

KFK-Ext. 23/74-1
(2. Ex.)

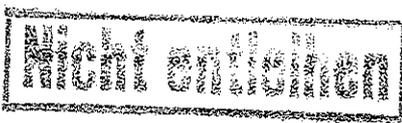
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

April 1974

KFK-Ext. 23/74-1

Medizinische Abteilung

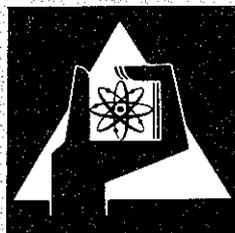
Ergebnisse der Tritium-Inkorporationsüberwachung im Kernforschungszentrum Karlsruhe im Jahre 1973



H. Schieferdecker

E. Wechselberger

(Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH)



GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.

KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Externer Bericht

23/74-1

Medizinische Abteilung
Toxikologisches Labor

Ergebnisse der Tritium-Inkorporationsüberwachung
im Kernforschungszentrum Karlsruhe im Jahre 1973

[Lors] von

H. Schieferdecker

[Kark-Kuno]

Er. Wechselberger

(Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH)

Büro	Nr.
ampliar	
Gesellschaft für Kernforschung m. B. H. Karlsruhe	

Gesellschaft für Kernforschung mbH, Karlsruhe

Gesellschaft für Kernforschung m. B. H.
- Zentralarchiv -

Ergebnisse der Tritium-Inkorporationsüberwachung
im Kernforschungszentrum Karlsruhe im Jahre 1973

Zusammenfassung:

Im Jahre 1973 wurden 461 Personen auf Tritiuminkorporation überwacht. Es ergab sich, daß keine unzulässig hohen Inkorporationen auftraten. Die maximale Strahlenbelastung infolge Tritiuminkorporation lag bei den Mitarbeitern beider schwerwassermoderierter Reaktoren im Bereich zwischen 50 und 200 mrem/a und war damit niedriger als im Vorjahr.

Results of Monitoring for Tritium Incorporation
at the Karlsruhe Nuclear Research Center in 1973

Abstract:

In 1973 a number of 461 persons were monitored for tritium incorporation. It appeared that unduly high incorporations did not occur. The maximum radiation burden due to tritium incorporated ranged from 50 to 200 mrem/a for persons working at the two heavy-water moderated reactors and was, thus, lower than in the year before.

Ergebnisse der Tritium-Inkorporationsüberwachung
im Kernforschungszentrum Karlsruhe im Jahre 1973

Im Jahre 1973 wurden im Toxikologischen Labor der Medizinischen Abteilung 461 Personen routinemäßig oder nach besonderen Anlässen auf Tritiuminkorporation überwacht. Kriterien für die Auswahl des betroffenen Personenkreises sind die Arbeitsbedingungen, unter denen eine Tritium-Inkorporation nicht auszuschließen ist. Betroffen sind Mitarbeiter der beiden schwerwassermoderierten Forschungs- bzw. Leistungsreaktoren FR 2 und MZFR (letzterer betrieben von der Firma Kernkraftwerk-Betriebsgesellschaft mbH), der Dekontaminationsabteilung ADB, der Wiederaufbereitungsanlage GWK (betrieben von der Firma Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH), sowie Personen, die im Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik (INR) an Beschleunigern mit Tritiumtargets arbeiten.

1. Durchführung der Inkorporationsüberwachung

Je nach Arbeitsumfang werden Urinproben stichprobenartig zwei- oder viermal im Jahr, in der Regel jedoch monatlich gesammelt und auf ihren Tritiumgehalt untersucht. Nach der Ausführung von Arbeiten, bei denen ein erhöhtes Inkorporationsrisiko besteht, werden zusätzlich weitere Urinanalysen durchgeführt.

Bei Überschreiten einer Tritiumkonzentration von mehr als 10 % der als maximal zulässig angesehenen Dauerkonzentration von 23 $\mu\text{Ci/l}$ werden in wöchentlichen Abständen weitere Urinproben ausgewertet.

Die Messung erfolgt mit einem Flüssigszintillationsspektrometer (Beckman LSS 200) mit einem Szintillatormischung aus Dioxan, Naphthalin, POPOP und PPO unter Einsatz von 1 ml Urin. Die durch Färbung und

chemische Bestandteile des Urins hervorgerufenen Fluoreszenzverluste werden durch externe Standardisierung mit einem von außen an die Probe herangebrachten Kalibrierstrahler korrigiert. Die Nachweisgrenze des Verfahrens liegt bei 8 nCi/l.

2. Berechnung der Äquivalentdosis aus den Ergebnissen der Urinanalysen

Zur Berechnung der Äquivalentdosen wird ein Qualitätsfaktor von 1.7 benutzt. Von [1] wird ein Qualitätsfaktor von 1.0 empfohlen. Es ist zu beachten, daß bei Benutzung dieses Wertes die berechneten Äquivalentdosen um das Verhältnis beider Qualitätsfaktoren niedriger sind. Der Qualitätsfaktor von 1.7 wurde beibehalten, da er bisher für die Berechnung der Dosen benutzt wurde und dadurch ein direkter Vergleich der berechneten Dosis mit denen der Vorjahre möglich wird. Im übrigen wurden die Regeln der Dosisberechnung beibehalten, wie sie in [2] beschrieben wurden:

Tritiumkonzentrationen im Urin unterhalb 10 % der maximal zugelassenen Dauerkonzentration wurden gemittelt und der Mittelwert A_m über das gesamte Jahr in die Formel

$$D_a = 0,51 \cdot 365 \cdot A_m \text{ [mrem/a]} \quad (1)$$

eingesetzt.

Für höhere Tritiumkonzentrationen im Urin wurden aus den Einzelanalysenwerten Einzeldosen für die entsprechenden Zeiträume berechnet und über das Jahr aufaddiert.

Eine Minimaldosis D_t^{\min} für den Zeitraum t zwischen zwei Urinproben mit der Tritiumkonzentration A_1 und A_2 errechnet sich zu

$$D_t^{\min} = \frac{0,51}{\lambda_b} \cdot (1 - e^{-\lambda_b t}) A_1 \quad (2)$$

die Maximaldosis D_t^{\max} zu

$$D_t^{\max} = \frac{0,51}{\lambda_b} (e^{\lambda_b t} - 1) A_2 \quad (3)$$

Als wahrscheinliche Dosis D_t^{mittel} wird der Mittelwert von D_t^{\min} und D_t^{\max} angesehen, wenn t nicht größer als 30 Tage ist [2]. Die Dosis ergibt sich in mrem, wenn t und λ_b in Tagen bzw. Tagen⁻¹ und A in $\mu\text{Ci/l}$ eingesetzt wird. Die Jahresdosis ergibt sich als Summe aller D_t^{mittel} .

Die bisher nach diesem Konzept berechneten Jahresdosen liegen wahrscheinlich tatsächlich niedriger als angegeben, da bei der Rechnung unterstellt wurde, daß der überwachte Personenkreis einer ständigen gleichmäßigen Belastung durch Tritiuminkorporation ausgesetzt ist. Dies ist aufgrund des wechselnden Arbeitseinsatzes jedoch nicht immer der Fall. Beim Einsatz von Fremdpersonal (wie beispielsweise bei Wartungs- und Reparaturarbeiten am MZFR) ist der Einsatz sogar zeitlich begrenzt. Die tatsächlich empfangenen Dosen sind daher für den Berichtszeitraum niedriger als die durch Extrapolation gewonnenen Werte. Dieser Situation wurde bei den Mitarbeitern der KBG Rechnung getragen und für diesen Personenkreis gesondert auch die Summe der während der Einsatzzeit am MZFR erhaltenen Dosis ermittelt. Unberücksichtigt blieben dabei Expositionen, die möglicherweise vorher oder später an anderen Arbeitsstellen erhalten wurden. Über die Höhe der Einzelinkorporationen am MZFR siehe [3].

Für die Berechnung der Jahresdosis durch Tritiuminkorporationen bei einer relativ geringen Zahl von Messungen ergibt sich das Dilemma, daß eine Extrapolation von Meßwerten auf Zeiträume, in denen keine Inkorporationsmessungen durchgeführt wurden, in vielen Fällen un gerechtfertigt ist. Andererseits kann aber betrieblich nicht völlig sichergestellt werden, daß nach jeder Inkorporation eine Urinmessung erfolgt. Lediglich die beiden Extremfälle: quasikontinuierliche

Inkorporation mit Ermittlung eines Jahresmittelwertes bzw. Einzelinkorporationen mit geringer Häufigkeit und bekanntem Zeitpunkt und anschließender Messung führen zu einer exakten Abschätzung der Ganzkörper-Jahresdosis. In den anderen Fällen wären häufigere Inkorporationsmessungen erforderlich, was aber bei den geringen Ganzkörperdosen, um die es sich handelt, nicht gerechtfertigt erscheint.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung zeigen die Tab. 1 und 2. In der letzten Spalte der Tab. 1 ist eine Mittelwertdosis angegeben, die die mittlere Ganzkörperbelastung des überwachten Personenkreises darstellt. Gegenüber den Vorjahren (s. Tab. 3) hat sich die Dosisverteilung zugunsten niedrigerer Dosen verschoben [4].

Die jährliche Belastung der Mitarbeiter der Wiederaufarbeitungsanlage, des INR und der Dekontaminationsbetriebe liegt unter 5 mrem/a. Nur bei den beiden schwerwassermoderierten Reaktoren befindet sich die häufigste Jahresdosis im Bereich zwischen 50 und 200 mrem/a. Die mittleren Jahresdosen liegen bei der KBG bei 137 mrem/a und beim FR 2 bei 90 mrem/a, wobei auch bei der KBG die restriktive Annahme gemacht wurde, daß eine über einen kürzeren Zeitraum ermittelte Dosis in der restlichen Zeit des Jahres weiterhin empfangen wurde, was, wie oben ausgeführt, nicht in allen Fällen zutrifft.

Die tatsächlich im Bereich der KBG empfangene Dosis während der Einsatzzeit des Personals beträgt 6790 mrem, wobei die arbeitsfreie Zeit unberücksichtigt blieb. Diese Dosis wurde von 121 überwachten Personen empfangen. Unter der Voraussetzung, daß der betroffene Personenkreis keinen weiteren Tritiuminkorporationen an anderen Stellen ausgesetzt war, kann daraus eine Mittelwertdosis von 56 mrem im Jahr 1973 ermittelt werden. Allerdings ist diese Angabe lediglich

für Tritiuminkorporationen bei tritiumüberwachten Arbeiten am MZFR gültig und gibt keine Aussage über eventuell früher oder später von Einzelpersonen empfangene Ganzkörperdosen durch Tritiuminkorporation. Eine Abhilfe hierbei könnte eine personen-gebundene Registrierung auch der Dosis durch Inkorporation in dem sog. Strahlenschutzpaß bringen.

Zur Beurteilung des aus Tab. 3 hervorgehenden eindeutigen Trends zur Verringerung der höheren Äquivalentdosen im Bereich zwischen 500 und 5000 mrem/a trotz erheblichen Anstieges der Tritiumkonzentration des Schwerwasserinventars der Anlagen FR 2 und MZFR im Laufe der Jahre ist zu bemerken, daß sicher die verbesserten Strahlenschutzmaßnahmen (Preßluftatemgeräte, luftdichte Schutzanzüge, starke Absauggebläse, entlüftete Arbeitsboxen) und deren konsequente Anwendung ausschlaggebend sind. Es ist aber auch zu berücksichtigen, daß der größere Teil der Inkorporationsdosis nicht bei routinemäßigen, immer wiederkehrenden Arbeiten, sondern bei Reaparturen oder Umbauten an schwerwasserführenden Systemen anfällt. Deshalb kann das Inkorporationsrisiko von Jahr zu Jahr recht unterschiedlich sein (das geht auch aus der variablen Anzahl der tritiumexponierten Personen am MZFR in den einzelnen Jahren hervor, s. Tab. 3). Die höheren Inkorporationen in den Anfangsjahren der beiden Reaktoranlagen hängen also auch mit dem höheren Anfall an Reparatur- und Umbauarbeiten zusammen.

4. Literatur

- [1] N.N. Brit. J. Radiobiology 42 (69) 558
- [2] H. Schieferdecker in: A.A. Moghissi, M.W. Carter (Eds.) Tritium Las Vegas (1971) 737-748
- [3] E. Wechselberger, H. Ritz; Reaktortagung Karlsruhe (1973) 576
- [4] H. Schieferdecker; KFK-Ext. 23/73-1

Tab. 1 Verteilung der ermittelten Ganzkörper-Äquivalentdosen infolge Tritiuminkorporationen im Jahre 1973 bezogen auf die Zahl der untersuchten Personen

Abt.	Personen- zahl	< 5 mrem/a	5 - 50 mrem/a	50-200 mrem/a	200-500 mrem/a	500-1000 mrem/a	1000-3000 mrem/a	3000-5000 mrem/a	> 5000 mrem/a	Mittelwert mrem/a *)
FR 2	54	5,6 %	37,0 %	46,4 %	9,3 %	1,9 %	0	0	0	90
MZFR	121	18,2 %	23,2 %	35,6 %	19,0 %	3,3 %	0,8 %	0	0	137
ADB	74	87,8 %	12,2 %	0	0	0	0	0	0	< 5
GWK	195	100 %	0	0	0	0	0	0	0	< 5
INR	17	94,1 %	5,9 %	0	0	0	0	0	0	< 5

*) durchschnittliche Jahresdosis pro Person

Tab. 2 Verteilung der ermittelten Ganzkörper-Äquivalentdosen infolge Tritium-inkorporationen im Jahre 1973 bezogen auf die Zahl der untersuchten Personen

Abt.	Personen- zahl	< 0,1 rem/a	0,1 - 1,5 rem/a	1,5 - 5 rem/a	> 5 rem/a
FR 2	54	77,8 %	22,2 %	0	0
MZFR	121	52,9 %	47,1 %	0	0
ADB	74	100 %	0	0	0
GWK	195	100 %	0	0	0
INR	17	100 %	0	0	0

Tab. 3

Verteilung der ermittelten Äquivalentdosen aus Tritiuminkorporationen
in den Jahren 1967-1973 bezogen auf die Zahl der untersuchten Personen

Abt.	Äquivalent- dosis [mrem/a]	Verteilung bezogen auf die untersuchten Personen						
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
FR 2	< 5	0,0 %	15,4 %	4,4 %	1,1 %	2,3 %	0,0 %	5,6 %
	5 - 50	27,5 %	20,5 %	19,6 %	33,8 %	38,4 %	40,5 %	37,0 %
	50 - 500	47,5 %	41,0 %	60,8 %	53,5 %	55,8 %	59,0 %	55,7 %
	500 - 5000	25,0 %	23,1 %	15,2 %	11,6 %	3,5 %	1,5 %	1,9 %
	> 5000	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Personenzahl		40	39	46	86	86	69	54
MZFR	< 5	2,5 %	0,7 %	5,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	18,2 %
	5 - 50	12,5 %	5,6 %	24,8 %	11,0 %	8,1 %	18,3 %	23,2 %
	50 - 500	62,5 %	45,8 %	55,0 %	70,0 %	76,4 %	75,0 %	54,6 %
	500 - 5000	22,5 %	47,8 %	14,3 %	19,0 %	15,5 %	6,3 %	4,1 %
	> 5000	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Personenzahl		80	144	238	109	148	64	121
ADB	< 5	72,0 %	54,3 %	70,0 %	82,0 %	87,8 %	90,6 %	87,8 %
	5 - 50	21,3 %	35,4 %	27,1 %	14,3 %	12,7 %	9,4 %	12,2 %
	50 - 500	6,6 %	10,3 %	2,9 %	2,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	500 - 5000	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	> 5000	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Personenzahl		61	48	60	70	63	64	74