=2,5)
ZONNAM	R*8		Name der meteorologischen Standortregion

Anhang 2

Liste der Unterprogramme

Name	Funktion
AKKUM	Integration der Exponentialfunktion
AKTKON	Durchführung der Ausbreitungsrechnung
AKUT	Ermittlung individueller Frühschäden
ANFANG	Berechnung der abgelagerten und inhalierten Aktivitäten sowie der Dosen durch Strahlung aus der Abluftfahne
AUFAS	Berechnung des Ausbreitungsfaktors ohne Fallout und Washout
DOSBOD	Berechnung von Dosen durch Strahlung von am Boden abgelagerten Aktivitäten
DOWIPR	Kontrollausdruck der Dosis-Wirkungs- und Dosis-Risiko-Beziehungen
EINLES	Steuern der Dateneingabe und des Kontrollausdrucks
ERGEB	Kontrollausdruck der Steuerparameter
EVAKUR	Kontrollausdruck der Daten für die Schutz- und Gegenmaßnahmen
FARA	Berechnung von Fallout und Washout
GEOMET	Durchführung von geometrischen Berechnungen für die azimutalen Flächenelemente
HREP	Berechnung einer repräsentativen Höhe sofern die Aufstiegshöhe gering ist.
INDSCH	Berechnung der Individualschäden
ISOTOP	Kontrollausdruck der Nuklidaten
ITERAL	Berechnung der Überhöhung bei labiler und neutraler Ausbreitungskategorie

Name	Funktion
ITERAS	Berechnung der Überhöhung bei stabiler Ausbreitungskategorie
METEO	Einlesen und Kontrollausdruck der Daten der Standortregionen und Bevölkerungsverteilungen
PHIEFF	Berechnung des Drehwinkels für die Berücksichtigung von Trajektorien
POPRSK	Ermittlung häufigkeitsbewerteter Ergebnisse
POPSCH	Berechnung der Populationsschäden
QUELL	Berechnung von Daten für die Aufstiegsberechnung
RISE	Berechnung der Aufstiegshöhe
SFTFVB	Stückweise lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung für Knochenmarksdosis (DWB 2)
SFKNM	Kumulativ normalverteilte Dosis-Wirkungs-Beziehung für Knochenmarksdosis (DWB 1)
SFTLNG	Stückweise lineare Dosis-Wirkungs-Beziehung für Lungendosis (DWB 3)
SIRAY	Berechnung des horizontalen Ausbreitungsparameters
SIRAZ	Berechnung des vertikalen Ausbreitungsparameters
SPAET	Berechnung der individuellen Spätschäden
SY	Berechnung einer fiktiven Entfernung für den horizontalen Ausbreitungsparameter
SZ	Berechnung einer fiktiven Entfernung für den vertikalen Ausbreitungsparameter
UFOPR	Ausdruck Titelseite
UMSIED	Berechnung der Umsiedlungsdauer und des Dekontaminationsfaktors

Name	Funktion
UNFTYP	Einlesen und Kontrollausdruck der Daten der Freisetzungskategorien
VORFAK	Berechnung eines Korrekturfaktors für Konzentrationsberechnung
WINDPR	Kontrollausdruck der Daten für das Windprofil
WOKOFA	Berechnung eines Korrekturfaktors für Ermittlung der externen Strahlung aus der Fahne