

Arbeitsgruppe Reaktorbetrieb
KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH
des Landes Nordrhein-Westfalen

Ermittlung der Strahlendosisleistung
an der Wasseroberfläche im Tank
des Forschungsreaktors Merlin

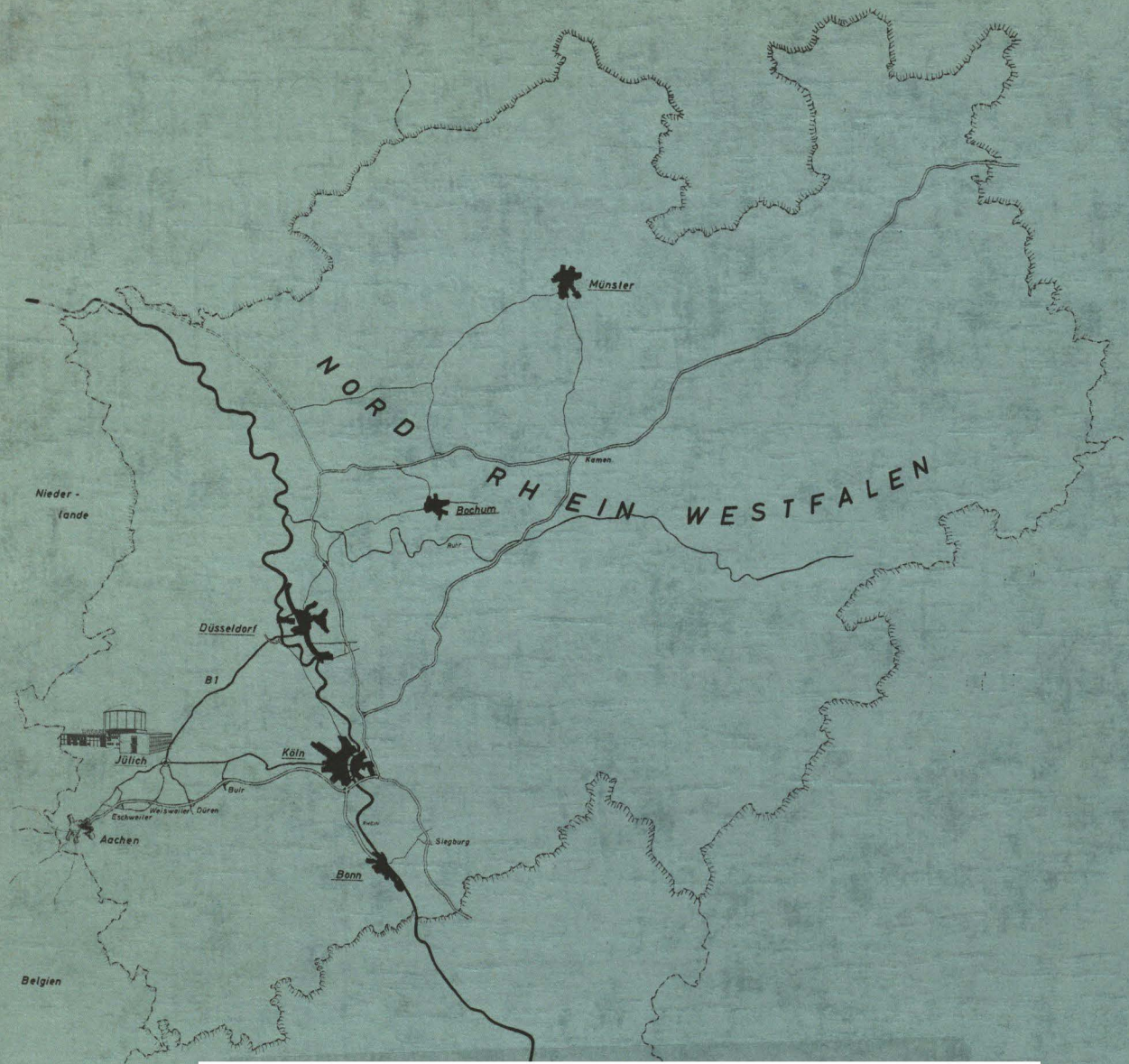
von

H. Ewertz

Jül - 73 - RE

Oktober 1962

Als Manuskript gedruckt



Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 73

Arbeitsgruppe Reaktorbetrieb Jül – 73 – RE

Dok.: RESEARCH REACTOR „MERLIN“ - DOSIMETRY

DK: 621.386.82

621.039.572 „Merlin“

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich,
Jülich, Bundesrepublik Deutschland

Ermittlung der Strahlendosisleistung
an der Wasseroberfläche im Tank
des Forschungsreaktors Merlin

von

H. Ewertz

I N H A L T

	<u>Seite</u>
1. Wasserschichtdicke über dem Reaktorkern	3
2. Bestimmung der Dosisleistung	3
2.1. Schnelle Neutronen	4
2.2. Thermische Neutronen	5
2.3. Gamma-Strahlung	6
3. Zusammenfassung	7
4. Literaturverzeichnis	9

Bulk Shielding-Reaktors hinsichtlich der Brennelementform, der Kernanordnung und der Brennstoffanreicherung dem MERLIN-Kern sehr ähnlich ist.

2.1. Schnelle Neutronen

Der graphischen Darstellung (in [2], Seite 463, Fig. 7-10) der von den schnellen Neutronen stammenden Dosisleistung in der Bulk Shielding Facility in Abhängigkeit von der Wasserschichtdicke ist die zweite Zahlenkolonne in der unten stehenden Tabelle 1 entnommen. Dabei sind die Werte für die Wasserschichtdicken von 200 und 250 cm durch Extrapolation gewonnen. Durch Multiplikation mit der maximalen Reaktorleistung des MERLIN in Watt ergibt sich die in der dritten Spalte wiedergegebene Dosisleistung in erg/g h bei 5 MW Reaktorleistung. Zur Ermittlung der Gewebedosisleistung in mrem/h wurde mit einem RBE-Faktor (relative biological effectiveness) von 10 gerechnet, wie er in [3], Seite 548, Tab. 9.3. für schnelle Neutronen angegeben wird.

Tabelle 1

Wasserschichtdicke in cm	Dosisleistung der schnellen Neutronen in erg/g h bei 1 W Reaktorleistung	Dosisleistung der schnellen Neutronen in erg/g h bei 5 MW	Dosisleistung in mrem/h bei 5 MW
0	$1,6 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^9$	$8,0 \cdot 10^{11}$
50	$5,5 \cdot 10^{-1}$	$2,75 \cdot 10^6$	$2,75 \cdot 10^8$
100	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^3$	$6,0 \cdot 10^5$
150	$5,5 \cdot 10^{-6}$	$2,75 \cdot 10^1$	$2,75 \cdot 10^3$
200	$6,0 \cdot 10^{-8}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$3,0 \cdot 10^1$
250	$< 10^{-9}$	$< 5,0 \cdot 10^{-3}$	$< 5,0 \cdot 10^{-1}$

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß der von den schnellen Neutronen stammende Anteil an der Dosisleistung durch eine

Wasserschichtdicke von 250 cm auf einen um mehr als zwölf Zehnerpotenzen geringeren Betrag reduziert wird. Bei einer Wasserhöhe von 578 cm über dem MERLIN-Reaktorkern sinkt daher der von den schnellen Neutronen herrührende Anteil an der an der Oberfläche zu verzeichnenden Dosisleistung auf einen vernachlässigbar kleinen Betrag.

2.2. Thermische Neutronen

Für den thermischen Neutronenfluß sind aus den graphischen Darstellungen 7 - 9 und 7 - 10 in [2], Seite 463, die in der zweiten Spalte der folgenden Tabelle 2 stehenden Werte entnommen worden.

Die Werte für Wasserschichtdicken über 450 cm wurden durch Extrapolation der in Fig. 7 - 9, [2], wiedergegebenen Kurve für die thermischen Flußwerte gewonnen. Spalte 3 gibt die entsprechenden Werte bei der für den MERLIN vorgesehenen Höchstleistung von 5 MW. Daraus wurden bei Verwendung des Umrechnungsfaktors $8 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mrem/h}}{\text{n/cm}^2\text{sec}}$, die in Spalte 4 gegebenen Werte für die Dosisleistung in mrem/h bei 5 MW Reaktorleistung errechnet. Der benutzte Umrechnungsfaktor ergibt sich aus [4], Artikel 7, § 2, Seite 226 und der dortigen Tabelle im Anhang 2, Seite 234, unter der pessimistischen Annahme einer Energie von 10 keV für die thermischen Neutronen.

Für den von den thermischen Neutronen stammenden Anteil an der gesamten Dosisleistung an der Wasseroberfläche im MERLIN-Tank (578 cm abschirmendes Wasser) ergibt sich somit bei 5 MW Reaktorleistung ein Betrag von

$$1,2 \cdot 10^{-4} \text{ mrem/h.}$$

Tabelle 2

Wasserschicht- dicke in cm	Therm. Neutro- nenfluß in n/cm ² sec bei 1 W	Therm. Neutro- nenfluß in n/cm ² sec bei 5 MW	Dosisleistung d. therm. Neu- tronen in mrem/h bei 5 MW
0	1,2 · 10 ⁷	6,0 · 10 ¹³	4,8 · 10 ¹¹
50	2,5 · 10 ³	1,25 · 10 ¹⁰	1,0 · 10 ⁸
100	3,0	1,5 · 10 ⁷	1,2 · 10 ⁵
150	1,3 · 10 ⁻²	6,5 · 10 ⁴	5,2 · 10 ²
200	2,0 · 10 ⁻⁴	1,0 · 10 ³	8,0
250	2,4 · 10 ⁻⁵	1,2 · 10 ²	9,6 · 10 ⁻¹
300	5,5 · 10 ⁻⁶	2,75 · 10	2,2 · 10 ⁻¹
350	1,5 · 10 ⁻⁶	7,5	6,0 · 10 ⁻²
400	3,4 · 10 ⁻⁷	1,7	1,36 · 10 ⁻²
450	9,0 · 10 ⁻⁸	4,5 · 10 ⁻¹	3,6 · 10 ⁻³
500	2,0 · 10 ⁻⁸	1,0 · 10 ⁻¹	8,0 · 10 ⁻⁴
550	6,0 · 10 ⁻⁹	3,0 · 10 ⁻²	2,4 · 10 ⁻⁴
575	3,0 · 10 ⁻⁹	1,5 · 10 ⁻²	1,2 · 10 ⁻⁴
600	1,5 · 10 ⁻⁹	7,5 · 10 ⁻³	6,0 · 10 ⁻⁵

2.3. Gamma-Strahlung

Die Werte in der zweiten Spalte der folgenden Tabelle 3 sind der graphischen Darstellung der an der Bulk Shielding Facility gemessenen γ -Strahlen-Dosisleistung in Abhängigkeit von der Schichtdicke des abschirmenden Wassers entnommen ([2], Seite 463, Fig. 7 - 9 und Fig. 7 - 10). Spalte 3 gibt die entsprechenden Werte für eine Reaktorleistung von 5 MW in erg/g h. Da 100 erg/g h bei einem RBE-Faktor von 1 für γ -Strahlen 1000 mrem/h entsprechen, ergeben sich für die Dosisleistungen in mrem/h (Spalte 4) um eine Zehnerpotenz größere Zahlenwerte.

Tabelle 3

Wasserschicht- dicke in cm	Dosisleistung d. γ -Strahlung in erg/g h bei 1 W	Dosisleistung d. γ -Strahlung in erg/g h bei 5 MW	Dosisleistung d. γ -Strahlung in mrem/h bei 5 MW
0	$5,0 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^{10}$	$2,5 \cdot 10^{11}$
50	$1,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^9$
100	5,5	$2,75 \cdot 10^7$	$2,75 \cdot 10^8$
150	$5,0 \cdot 10^{-1}$	$2,5 \cdot 10^6$	$2,5 \cdot 10^7$
200	$6,7 \cdot 10^{-2}$	$3,35 \cdot 10^5$	$3,35 \cdot 10^6$
250	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^5$
300	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^5$
350	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$2,15 \cdot 10^3$	$2,15 \cdot 10^4$
400	$9,0 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^2$	$4,5 \cdot 10^3$
450	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^3$
500	$5,6 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10$	$2,8 \cdot 10^2$
550	$1,4 \cdot 10^{-6}$	7,0	$7,0 \cdot 10$
575	$7,0 \cdot 10^{-7}$	3,5	$3,5 \cdot 10$
600	$3,5 \cdot 10^{-7}$	1,75	$1,75 \cdot 10$

Aus Spalte 4 ist zu entnehmen, daß in der Höhe des Wasser-
spiegels im MERLIN-Tank (578 cm über dem Kern) eine γ -Strah-
len-Dosisleistung von

35 mrem/h

zu verzeichnen ist.

3. Zusammenfassung

Da an der Wasseroberfläche im MERLIN-Tank der von den schnel-
len Neutronen stammende Anteil an der Gesamtdosisleistung
weit unter $5 \cdot 10^{-1}$ mrem/h liegt und der von den thermischen
Neutronen herrührende Beitrag $1,2 \cdot 10^{-4}$ mrem/h beträgt, kön-
nen diese beiden Anteile gegenüber der durch die γ -Strahlung
verursachten Dosisleistung von 35 mrem/h vernachlässigt wer-

den. Die Gesamtdosisleistung am Wasserspiegel im Tank des MERLIN beträgt daher maximal

35 mrem/h

und rührt ausschließlich von der γ -Strahlung her.

4. Literaturverzeichnis

1. AEG-Sicherheitsbericht für den Forschungsreaktor
MERLIN,
2. Ausgabe vom 1. 5. 1959
2. ANL - 5800
Reactor Physics Constants
3. S. Glastone,
Principles of Nuclear Reactor Engineering
Macmillan u. Co. Ltd., London, 1956
4. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften
2. Jahrgang, Nr. 11, vom 20. 2. 1959.
Richtlinien zur Festlegung der Grundnormen für
den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der
Arbeitskräfte gegen die Gefahren ionisierender
Strahlungen.