



DECKBLATT

	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N° N
EU 072.2	9K	333623	---	EBK	RB	0001	00

Titel der Unterlage: Systemanalyse Konrad, Teil 2: Zur Kritikalitätssicherung im Endlager Konrad GRS-A-1049	Seite: I.
	Stand: Dezember 84

Ersteller: GRS	Textnummer:
-------------------	-------------

Stempelfeld:

PSP-Element TP...9K/21274	zu Plan-Kapitel: 3.7
---------------------------	----------------------

	PL 04  Freigabe für Behörden	PL 04.11.86  Freigabe im Projekt
--	--	---

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

Revisionsblatt



	Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Fld. Nr	Rev.
	N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
EU 072.2	9K	333623	---	EBK	RB	0001	00

Titel der Unterlage: Systemanalyse Konrad, Teil 2: Zur Kritikali-
tätssicherung im Endlager Konrad
GRS-A-1049

Seite:

II.
Stand:

Dezember 84

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.



Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH

SYSTEMANALYSE KONRAD, TEIL 2
ZUR KRITIKALITÄTSSICHERHEIT
IM ENDLAGER KONRAD

GRS-A-1049

(Dezember 1984)

Auftragsnummer: 41330



Anmerkung:

Dieser Bericht ist von der GRS im Auftrag der Physikalisch Technischen Bundesanstalt erstellt worden. Der Eigentümer behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des Auftraggebers zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.



Inhaltsverzeichnis:

	Seite
Zusammenfassung	3
1. Einleitung	4
2. Randbedingungen und Berechnungsmethode	5
3. Rechnungen und Ergebnisse	7
3.1 Spaltstoff in Wasser	7
3.2 Spaltstoff in Beton und Grubenerz	7
3.3 Rechnungen für definierte Geometrie	9
4. Bewertung der Ergebnisse	15
Literaturverzeichnis	16
Dokumentation durchgeführter Rechnungen	17
Verteiler	24

Zusammenfassung

Auf der Basis von Planungsdaten für das Endlager für radioaktive Abfälle in der Schachanlage KONRAD sind Rechnungen zur Kritikalitätssicherheit der mit Spaltstoffresten behafteten Abfälle durchgeführt worden. Als auslösendes Ereignis wird Zutritt von Wässern in verfüllte Einlagerungskammern in der Nachbetriebsphase unterstellt. Die dabei anzusetzenden Spaltstoffkonzentrationen sind so niedrig, daß Kritikalität ausgeschlossen werden kann.

1. Einleitung

Im Rahmen einer Systemanalyse für das Endlager KONRAD wird auch die Möglichkeit eines Kritikalitätsstörfalles untersucht. Als auslösendes Ereignis wird der Zutritt von Wässern in Einlagerungskammern, die mit spaltstoffhaltigen Abfallgebinden verfüllt sind, in der Nachbetriebsphase unterstellt.

Ausgehend vom gegenwärtigen Kenntnisstand wird kein konkreter Störfallablauf analysiert, sondern ganz allgemein die Möglichkeit eines Zutritts von Wässern in Einlagerungskammern deterministisch angesetzt. Als kritikalitätsrelevante Folge wird dann ein Auslaugen der Abfallgebinde und Herauslösen des Nuklidinventars unterstellt. So könnte es u.U. zur Ausbildung einer homogenen Verteilung von spaltbarem Material in Wasser bzw. in einem Gemisch aus Korrosionsprodukten der Abfallgebinde und Versatzmaterial mit Wasser kommen.

Wie eine einfache Abschätzung zeigt, ergeben die nach bestehenden Planungsdaten /1-3/ einzulagernden Spaltstoffmengen, umgerechnet auf das Einlagerungsvolumen so niedrige Konzentrationen (g Pu/l), daß es nicht mehr sinnvoll erscheint, hierfür einen Neutronenmultiplikationsfaktor anzugeben. Die vorliegende Analyse beschränkt sich deshalb darauf, unter konservativen Randbedingungen obere Grenzwerte für homogene Spaltstoffverteilungen zu ermitteln. Eine Aussage darüber zu treffen, ob und unter welchen Umständen diese Grenzwerte überschritten werden können, bleibt anderen Untersuchungen vorbehalten, sofern dies nach den hier vorliegenden Ergebnissen erforderlich erscheint.

2. Randbedingungen und Berechnungsmethode

Die im vorliegenden Bericht vorgestellten Rechenergebnisse sind auf der Basis vorhandener Planungsdaten für das Endlager in der ehemaligen Eisenerzgrube KONRAD berechnet worden /1-3/. Aufgrund der geltenden Transportbestimmungen /4/ wird ein maximaler Spaltstoffgehalt von 15 g pro Gebinde angesetzt. Für die geplanten Einlagerungstechniken /2/ ergibt sich umgerechnet auf das Einlagerungsvolumen eine obere Grenze für die Spaltstoffkonzentration von 0.04 g Pu/l (bei Einlagerung von 200 l- Fässern in Containertechnik).

Ohne einen Störfallablauf näher zu analysieren wird unterstellt, daß sich durch Auslaugen von Abfallgebinden nach einem Wasserzutritt über den Bereich einer Einlagerungskammer eine homogene Spaltstoffverteilung einstellen kann. Weiter wurde in den Rechnungen der Spaltstoff als reines Pu-239 angesetzt. Neutronenabsorption z.B. durch Pu-240 Anteile oder durch Stickstoff im Pu-Nitrat wird damit konservativ vernachlässigt.

Die in die Rechnungen eingehenden Zusammensetzungen der Verfüllmaterialien, verschiedene Betonsorten und Grubenerz, sind in Tabelle 1 angegeben. Grubenerz weist als festes Gestein eine mittlere Dichte von 2,6 g/cm³ auf und nach Aufbereitung als Versatzmaterial 1,7 g/cm³. Beide Fälle sind in den Rechnungen berücksichtigt (Tabelle 2).

Der Querschnitt einer Einlagerungskammer beträgt ca. 40 m². Systeme dieser Größenordnung können kritikalitätsmäßig in guter Näherung als unendlich ausgedehnt behandelt werden. Deshalb werden Spaltstoffkonzentrationen für verschiedene Materialgemische und unterschiedlichen Wasseranteil unter der Randbedingung $k_{\infty} = 1.0$ berechnet.

Die Kritikalitätsrechnungen sind mit dem Transportcode XSDRNPM im Programmsystem SCALE und einer angeschlossenen auf ENDF/B-IV Daten beruhenden Wirkungsquerschnittsbibliothek mit 27 Gruppen durchgeführt worden /5/ (s. Anhang).

Tabelle 1

In den Rechnungen verwendete Materialzusammensetzungen von Beton in den Abfallgebinden und Erzgestein, Angaben in Massenanteilen. Der angegebene Wasseranteil entspricht einem mittleren Wert unter Normalbedingungen.

	Normalbeton 1	Normalbeton 2*)	Schwerbeton *)	Erzgestein /3/
Massenanteile in %	in %	in %	in %	in %
C	17,53	4,78	2,92	3,41
O-Tr.	36,12	47,83	29,21	36,66
Mg	3,26	-	-	0,58
Na	-	-	-	1,06
Al	1,08	4,78	3,89	2,65
Si	3,45	19,13	3,89	6,61
S	-	-	-	-
K	0,11	-	-	-
Ca	32,14	19,13	3,89	10,80
Fe	0,78	-	53,55	30,33
Ba	-	-	-	-
H ₂ O	5,53	4,35	2,63	7,90
Dichte [g/cm ³]	2,30	2,30	3,49	1,7 bzw. 2,6
H ₂ O-Gehalt [kg/m ³]	127	100	91,8	134 bzw. 205

*) DIN 25413

3. Rechnungen und Ergebnisse

Zum Auslaugverhalten der Abfallgebinde und zu einer sich eventuell einstellenden Pu-Konzentration werden für diese Analyse keine Randbedingungen festgesetzt. Deshalb beschränkt sich die Untersuchung auf eine Ermittlung von Spaltstoffkonzentrationen, bei denen Kritikalitätssicherheit nicht mehr gewährleistet ist. Es werden kritische Konzentrationen für dreidimensional unendliche Spaltstoffverteilungen und für einen unendlich langen Zylinder mit gegebener Querschnittsfläche berechnet.

3.1 Spaltstoff in Wasser

Es wird konservativ eine homogene Verteilung von reinem Pu-239 in Wasser angesetzt und die kritische Konzentration für eine dreidimensional unendliche Spaltstoffverteilung ($k_{\infty} = 1,0$) zu 7,1 g Pu pro l berechnet. Setzt man die maximal zulässige Spaltstoffmenge je Gebindeneinheitsvolumen hierzu in Relation (0.075 g/l für ein 200 l-Faß), so liegt dieser Wert um nahezu zwei Zehnerpotenzen niedriger. Um bei einer Konzentration von 7,5 g Pu/l Kritikalität zu erreichen, sind bereits 251 kg Pu-239 erforderlich. Dieser Wert steigt bei weiterer Abnahme der Pu-Konzentration steil an und geht für den oben angegebenen Grenzwert (7,1 g Pu/l) annähernd gegen unendlich.

Die kleinste kritische Masse von Pu-239 bei homogener Verteilung in Wasser wird bei der hierfür optimalen Konzentration von 30 g Pu/l erreicht und beträgt 0,51 kg. Weitere berechnete Kritikalitätsdaten für Plutonium-Wasser-Systeme liegen vor /6/ und können gegebenenfalls für Abschätzungen herangezogen werden.

3.2 Plutonium in Beton und Grubenerz

Der Hauptvolumenanteil einer Einlagerungskammer wird nach Befüllung von Beton und dem als Versatzmaterial vorgesehenen Erzgestein eingenommen. Es wird daher unterstellt, daß bei Flutung nach genügend langer Zeit ein Gemisch dieser Materialien mit Wasser und dem gelösten Spaltstoff entsteht. Deshalb werden in einem zweiten Schritt kritische

Spaltstoffkonzentrationen für eine homogene Verteilung von Pu-239 in Beton bzw. Erzgestein berechnet. Um die Schwankungsbreite in der Zusammensetzung verschiedener Betonsorten konservativ abzudecken, ist neben einer speziellen Normalbetonmischung (N-Beton 1) auch eine mittlere, bezüglich Neutronenabsorption konservativ ausgelegte Betonzusammensetzung ausgewählt worden /7/. Letzteres gilt auch für die Rechnungen zu Hämatit-Schwerbeton mit einem Massenanteil von 55 % Eisen an der Trockenmasse.

Für verfestigten Beton unter Normalbedingungen kann ein Wasseranteil von ca. 100 kg/m^3 angesetzt werden. In den hier durchgeführten Rechnungen ist der Wassergehalt als Parameter zwischen den theoretisch angesetzten Grenzwerten 0 und 350 kg/m^3 variiert und die jeweils kritische Pu-239 Konzentration für ein unbegrenztes System bestimmt worden. Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 1 und 2 für die verschiedenen Betonsorten sowie Erzgestein aufgetragen.

Die Kurven für Normalbeton zeigen mit abnehmendem Wasseranteil eine Abnahme der kritischen Pu-Konzentration, die über einen weiten Bereich bis ca. $50 \text{ kg Wasser pro m}^3$ linear verläuft und zum trockenen Ende hin etwas stärker abfällt. Hier wirkt sich die Zunahme des Schnellspaltanteils von Pu-239 auf den Neutronenmultiplikationsfaktor aus.

Für Schwerbeton und Erzgestein mit hohem Anteil an Eisen gibt es einen Bereich optimaler Moderation, unterhalb dessen die kritische Spaltstoffkonzentration wegen der Zunahme der Resonanzabsorption für schnelle Neutronen in Eisen wieder ansteigt.

Für Normalbeton mittleren Wassergehalts als Moderator liegt die kritische Spaltstoffkonzentration mit 2.35 g Pu pro l um das Dreifache niedriger als für reines Pu-H₂O-Gemisch (vergl. Tabelle 2). Als theoretischer Grenzwert für Betontrockenmasse ohne Wasseranteil sind 1.4 g Pu/l ermittelt worden.

Im vorliegenden Fall werden, um auf der sicheren Seite zu liegen, dreidimensional unbegrenzte Systeme berechnet. Dies hat zur Folge, daß eine Dichteverringerung des Moderator- bzw. Absorbermaterials eine entsprechende Abnahme der kritischen Spaltstoffkonzentration nach sich zieht, was sich auch an der Kurve für Normalbeton mit verminderter Dichte ($\rho = 1.15 \text{ g/cm}^3$) ablesen läßt. Gleiches gilt für die Rechnungen mit Grubenerz.

Die in Abbildung 1 eingezeichnete Kurve für Normalbeton mit halber Dichte sollte nicht zu der Schlußfolgerung verleiten, daß durch entsprechende Verringerung der Betondichte die kritische Pu-Konzentration bei konstant bleibender Gesamtmenge beliebig verkleinert werden kann. Wie bereits erwähnt beziehen sich die den Kurven zugrundeliegenden Rechnungen auf infinite Systeme ($k_{\infty} = 1,0$) und liefern als Ergebnis die kleinste kritische Konzentration unter der Voraussetzung unbegrenzter Spaltstoffmasse. Eine untere Grenze für die kritische Pu-Konzentration wird im Einzelfall durch die erforderliche Gesamtmenge an Pu-239 gesetzt. Im folgenden Abschnitt werden u.a. dazu durchgeführte Rechnungen diskutiert. Abgesehen davon ist die Annahme einer halben Dichte für Normalbeton im vorliegenden Fall als äußerst konservativ anzusehen.

3.3 Rechnungen für definierte Geometrie

Um die Übertragbarkeit der oben dargestellten Ergebnisse auf die räumlichen Dimensionen im Endlager zu überprüfen, sind einige Fälle in Zylindergeometrie gerechnet worden. Ausgehend von der Querschnittsfläche 40 m² für eine Einlagerungskammer sind Kritikalitätsrechnungen für einen Zylinder mit gleicher Querschnittsfläche und unbegrenzter Länge durchgeführt worden. Eine umgebende Schicht aus Erzgestein wird zusätzlich als Neutronenreflektor angesetzt.

Für die mittlere Betonzusammensetzung (Kurve 2 in Abb.1) mit variablem Wasseranteil als Moderator wurden unter dieser Randbedingung erneut kritische Pu-Konzentrationen berechnet (Tabelle 3). Wie ein Vergleich mit den Ergebnissen für allseitig unbegrenzte Systeme zeigt, weichen letztere eindeutig zur sicheren Seite hin ab (ca. 2 % bei mittlerem Wasseranteil), so daß sie als konservative Abschätzung betrachtet werden können.

Berechnet man für dieselbe Moderatorzusammensetzung (N-Beton 2, Wassergehalt 100 kg/m³) eine in der Ebene unbegrenzte Schicht mit Erzgestein als beidseitigem Reflektor, so beträgt für 2.5 g Pu-239 pro l die kritische Schichtdicke 245 cm.

Daneben sind Rechnungen in Kugelgeometrie zur Ermittlung kleinster kritischer Pu-Mengen bei verschiedenen Spaltstoffkonzentrationen durchgeführt worden. Es wird ein homogenes Gemisch von Pu-239 und Normalbeton (N-Beton 2) als Spaltstoffzone angesetzt, die von einer 50 cm dicken Reflektorzone aus Erzgestein umschlossen wird. Wesentliche Randbedin-

gungen wie Pu-Konzentration, Dichte der Betontrockenmasse und Wasseranteil sind aus Tabelle 4 ersichtlich. In einer Neutronen-Transportrechnung ist unter jeweiliger Vorgabe dieser Werte der kritische Kugelradius für die Spaltstoffzone bestimmt und damit die kritische Menge Pu-239 berechnet worden. Der gewählte Anfangswert der Pu-Konzentration (5 g/l) entspricht etwa der doppelten kritischen Konzentration für das vergleichbare unendliche System.

Vergleicht man Randbedingungen und Ergebnisse der Rechnungen, so ist zu erkennen, daß bei Verringerung der Spaltstoffkonzentration die erforderliche Spaltstoffmenge überproportional ansteigt. Dieser Effekt wird auch durch eine entsprechende Reduzierung der Dichte der Betontrockenmasse nicht ausgeglichen. Vermindert man die Pu-Konzentration weiter, so wird die Zunahme der kleinsten kritischen Pu-Menge immer größer; für die in Abbildung 1 aufgetragenen unteren Grenzwerte der kritischen Konzentration kann eine definierte Gesamtmasse an Spaltstoff auf diese Weise nicht mehr berechnet werden.

Einige ausgewählte Beispiele aus den durchgeführten Rechenserien sind im Anhang mit Eingabedatensatz und Ausdruck der Ergebnisse dokumentiert.

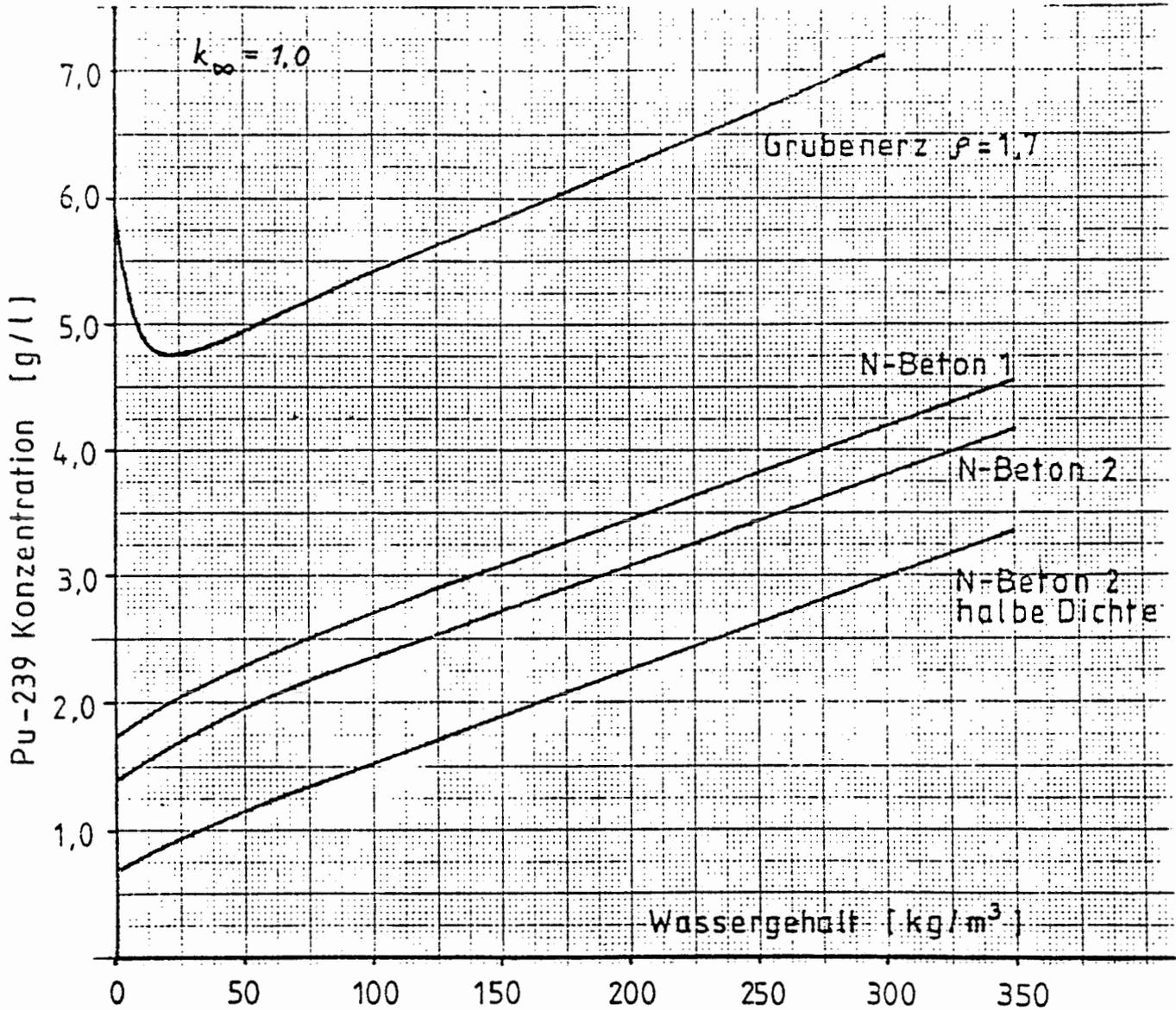


Abb. 1:

Kleinste kritische Pu-Konzentration bei homogener Verteilung in Normalbeton und Grubenerz in Abhängigkeit vom Wasseranteil.

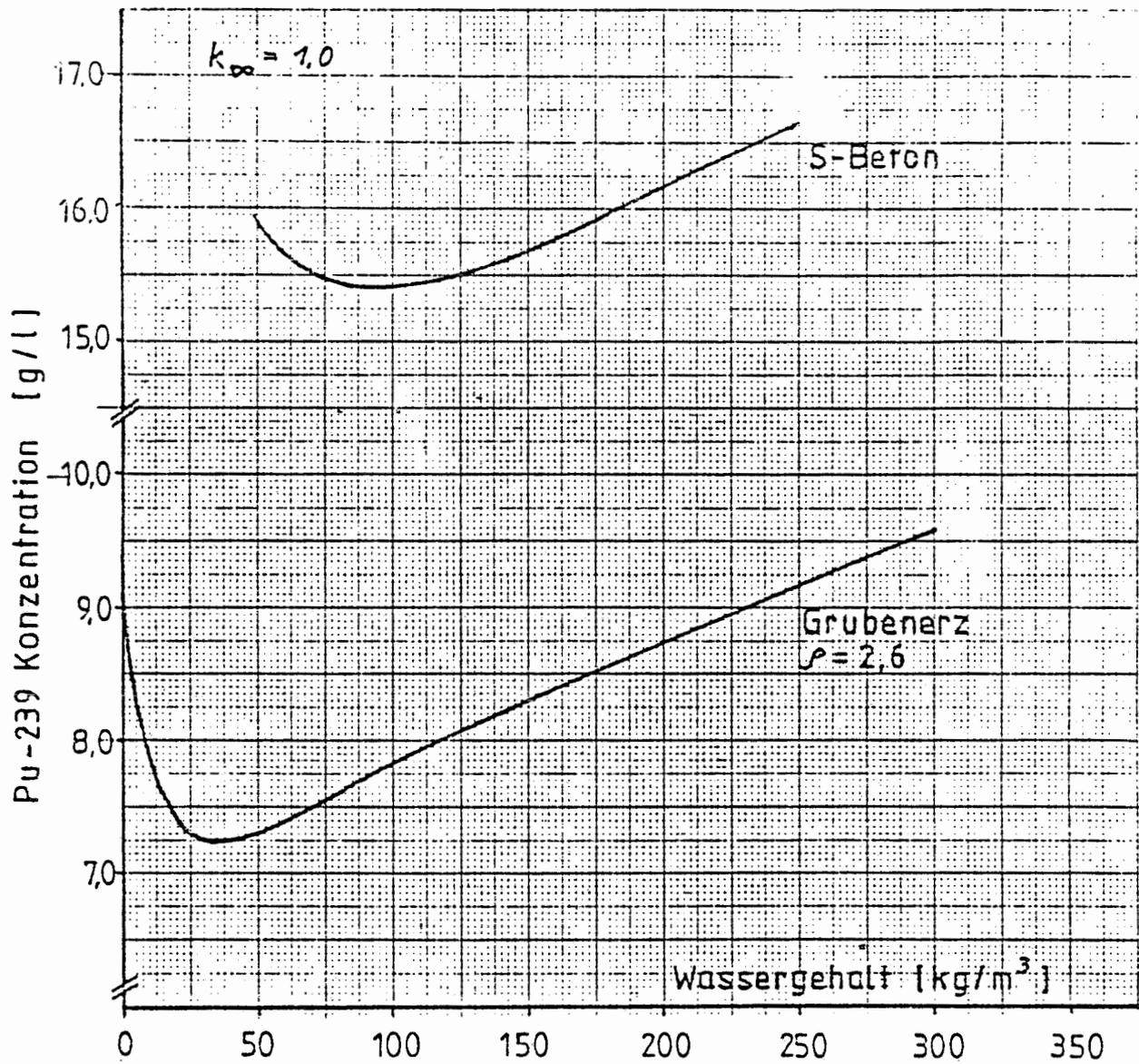


Abb. 2:

Kleinste kritische Pu-Konzentration bei homogener Verteilung in Schwerbeton und festem Grubenerz in Abhängigkeit vom Wasseranteil.

Tabelle 2:

Kritische Pu-Konzentrationen, berechnet für unendliche, homogene Spaltstoffanordnungen [$k_{\infty} = 1,0$] bei verschiedener Moderatorzusammensetzung.

Moderator*	Wasseranteil [kg/m ³]	kritische Pu-Konzentration [Pu-239, g/l]
Wasser	1000	7.1
Normal- beton 1	0 10 60 100 127** 200 300 350	1.73 1.88 2.35 2.70 2.90 3.45 4.18 4.55
Normal- beton 2	0 50 100** 200 300 350	1.38 1.93 2.35 3.07 3.78 4.18
Grubenerz Dichte 2.6	0 25 50 100 205** 300	9.10 7.30 7.30 7.83 8.75 9.57
Grubenerz Dichte 1.7	0 15 23 75 134** 300	5.95 4.78 4.75 5.17 5.70 7.10
Hämatit- Schwerbeton	50 70 92** 125 200 250	15.90 15.50 15.40 15.50 16.15 16.60

*) Zusammensetzung s. Abschnitt 2

***) mittlerer Wasseranteil

Tabelle 3:

Kritikalitätsrechnungen für einen axial unbegrenzten Zylinder mit 40 m² Querschnittsfläche; Bestimmung der kritischen Pu-Konzentration, Moderator NB-2 mit variablem Wasseranteil, Reflektor 50 cm Erzgestein.

H ₂ O-Gehalt [kg/m ³]	0	100	200
kritische Pu-Konzentration [g/l]	1.55	2.40	3.15

Tabelle 4:

Kritikalitätsrechnungen in Kugelgeometrie für ein homogenes Pu-Beton-Gemisch (NB-2) mit 50 cm Erzgestein als Reflektor.

Pu-Konzentration [g/l]	Dichte der Betontrocken- masse [g/cm ³]	Wasseranteil [kg/m ³]	kritischer Kugelradius [cm]	kritische Pu-Masse [kg]
5	2,2	100	74,4	8,6
2,5	1,1	100	132,8	24,5
1,75	1,1	100	481	816
5	2,2	50	88,4	14,5
2,5	2,2	50	170,7	52,1
2,5	1,1	50	147,2	33,4
1,5	1,1	50	264,9	116,8
1,25	1,1	50	ca. 1820	ca. 31600

4. Bewertung der Ergebnisse

Unabhängig vom realen Auslaug- bzw. Lösungsverhalten der endzulagernden konditionierten Spaltstoffreste sind für homogene Spaltstoffverteilungen obere Grenzwerte zur Kritikalitätssicherheit ermittelt worden. Nicht betrachtet werden dabei Strukturmaterialien wie Stahlbleche und Armierungen, sowie der übrige Inhalt der Abfallgebinde. Eine rechnerische Einbeziehung dieser Materialien würde, ebenso wie ein Zumischen von Grubenerz zum Normalbeton, eine Verschiebung der kritischen Pu-Konzentration zu höheren Werten bewirken.

Vergleicht man nun die berechneten Werte mit Spaltstoffkonzentrationen, die sich aus den Planungsdaten des Endlagers bei unterstellter Wasserflutung unter konservativ vereinfachten Annahmen ermitteln lassen, so liegen diese um mehrere Größenordnungen unter den Grenzwerten. Somit kann unter den gegebenen Randbedingungen Kritikalität als Folge von Wasserzutritt im Endlager in der Nachbetriebsphase ausgeschlossen werden.

Literaturverzeichnis:

- /1/ DBE, "Schachtanlage Konrad", Planung Grubengebäude (Teilaufgabe 2222.04), Peine 2/84
- /2/ DBE, Einlagerung Abfallgebäude Bd. 1 (Teilaufgabe 2225.03), Peine 4/84
- /3/ GSF, Eignungsprüfung der Schachtanlage KONRAD für die Endlagerung radioaktiver Abfälle, Bd I, 1982
- /4/ IAEA, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials, Wien 1973
- /5/ J.A. Bucholz, A Modular Code System for Performing Standardized Computer Analyses for Licensing Evaluation, ORNL/NUREG/CSD-2, 1980
- /6/ GRS Handbuch zur Kritikalität, Teil III, Garching, 1971
- /7/ DIN 25413, Klassifikation von Betonen nach Elementanteilen bei Verwendung zur Neutronenabschirmung, Berlin 1976

Anhang

Im folgenden werden aus den auf der GRS-Rechenanlage durchgeführten Computerrechnungen beispielhaft für die Fälle

- Berechnung von k_{∞} für ein homogenes Pu-Beton-Gemisch, Pu-239, N-Beton 2, Wasseranteil 200 kg/m³,
- Berechnung des kritischen Kugelradius für ein homogenes Pu-Beton-Gemisch, Wasseranteil 50 kg/m³, Reflektor aus Erzgestein,

Eingabedatensätze und Ergebnisausdruck wiedergegeben. Zu den Rechnungen wird das Programmsystem SCALE /5/ eingesetzt, wobei die hier vorliegende Systemgeometrie mit einem Transportcode ('XSDRNPM') hinreichend gut berechnet werden kann. Es wird mit Wirkungsquerschnitten in 27 Energiegruppen (davon 13 thermische Gruppen) gearbeitet, Selbstabschirmung durch Resonanzabsorption ist gegebenenfalls berücksichtigt worden.

PRIMARY MODULE ACCESS AND INPUT RECORD (SCALE DRIVER - JULY 6,1978)

MODULE CSAS1 WILL BE CALLED TIME OF DAY 15.44.34 DATE 84.324

PTB KONRAD PU-239 DIN-BETON	200 L WASSER	3.07 G PU/L	K-INF	24.08.84
27GROUPNOF4	1	7	1	INFHOMMEDIUM 0 0
PLUTONIUMALP	1	1.5474-04	293.0	94239 100.0 END
C	1	0.0	5.5155-03	END
O	1	0.0	4.1406-02	END
AL	1	0.0	2.4553-03	END
SI	1	0.0	9.4350-03	END
CA	1	0.0	8.5579-03	END
H2O	1	2.0036-01		END

MODULE CSAS1 IS FINISHED. USER COMPLETION CODE 0000. CPU TIME USED 12.82 (SECONDS). I/O'S USED 0

PTB KONRAD PU-239 DIN-BETON 200 L WASSER 3.07 G PU/L K-INF 24.08.84

GENERAL PROBLEM DESCRIPTION DATA BLOCK

GENERAL PROBLEM DATA

IGE 1/2/3 = PLANE/CYLINDER/SPHERE	0	ISN QUADRATURE ORDER	8
IZM NUMBER OF ZONES	1	ISCT ORDER OF SCATTERING	3
IM NUMBER OF SPACIAL INTERVALS	1	IEVT 0/1/2/3/4/5/6=0/K/ALPHA/C/Z/R/H	1
IBL 0/1/2/3 = VACUUM/REFL/PER/WHITE	1	IIM INNER ITERATION MAXIMUM	20
IBR RIGHT BOUNDARY CONDITION	1	ICM OUTER ITERATION MAXIMUM	25
MXM NUMBER OF MIXTURES	1	ICLC -1/0/N=-FLAT RES/SN/OPT	0
MS MIXING TABLE LENGTH	7	ITH 0/1 = FORWARD/ADJOINT	0
IGM NUMBER OF ENERGY GROUPS	27	IFLU NOT USED (ALWAYS WGTD)	0
NNG NUMBER OF NEUTRON GROUPS	27	IPRT -2/-1/0/N=MIXTURE XSEC PRINT	-1
NGG NUMBER OF GAMMA GROUPS	0	ID1 0/1/2/3=NO/PRT NO/PCH N/BOTH	0
IFTG NUMBER OF FIRST THERMAL GROUP	15	IPBT -1/0/1=NONE/FINE/ALL BAL. PRT	0

SPECIAL OPTIONS

IFG 0/1 = NONE/WEIGHTING CALCULATION	0	IPN 0/1/2 DIFF. COEF. PARAM	0
IQM VOLUMETRIC SOURCES (0/N=NO/YES)	0	IDFM 0/1 = NONE/DENSITY FACTORS 38*	0
IPM BOUNDARY SOURCES (0/N=NO/YES)	0	IAZ 0/N = NONE/N ACTIVITIES BY ZONE	0
IPN 0/1/2 = INPUT 33*/34*/USE LAST	0	IAI 0/1=NONE/ACTIVITIES BY INTERVAL	0
ITMX MAXIMUM TIME (MINUTES)	0	IFCT 0/1=NO/YES UPSCATTER SCALING	0
IDT1 0/1/2/3=NO/XSECT/SRCE/FLUX--OUT	0	IPVT 0/1/2=NO/K/ALPHA PARAMETRIC SRCH	0
ISX BROAD GROUP FLUXES	0	ISEN OUTER ITERATION ACCELERATION	0
IBLN ACTIVITY DATA UNIT	0	NBND BAND REBALN PARAMETER	0

FLOATING POINT PARAMETERS

EPS OVERALL CONVERGENCE	1.00000E-04	DY CYL/PLA HT FOR BUCKLING	0.0
PTC POINT CONVERGENCE	1.00000E-04	DZ PLANE DEPTH FOR BUCKLING	0.0
XNF NORMALIZATION FACTOR	1.00000E+00	VSC VOID STREAMING CORRECTION	0.0
EV EIGENVALUE GUESS	0.0	PV IPVT=1/2--K/ALPHA	1.00000E+00
EVH EIGENVALUE MODIFIER	0.0	EQL EV CHANGE EPS FOR SEARCH	1.00000E-03
BF BUCKLING FACTOR=1.420892	1.42089E+00	XNPM NEW PARAM MOD FOR SEARCH	7.50000E-01

THIS CASE WILL REQUIRE 2383 LOCATIONS FOR MIXING
THIS CASE HAS BEEN ALLOCATED 181760 LOCATIONS

PRIMARY MODULE ACCESS AND INPUT RECORD (SCALE DRIVER - JULY 6,1978)

MODULE CSAS1 WILL BE CALLED TIME OF DAY 15.23.58 DATE 84.319

```

PTB PU-239 DIN-BETON KUGEL 50 L WASSER 2.5 G PU/L REFL.ERZ 14.11.84
27GROUPNDF4 2 16 2 MULTIREGION 1 0
PLUTONIUMALP 1 1.2601-04 293.0 94239 100.0 END
C 1 0.0 5.5155-03 END
O 1 0.0 4.1406-02 END
AL 1 0.0 2.4553-03 END
ST 1 0.0 9.4350-03 END
CA 1 0.0 6.5579-03 END
H2O 1 5.0090-02 END
C 2 0.0 4.4474-03 END
O 2 0.0 3.5710-02 END
NA 2 0.0 8.4386-04 END
MG 2 0.0 3.6908-04 END
AL 2 0.0 1.5357-03 END
ST 2 0.0 3.6850-03 END
CA 2 0.0 4.1862-03 END
FE 2 0.0 8.5042-03 END
H2O 2 2.0577-01 END
SPHERICAL
1 120.0 ONEEXTERMODE 2 170.0 NOEXTERMODE
ISN=4 ICM=0 SZF=5.0 END
END

```

MODULE CSAS1 IS FINISHED. USER COMPLETION CODE 0000. CPU TIME USED 14.59 (SECONDS). I/O'S USED 0

MODULE XSDRNPM WILL BE CALLED TIME OF DAY 15.25.57 DATE 84.319

```

PU-BETON-H2O HOM RLEFEKT. KUGEL
1$$ 3 2 70 1 0 2 16 4 1 4 25 90 3R0 00070000
2$$ -1 0 0 00080000
E 00090000
3$$ 12R0 00100000
S** 2R0.0001 1.0 0.0 -0.1 1.420892 4R0.0 0.001 0.75 00120000
T 00130000
33** F1.0 00200000
T 00210000
35** 54I0.0 14I120.0 170.0
36$$ 5SR1 15R2 00230000
39$$ 1 2 00240000
40$$ F1 00250000
41** 0.01 0.0 00250000
T 00260000
END 00260000

```

====> FOLLOWING ARRAYS GENERATED BY CSAS

```

1$$ 25 26 E T
13$$
1 1 2 1 2 1
2 2 2 2 2 1
14$$
94239 6012 3 8016 5 13027
7 14028 9 20040 11 1001
13 11023 12000 26000
15**
6.23843E-06 5.51550E-03 4.44740E-03 4.30780E-02 4.25785E-02
2.45530E-03 1.53570E-03 9.43500E-03 3.68500E-03 6.55790E-03
4.18620E-03 3.34398E-03 1.37371E-02 8.43860E-04 3.69080E-04
8.50420E-03
T

```

```

33** F1.0
T
35**
0.0
1.80618E+01 2.74545E+00 5.81462E+00 9.29414E+00 1.33109E+01
7.80618E+01 2.38764E+01 3.13727E+01 4.19382E+01 6.00000E+01
1.10709E+02 1.14185E+02 1.17255E+02 1.20000E+02 1.22757E+02
1.28499E+02 1.32203E+02 1.45000E+02 1.57797E+02 1.63509E+02
1.67233E+02 1.70000E+02
36$$
1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1
2 2 2 2 2 2
T

```

MODULE XSDRNPM IS FINISHED. USER COMPLETION CODE 0000. CPU TIME USED 149.53 (SECONDS). I/O'S USED 0

PU-BETON-H2O HOM RLEFEKT. KUGEL

GENERAL PROBLEM DESCRIPTION DATA BLOCK

GENERAL		PROBLEM DATA		
IGE	1/2/3 = PLANE/CYLINDER/SPHERE	3	ISN QUADRATURE ORDER	4
IzM	NUMBER OF ZONES	2	ISCT ORDER OF SCATTERING	1
IM	NUMBER OF SPACIAL INTERVALS	70	IEVT 0/1/2/3/4/5/6=Q/K/ALPHA/C/Z/R/H	4
IBL	0/1/2/3 = VACUUM/REFL/PER/WHITE	1	IIM INNER ITERATION MAXIMUM	25
IBR	RIGHT BOUNDARY CONDITION	0	ICH OUTER ITERATION MAXIMUM	90
MX	NUMBER OF MIXTURES	2	ICLC -1/0/N--FLAT RES/SN/OPT	0
MS	MIXING TABLE LENGTH	16	ITH 0/1 = FORWARD/ADJOINT	0
IGM	NUMBER OF ENERGY GROUPS	27	IFLU NOT USED(ALWAYS WGTD)	0
NGG	NUMBER OF NEUTRON GROUPS	27	IPRT -2/-1/0=N/MIXTURE XSEC PRINT	-1
NGG	NUMBER OF GAMMA GROUPS	0	ID1 0/1/2/3=NO/PRT NO/PCH N/BOTH	0
IFTG	NUMBER OF FIRST THERMAL GROUP	15	IPBT -1/0/1=NONE/FINE/ALL BAL. PRT	0

SPECIAL OPTIONS

IFG	0/1 = NONE/WEIGHTING CALCULATION	0	IPN 0/1/2 DIFF. COEF. PARAM	0
IQM	VOLUMETRIC SOURCES (0/N=NO/YES)	0	IDFM 0/1 = NONE/DENSITY FACTORS 38*	0
IPM	BOUNDARY SOURCES (0/N=NO/YES)	0	IRZ 0/N = NONE/N ACTIVITIES BY ZONE	0
IFN	0/1/2 = INPUT 33*/34*/USE LAST	0	IRI 0/1=NONE/ACTIVITIES BY INTERVAL	0
ITMX	MAXIMUM TIME (MINUTES)	0	IPCT 0/1=NO/YES UPSCATTER SCALING	0
IDT1	0/1/2/3=NO/XSECT/SRCE/FLUX--OUT	0	IPVT 0/1/2=NO/K/ALPHA PARAMETRIC SRCH	0
ISX	BROAD GROUP FLUXES	0	ISEN OUTER ITERATION ACCELERATION	0
IBLN	ACTIVITY DATA UNIT	0	NBND BAND REBALN PARAMETER	0

FLOATING POINT PARAMETERS

EPS	OVERALL CONVERGENCE	1.00000E-04	DY	CYL/PLA HT FOR BUCKLING	0.0
PTC	POINT CONVERGENCE	1.00000E-04	DZ	PLANE DEPTH FOR BUCKLING	0.0
XNF	NORMALIZATION FACTOR	1.00000E+00	VSV	VOID STREAMING CORRECTION	0.0
EV	EIGENVALUE GUESS	0.0	PV	IPVT=1/2--K/ALPHA	0.0
EVM	EIGENVALUE MODIFIER	-1.00000E-01	EQL	EV CHANGE EPS FOR SEARCH	1.00000E-03
BF	BUCKLING FACTOR	1.42089E+00	XNPM	NEW PARAM MOD FOR SEARCH	7.50000E-01
THIS CASE WILL REQUIRE 2427 LOCATIONS FOR MIXING					
THIS CASE HAS BEEN ALLOCATED 178688 LOCATIONS					

OUTER ITER	INNER ITER	1 - BALANCE	EIGENVALUE	1 - SOURCE RATIO	1 - SCATTER RATIO	1 - UPSCAT RATIO	SEARCH PARAMETER	TIME (MIN)
1	232	-3.94968E-07	2.84336D-01	7.09336E-01	1.00000E+00	1.23140E-01	0.0	0.0825
2	414	-4.41904E-07	4.48989D-01	-5.44456E-01	4.69745E-01	9.88753E-03	0.0	0.1417
3	591	-4.45766E-07	5.32729D-01	-1.86289E-01	2.20235E-03	6.40918E-03	0.0	0.1995
4	744	-4.48202E-07	5.96323D-01	-1.19681E-01	7.88696E-03	1.83411E-03	0.0	0.2505
5	883	-4.49419E-07	6.46500D-01	-8.42893E-02	2.43972E-03	3.59635E-04	0.0	0.2960
6	1013	-4.50194E-07	6.86910D-01	-6.25293E-02	3.81323E-04	1.51354E-04	0.0	0.3407
7	1131	-4.50790E-07	7.20244D-01	-4.8538E-02	1.96025E-04	1.80471E-04	0.0	0.3805
8	1237	-4.51282E-07	7.48046D-01	-3.85934E-02	3.19313E-04	2.22577E-04	0.0	0.4177
9	1333	-4.51695E-07	7.71352D-01	-3.11510E-02	4.23872E-04	2.44187E-04	0.0	0.4517
10	1429	-4.52084E-07	7.90948D-01	-2.54029E-02	4.74350E-04	2.47286E-04	0.0	0.4858
11	1522	-4.52359E-07	8.07463D-01	-2.09801E-02	4.83268E-04	2.38562E-04	0.0	0.5192
12	1610	-4.52621E-07	8.21407D-01	-1.72712E-02	4.67002E-04	2.23510E-04	0.0	0.5513
13	1697	-4.52847E-07	8.33204D-01	-1.43640E-02	4.37382E-04	2.05359E-04	0.0	0.5827
14	1783	-4.53042E-07	8.43199D-01	-1.19989E-02	4.01365E-04	1.86312E-04	0.0	0.6138
15	1868	-4.53210E-07	8.51682D-01	-1.00636E-02	3.63444E-04	1.67505E-04	0.0	0.6448
16	1951	-4.53355E-07	8.58892D-01	-8.46846E-03	3.26035E-04	1.49791E-04	0.0	0.6755
17	2031	-4.53482E-07	8.65030D-01	-7.14818E-03	2.90824E-04	1.33208E-04	0.0	0.7053
18	2109	-4.53591E-07	8.70261D-01	-6.05041E-03	2.57993E-04	1.18164E-04	0.0	0.7343
19	2181	-4.53687E-07	8.74726D-01	-5.13221E-03	2.28275E-04	1.04659E-04	0.0	0.7619
20	2250	-4.53770E-07	8.78543D-01	-4.36557E-03	2.01420E-04	9.23439E-05	0.0	0.7882
21	2315	-4.53842E-07	8.81909D-01	-3.71929E-03	1.77444E-04	8.15695E-05	0.0	0.8137
22	2382	-4.53905E-07	8.84609D-01	-3.17770E-03	1.56241E-04	7.19900E-05	0.0	0.8395
23	2447	-4.53961E-07	8.87013D-01	-2.71819E-03	1.37499E-04	6.35193E-05	0.0	0.8648
24	2513	-4.54009E-07	8.89079D-01	-2.33080E-03	1.20965E-04	5.60363E-05	0.0	0.8905
25	2576	-4.54051E-07	8.90857D-01	-2.00082E-03	1.06406E-04	4.94347E-05	0.0	0.9150
26	2641	-4.54089E-07	8.92390D-01	-1.72151E-03	9.35985E-05	4.36206E-05	0.0	0.9403
27	2704	-4.54122E-07	8.93712D-01	-1.48269E-03	8.23584E-05	3.85042E-05	0.0	0.9647
28	2768	-4.54150E-07	8.94855D-01	-1.27989E-03	7.24975E-05	3.40094E-05	0.0	0.9898
29	2830	-4.54176E-07	8.95844D-01	-1.10585E-03	6.38444E-05	3.00498E-05	1.00000E-01	1.0142

ELAPSED TIME 1.01 MIN.
 30 2894 -4.53829E-07 8.96935D-01 -1.22430E-03 1.58613E-04 -1.19287E-05 1.00000E-01 1.0393
 31 2956 -4.53842E-07 8.97692D-01 -8.38830E-04 -2.34030E-05 2.05018E-05 4.24978E+00 1.0640

ELAPSED TIME 1.06 MIN.
 32 3064 -4.55164E-07 9.07683D-01 -1.13891E-02 4.00704E-03 -1.47685E-03 4.24978E+00 1.1022
 33 3139 -4.54938E-07 9.03779D-01 -9.71422E-04 -2.73687E-03 -1.00853E-04 4.24978E+00 1.1302
 34 3203 -4.54955E-07 9.09640D-01 -9.30823E-04 -1.38382E-04 -2.55505E-06 2.77811E+01 1.1552

ELAPSED TIME 1.16 MIN.
 35 3368 -4.60925E-07 9.51408D-01 -4.71104E-02 1.70160E-02 -6.67613E-03 2.77811E+01 1.2097
 36 3483 -4.59877E-07 9.54172D-01 -1.85570E-03 -1.19660E-02 -5.43629E-04 2.77811E+01 1.2493
 37 3568 -4.59908E-07 9.56155D-01 -1.99856E-03 -7.65298E-04 -8.21791E-05 2.77811E+01 1.2800
 38 3651 -4.59979E-07 9.58065D-01 -1.97606E-03 -1.05125E-04 4.09312E-05 2.77811E+01 1.3110
 39 3733 -4.60056E-07 9.59821D-01 -1.82735E-03 7.99425E-05 6.95765E-05 2.77811E+01 1.3412
 40 3813 -4.60127E-07 9.61405D-01 -1.65052E-03 1.22742E-04 7.14935E-05 2.77811E+01 1.3707
 41 3893 -4.60192E-07 9.62826D-01 -1.47849E-03 1.24387E-04 6.84036E-05 2.77811E+01 1.4003
 42 3970 -4.60249E-07 9.64096D-01 -1.32074E-03 1.15185E-04 5.99586E-05 2.77811E+01 1.4290
 43 4043 -4.60300E-07 9.65237D-01 -1.17884E-03 1.04005E-04 5.36886E-05 2.77811E+01 1.4567
 44 4112 -4.60344E-07 9.66246D-01 -1.05172E-03 9.32066E-05 4.79403E-05 2.77811E+01 1.4832
 45 4180 -4.60384E-07 9.67153D-01 -9.39317E-04 8.32277E-05 4.28795E-05 4.62171E+01 1.5093

ELAPSED TIME 1.51 MIN.
 46 4336 -4.63227E-07 9.89024D-01 -2.31973E-02 8.55463E-03 -3.23269E-03 4.62171E+01 1.5620
 47 4436 -4.62715E-07 9.90368D-01 -1.34417E-03 -5.78475E-03 -2.46115E-04 4.62171E+01 1.5975
 48 4517 -4.62743E-07 9.92242D-01 -1.34733E-03 -3.33937E-04 -2.12185E-05 4.62171E+01 1.6275
 49 4595 -4.62791E-07 9.93337D-01 -1.29401E-03 -1.76751E-05 3.82711E-06 4.62171E+01 1.6565
 50 4675 -4.62830E-07 9.94572D-01 -1.18335E-03 8.99146E-05 5.05771E-06 4.62171E+01 1.6865
 51 4755 -4.62866E-07 9.95979D-01 -1.07429E-03 6.91556E-05 6.05142E-06 4.62171E+01 1.7149
 52 4835 -4.62896E-07 9.97571E-03 -6.6571E-04 9.64131E-05 4.62468E-06 4.62171E+01 1.7423

ELAPSED TIME 1.74 MIN.
 53 4918 -4.63352E-07 1.00017D+00 -3.49578E-03 1.09606E-03 -3.42114E-04 4.89760E+01 1.7762
 54 4993 -4.63324E-07 1.00109D+00 -8.61045E-04 -6.21094E-04 5.67665E-06 4.86311E+01 1.8043

ELAPSED TIME 1.80 MIN.
 55 5062 -4.63100E-07 1.00157D+00 -4.70611E-04 -1.02795E-04 7.46880E-05 4.94379E+01 1.8313

ELAPSED TIME 1.83 MIN.
 56 5141 -4.63463E-07 1.00299D+00 -1.44293E-03 4.22424E-04 -7.28883E-05 4.94379E+01 1.8607
 57 5208 -4.63474E-07 1.00367D+00 -6.61836E-04 -1.35999E-04 2.27514E-05 4.83864E+01 1.8868

ELAPSED TIME 1.89 MIN.
 58 5287 -4.63325E-07 1.00334D+00 3.51341E-04 -3.23971E-04 1.64008E-04 4.09790E+01 1.9170

ELAPSED TIME 1.92 MIN.
 59 5407 -4.62451E-07 9.96864D-01 6.61434E-03 -2.42932E-03 1.04857E-03 4.09790E+01 1.9597
 60 5472 -4.62637E-07 9.96872D-01 -1.74348E-04 1.90043E-03 1.06787E-04 4.23228E+01 1.9855

ELAPSED TIME 1.99 MIN.
 61 5553 -4.62783E-07 9.98295D-01 -1.47520E-03 6.75437E-04 -1.62590E-04 4.23228E+01 2.0163
 62 5608 -4.62758E-07 9.98463D-01 -1.40751E-04 -3.03942E-04 -3.54224E-06 4.37924E+01 2.0388

ELAPSED TIME 2.04 MIN.
 63 5690 -4.62718E-07 1.00000D+00 -1.57410E-03 5.46934E-04 -2.02319E-04 4.37924E+01 2.0695
 64 5747 -4.62689E-07 1.00021D+00 -1.78816E-04 -3.65851E-04 -1.10358E-05 4.37257E+01 2.0923

ELAPSED TIME 2.09 MIN.
 65 5802 -4.62974E-07 1.00033D+00 -1.08174E-04 -3.88130E-05 1.27591E-05 4.37257E+01 2.1153
 66 5857 -4.62983E-07 1.00048D+00 -1.60140E-04 2.36239E-05 7.48149E-06 4.37257E+01 2.1377
 67 5912 -4.62989E-07 1.00063D+00 -1.48526E-04 1.24328E-05 7.41219E-06 4.37257E+01 2.1600
 68 5966 -4.62989E-07 1.00077D+00 -1.38891E-04 1.22809E-05 6.98265E-06 4.37257E+01 2.1817
 69 6020 -4.63002E-07 1.00090D+00 -1.28063E-04 1.15514E-05 6.49966E-06 4.37257E+01 2.2042
 70 6074 -4.63007E-07 1.00101D+00 -1.16144E-04 1.07143E-05 6.01777E-06 4.37257E+01 2.2263
 71 6128 -4.63012E-07 1.00112D+00 -1.07091E-04 9.90301E-06 5.56816E-06 4.37257E+01 2.2483
 72 6182 -4.63017E-07 1.00122D+00 -9.88294E-05 9.14892E-06 5.15405E-06 4.29589E+01 2.2702

ELAPSED TIME 2.27 MIN.
 73 6257 -4.62812E-07 1.00058D+00 6.50971E-04 -2.73761E-04 1.10174E-04 4.29589E+01 2.2992
 74 6302 -4.62833E-07 1.00062D+00 -5.37679E-05 1.98667E-04 1.27450E-05 4.25698E+01 2.3187

ELAPSED TIME 2.32 MIN.
 75 6366 -4.62649E-07 1.00030D+00 3.33142E-04 -1.24676E-04 5.86994E-05 4.25698E+01 2.3440
 76 6411 -4.62660E-07 1.00031D+00 -2.49639E-05 1.04899E-04 7.16537E-06 4.23756E+01 2.3635

ELAPSED TIME 2.36 MIN.
 77 6465 -4.62468E-07 1.00015D+00 1.68212E-04 -6.15997E-05 2.97543E-05 4.23756E+01 2.3858
 78 6510 -4.62474E-07 1.00015D+00 -1.16440E-05 5.30604E-05 3.68594E-06 4.22803E+01 2.4055

ELAPSED TIME 2.41 MIN.
 79 6553 -4.62477E-07 1.00008D+00 8.00229E-05 -3.01983E-05 1.49512E-05 4.22355E+01 2.4247

ELAPSED TIME 2.42 MIN.

80	6593	-4.62955E-07	1.00004D+00	3.62094E-05	1.05627E-05	7.92724E-06	4.22355E+01	2.4435	MAX. FLUX	MSF	MAX. SCALE	COARSE
						GRP TO GRP	INNER	MFD	DIFFERENCE	INT.	FACTOR	MESH
						1	2	29	1.12234D-05	70	9.99998D-01	19
						2	2	54	1.77411D-05	66	1.00002D+00	26
						3	2	54	1.27367D-05	61	1.00000D+00	26
						4	2	29	5.14651D-06	56	1.00000D+00	35
						5	2	54	8.85605D-06	58	1.00001D+00	35
						6	3	3	5.82166D-05	2	1.00029D+00	42
						7	3	3	6.65260D-05	2	1.00029D+00	42
						8	3	3	5.64084D-05	2	1.00028D+00	42
						9	3	3	6.25172D-05	2	1.00027D+00	42
						10	3	3	6.08039D-05	2	1.00026D+00	42
						11	3	3	6.17050D-05	2	1.00027D+00	42
						12	3	3	6.71881D-05	2	1.00025D+00	42
						13	3	3	6.50108D-05	2	1.00024D+00	42
						14	3	3	6.79848D-05	2	1.00024D+00	42
						15	3	54	7.95262D-06	57	1.00000D+00	42
						16	3	55	5.86945D-06	58	1.00000D+00	42
						17	3	55	4.51606D-06	58	1.00000D+00	42
						18	3	55	4.24749D-06	58	1.00000D+00	42
						19	3	55	5.26189D-06	58	1.00000D+00	42
						20	3	56	9.14821D-05	2	1.00024D+00	42
						21	3	56	6.15618D-07	55	1.00000D+00	70
						22	3	57	9.95811D-07	65	9.99999D-01	70
						23	3	64	3.77300D-06	66	9.99991D-01	70
						24	3	64	4.83814D-06	66	9.99990D-01	70
						25	3	64	3.91126D-06	66	9.99995D-01	70
						26	3	64	4.99484D-06	66	9.99999D-01	70
						27	3	70	4.90091D-06	66	9.99994D-01	70
									2.4775			

81 6637 -4.62956E-07 1.00004D+00 -4.22670E-06 1.37088E-05 1.23429E-06 4.22355E+01

FINAL MONITOR LAMBDA 1.00004E+00 ANGULAR FLUX ON 16

ELAPSED TIME 2.48 MIN.

Keff

PU-BETON-H2O HOM RLEFEKT. KUGEL

INT.	ZONE	NUMBER	RADIUS	INT. MIDPOINT	AREA	VOLUME	PROD DENSITY
1	1	1	0.0	1.55166E+00	0.0	1.25189E+02	1.575170-05
2	1	1	3.10332E+00	4.65498E+00	1.21021E+02	8.76325E+02	1.101830-04
3	1	1	6.20664E+00	7.75370E+00	4.64088E+02	2.37860E+03	2.985460-04
4	1	1	9.30996E+00	1.08616E+01	1.08919E+03	4.63201E+03	5.798200-04
5	1	1	1.24133E+01	1.39649E+01	1.93634E+03	7.63655E+03	9.524570-04
6	1	1	1.55166E+01	1.70682E+01	3.02554E+03	1.13922E+04	1.414410-03
7	1	1	1.86199E+01	2.01716E+01	4.35677E+03	1.58991E+04	1.963150-03
8	1	1	2.17232E+01	2.32749E+01	5.93005E+03	2.11570E+04	2.595610-03
9	1	1	2.48265E+01	2.63782E+01	7.74537E+03	2.71659E+04	3.308270-03
10	1	1	2.79298E+01	2.94815E+01	9.80272E+03	3.39262E+04	4.097210-03
11	1	1	3.10332E+01	3.25848E+01	1.21021E+04	4.14374E+04	4.957930-03
12	1	1	3.41365E+01	3.56881E+01	1.45436E+04	4.97000E+04	5.895650-03
13	1	1	3.72398E+01	3.87914E+01	1.74271E+04	5.87137E+04	6.875060-03
14	1	1	4.03431E+01	4.18947E+01	2.04526E+04	6.84780E+04	8.020460-03
15	1	1	4.34464E+01	4.49980E+01	2.37201E+04	7.89941E+04	9.015950-03
16	1	1	4.65497E+01	4.81014E+01	2.72298E+04	9.02613E+04	1.015510-02
17	1	1	4.96530E+01	5.12047E+01	3.09814E+04	1.02279E+05	1.133120-02
18	1	1	5.27563E+01	5.43080E+01	3.49751E+04	1.15049E+05	1.253740-02
19	1	1	5.58596E+01	5.74113E+01	3.92108E+04	1.28569E+05	1.376640-02
20	1	1	5.89630E+01	6.05146E+01	4.36888E+04	1.42840E+05	1.501070-02
21	1	1	6.20663E+01	6.36179E+01	4.84084E+04	1.57863E+05	1.626270-02
22	1	1	6.51696E+01	6.67212E+01	5.33703E+04	1.73636E+05	1.751460-02
23	1	1	6.82729E+01	6.98245E+01	5.85742E+04	1.90163E+05	1.875370-02
24	1	1	7.13762E+01	7.29278E+01	6.40202E+04	2.07437E+05	1.998620-02
25	1	1	7.44795E+01	7.60312E+01	6.97081E+04	2.25464E+05	2.118970-02
26	1	1	7.75828E+01	7.91345E+01	7.56381E+04	2.44243E+05	2.236100-02
27	1	1	8.06861E+01	8.22378E+01	8.18102E+04	2.63773E+05	2.349170-02
28	1	1	8.37895E+01	8.53411E+01	8.82243E+04	2.84054E+05	2.457370-02
29	1	1	8.68928E+01	8.84444E+01	9.48805E+04	3.05085E+05	2.559910-02
30	1	1	8.99961E+01	9.15477E+01	1.01779E+05	3.26868E+05	2.656000-02
31	1	1	9.30994E+01	9.46510E+01	1.08919E+05	3.49400E+05	2.744830-02
32	1	1	9.62027E+01	9.77543E+01	1.16301E+05	3.72889E+05	2.825720-02
33	1	1	9.93060E+01	1.00858E+02	1.23926E+05	3.96721E+05	2.897820-02
34	1	1	1.02409E+02	1.03961E+02	1.31792E+05	4.21512E+05	2.960530-02
35	1	1	1.05512E+02	1.07064E+02	1.39900E+05	4.47049E+05	3.013080-02
36	1	1	1.08615E+02	1.10167E+02	1.48251E+05	4.73335E+05	3.054830-02
37	1	1	1.11719E+02	1.13271E+02	1.56843E+05	5.00384E+05	3.085260-02
38	1	1	1.14823E+02	1.16374E+02	1.65678E+05	5.28171E+05	3.103630-02
39	1	1	1.17926E+02	1.19478E+02	1.74754E+05	5.56709E+05	3.109510-02
40	1	1	1.21029E+02	1.22581E+02	1.84073E+05	5.86011E+05	3.102490-02
41	1	1	1.24133E+02	1.25684E+02	1.93634E+05	6.16053E+05	3.082040-02
42	1	1	1.27236E+02	1.28787E+02	2.03436E+05	6.46848E+05	3.047920-02
43	1	1	1.30339E+02	1.31891E+02	2.13481E+05	6.78400E+05	2.999440-02
44	1	1	1.33442E+02	1.34994E+02	2.23768E+05	7.10593E+05	2.937950-02
45	1	1	1.36545E+02	1.38097E+02	2.34297E+05	7.43744E+05	2.862140-02
46	1	1	1.39648E+02	1.41201E+02	2.45068E+05	7.77552E+05	2.772840-02
47	1	1	1.42752E+02	1.44304E+02	2.56081E+05	8.12096E+05	2.670630-02
48	1	1	1.45855E+02	1.47407E+02	2.67335E+05	8.47403E+05	2.556640-02
49	1	1	1.48959E+02	1.50511E+02	2.78832E+05	8.83456E+05	2.432390-02
50	1	1	1.52062E+02	1.53614E+02	2.90572E+05	9.20261E+05	2.300120-02
51	1	1	1.55166E+02	1.56717E+02	3.02553E+05	9.57819E+05	2.162960-02
52	1	1	1.58269E+02	1.59821E+02	3.14776E+05	9.96128E+05	2.025110-02
53	1	1	1.61372E+02	1.62924E+02	3.27241E+05	1.03518E+06	1.892460-02
54	1	1	1.64476E+02	1.66027E+02	3.39948E+05	1.07500E+06	1.772010-02
55	1	1	1.67579E+02	1.69130E+02	3.52897E+05	1.11555E+06	1.682100-02
56	1	1	1.70682E+02	1.72234E+02	3.66089E+05	1.15744E+06	0.0
57	1	1	1.74016E+02	1.75338E+02	3.80527E+05	1.29288E+06	0.0
58	1	1	1.77349E+02	1.79016E+02	3.95245E+05	1.34240E+06	0.0
59	1	1	1.80682E+02	1.82349E+02	4.10242E+05	1.39286E+06	0.0
60	1	1	1.84016E+02	1.85682E+02	4.25519E+05	1.44425E+06	0.0
61	1	1	1.87349E+02	1.89016E+02	4.41074E+05	1.49655E+06	0.0
62	1	1	1.90682E+02	1.92349E+02	4.56909E+05	1.54982E+06	0.0
63	1	1	1.94016E+02	1.95682E+02	4.73024E+05	1.60399E+06	0.0

64	2	1.97349E+02	1.99016E+02	4.89417E+05	1.65909E+06	0.0
65	2	2.00682E+02	2.02349E+02	5.06090E+05	1.71515E+06	0.0
66	2	2.04016E+02	2.05682E+02	5.23042E+05	1.77211E+06	0.0
67	2	2.07349E+02	2.09016E+02	5.40273E+05	1.83001E+06	0.0
68	2	2.10682E+02	2.12349E+02	5.57783E+05	1.88886E+06	0.0
69	2	2.14016E+02	2.15682E+02	5.75573E+05	1.94861E+06	0.0
70	2	2.17349E+02	2.19016E+02	5.93642E+05	2.00931E+06	0.0
71	2	2.20682E+02		6.11990E+05		0.0