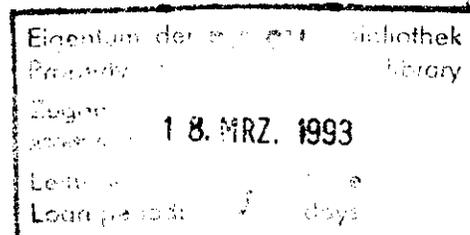


Interner Bericht

DESY D3-73

Februar 1993

Ergebnisse von  
Strahlenschutzmessungen am  
Deutschen Elektronen-Synchrotron  
DESY  
im Jahre 1992



**DESY behält sich alle Rechte für den Fall der Schutzrechtserteilung und für die wirtschaftliche Verwertung der in diesem Bericht enthaltenen Informationen vor.**

**DESY reserves all rights for commercial use of information included in this report, especially in case of filing application for or grant of patents.**

**“Die Verantwortung für den Inhalt dieses  
Internen Berichtes liegt ausschließlich beim Verfasser“**

# **Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY im Jahre 1992**

Interner Bericht  
DESY D3-73

Februar 1993

## **Inhalt:**

1. Übersicht über den Beschleunigerbetrieb
2. Personendosen
3. Ortsdosen außerhalb von Beschleunigerräumen
4. Aktivierungen in Beschleunigerräumen
5. Überwachung von Luft und Wasser

## **Results of Radiation Protection Measurements in 1992 at Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**

### **Contents:**

1. Schedule of the accelerators
2. Personal doses
3. Results of site surveys
4. Activated materials in accelerator rooms
5. Control of released air and water.

## 1. Übersicht über den Beschleunigerbetrieb

Der Beschleunigerbetrieb wurde Anfang April aufgenommen. Im Speicherring HERA wurden Protonen bei 820 GeV und Elektronen bei 28 GeV gespeichert in der Zeit 11.5. – 2.8. und 24.8. – 15.11.

Der Betrieb der Elektronenbeschleuniger umfaßte ferner die Versorgung von DORIS mit Elektronen und Positronen von 5,2 GeV für ARGUS vom 1.6. bis 4.10. sowie mit Elektronen (4,5 GeV) für HASYLAB vom 30.3. bis 30.5. und 5.10. bis 7.12.

Zur besseren Beurteilung der gemessenen Dosiswerte sind in Tab. 1 die ungefähren Betriebszeiten der Beschleuniger einschließlich kurzer Unterbrechungen aufgeführt.

Tab.1

Beschleuniger	Betriebszeit (d)
Linac 2 $e^\pm$	209
DESY 2	203
DORIS $e^-$	81
DORIS $e^\pm$	69
PETRA $e^-$	135
HERA $e^-$	124
Linac 3	132
DESY 3	132
PETRA p	126
HERA p	122

## 2. Personendosen

Die Messung von Personendosen mittels Filmdosimeter ist vorgeschrieben für diejenigen Mitarbeiter, die Kontrollbereiche betreten oder mit radioaktiven Stoffen umgehen. Die meisten Kontrollbereiche bei DESY werden erzeugt durch Restaktivität nach Abschalten von Beschleunigern. Für diese Kontrollbereiche sowie für sonstigen Umgang mit radioaktiven Stoffen werden Filme ausgegeben, die die Dosis durch  $\gamma$ -Strahlung messen; sie werden von der staatlichen Meßstelle in Hamburg-Altona ausgewertet. Einige Kontrollbereiche wurden eingerichtet auf Grund von erhöhten Neutronendosen während des Betriebs der Beschleuniger. Hierfür werden Kernspurfilm ausgegeben, die wir vom CERN erhalten und die auch dort ausgewertet werden.

Es wurden im Mittel pro Monat 965 DESY-Angehörige und langfristig bei DESY arbeitende Gäste regelmäßig mit Filmdosimetern überwacht, dazu kommen 58 Angehörige des EMBL, MPI und von Fremdfirmen. Meßbare Monatsdosen  $\geq 0,2$  mSv wurden nur bei 91 Personen

festgestellt; die Jahresdosen liegen bei 89 Personen unter 1 mSv, bei 2 Personen liegt die Jahresdosis zwischen 1 und 3 mSv. Die maximal zulässige Jahresdosis beträgt für beruflich strahlenexponierte Personen 50 mSv; von diesem Grenzwert sind wir also im Jahr 1992 hinreichend weit entfernt. Die Gesamt- $\gamma$ -dosis der Belegschaft, definiert als Summe der festgestellten  $\gamma$ -Monatsdosen  $\geq 0,2$  mSv, beträgt 38 mSv, die Gesamtneutronendosis 7 mSv.

Es wurden außerdem für kürzere Zeit 1788 Gäste (Angehörige anderer Institute oder von Fremdfirmen) mit Filmdosimetern ausgestattet. In 25 Fällen waren die Dosen  $\geq 0,2$  mSv, 3 Personen erhielten Dosen zwischen 0,4 und 0,6 mSv, die übrigen 0,2 mSv.

50 Mitarbeiter und Angehörige des MPI und des 2. Physikalischen Instituts erhalten auf Wunsch Fingerringe mit 2 Thermolumineszenz-Dosimetern zur Messung der  $\beta$ - und der  $\gamma$ -Handdosis. Alle Meßwerte lagen unter 1,1 mSv pro Jahr. Die maximal zulässige Handdosis beträgt 500 mSv/a.

Die Daten werden gemäß den gesetzlichen Bestimmungen 30 Jahre lang bei D3 aufbewahrt.

### 3. Ortsdosen außerhalb von Beschleunigerräumen

Die Ortsdosis in zugänglichen Bereichen wird ausschließlich mit integrierenden Festkörperdosimetern gemessen, im Gegensatz zu früheren Jahren, in denen auch die Meßergebnisse von Ionisationskammern und von Neutronendetektoren mit Zählrohren herangezogen wurden. Die Gründe hierfür sind folgende:

- 1.) An Protonenbeschleunigern spielen die Neutronendosen eine dominierende Rolle, der Hauptbeitrag rührt von Neutronen mit Energien oberhalb von 20 MeV her und liegt damit außerhalb des Meßbereichs kommerzieller Neutronenzähler. Wir verwenden Thermolumineszenzdetektoren mit geeigneten Moderatoren sowie Spaltfragmentdetektoren, die es gestatten, die Dosis bei allen auftretenden Energien zu bestimmen.
- 2.) Die Zeitstruktur des Strahlungsfeldes ist bei unseren Protonenbeschleunigern viel ungünstiger als an den Elektronenbeschleunigern. So beträgt z. B. beim Einschub von Protonen in PETRA die Dauer des Strahlungspulses 1  $\mu$ s, und der Pulsabstand ist minimal 4 s, so daß quantitative Messungen mit Ionisationskammern und Zählrohren nicht möglich sind. Festkörperdosimeter dagegen sind von der Zeitstruktur des Feldes unabhängig.

Wir haben zunächst an einigen Stellen mit relativ aufwendigen Meßverfahren das Neutronenspektrum und damit die Dosis bestimmt. Mit diesen Ergebnissen wurden einfache und in großer Stückzahl vorhandene Festkörperdetektoren kalibriert, so daß wir auf einfache Weise die gesamte Neutronendosis und zusätzlich die Dosis durch  $\gamma$ -Strahlung erhalten.

Den offensichtlichen Nachteil der Verwendung von Festkörperdosimetern als "off line"-Messung, daß nämlich die Information erst a posteriori vorliegt, kompensieren wir durch eine verbesserte Datenverarbeitung unserer ortsfesten Meßanlage (bestückt mit Neutronenzählern und photoneneempfindlichen argongefüllten Ionisationskammern), die wir als Monitor verwenden. Ihre Ergebnisse werden täglich automatisch ausgedruckt, um Änderungen in der Entwicklung der Dosis schnell -wenn auch nur qualitativ- zu erkennen und evtl. Maßnahmen

zu treffen (z. B. Verbesserung der Abschirmung, verbesserte Aufstellung von Detektoren, Einrichtung von Kontrollbereichen).

Die mit den Festkörperdosimetern gemessenen Neutronen- und  $\gamma$ -Jahresdosen sind in der Tab. 2 aufgeführt. Sie enthält nicht den natürlichen Untergrund. Die Tabelle zeigt, daß die Einteilung der Gebiete in Kontrollbereiche und Überwachungsbereiche gerechtfertigt ist. (Kontrollbereiche sind solche, in denen Personen bei 40-stündigem Aufenthalt pro Woche eine höhere Dosis als 15 mSv im Kalenderjahr erhalten können; sind die Dosen geringer, bezeichnen wir das Gebiet als Überwachungsbereich). Zu beachten ist, daß in allen Gebieten die Detektoren an Stellen aufgestellt wurden, an denen die höchsten Dosen zu erwarten sind, auch wenn die tatsächliche Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Personen dort klein ist. Die Jahresdosen an Arbeitsplätzen sind daher erheblich kleiner als die Tabellenwerte.

In der PETRA-Halle Südost wurden die höchsten Ortsdosen gemessen. Daher wird hier bis zum Beginn der Betriebsperiode 1993 die Abschirmung verstärkt; ein kleiner Teil der Halle wird durch einen Drahtzaun abgesperrt und der Zugang nur bei abgeschalteter Protoneninjektion gestattet. Der oberirdische Anbau (sog. Gashauss) wird künftig Kontrollbereich.

An den 10 Meßstationen an der Geländegrenze konnten praktisch keine Dosen oberhalb des natürlichen Untergrunds festgestellt werden mit Ausnahme der Meßstelle nahe der PETRA-Halle Südost an der Grenze zum Industriegebiet, wo 0,45 mSv pro Jahr gemessen wurde.

#### **4. Aktivierungen in Beschleunigerräumen**

Am Ende einer Betriebsperiode messen wir mit einem tragbaren Datenerfassungsgerät die Dosisleistung durch Restaktivität entlang des Beschleunigers im Abstand zum Vakuumrohr von 30 bis 40 cm (Arbeitsabstand). Die Messung wird erst mehrere Stunden nach Betriebsende durchgeführt, so daß kurzlebige Aktivitäten nicht erfaßt werden. Eine Liste mit den Ergebnissen wird im Kontrollraum aufgehängt.

Zur Charakterisierung der erfaßten Restaktivität geben wir in Tabelle 3 die Anzahl der Meßstellen und die durchschnittliche Dosisleistung von 10 Meßstellen mit der höchsten Aktivität an; die Dosisleistungen der übrigen Meßstellen sind also kleiner -die meisten erheblich kleiner- als die in der letzten Spalte aufgeführte Zahlen. Im Falle des Linac 2 ist in dieser Spalte zusätzlich die hohe Dosisleistung am Konverter (ohne die zusätzliche Bleiabschirmung) vorangestellt.

**Tab. 3**

Beschleuniger	Zahl der Meßstellen	Dosisleistung ( $\mu\text{Sv/h}$ ) an 10 Meßstellen mit stärkster Aktivität
Linac 1, DESY 2	70	60 ... 8
Linac 2, PIA	31	2000; 300 ... 20
Linac 3, DESY 3	61	500 ... 30
PETRA	241	90 ... 2
HERA	300	0,4 ... 0,1

Die Tabelle zeigt insbesondere, daß die Restaktivität im HERA-Tunnel noch bedeutungslos ist. (Eine erhöhte Dosisleistung von  $10 \mu\text{Sv/h}$  an einer Stelle wurde auf eine falsche eingebaute Meßeinrichtung zurückgeführt).

Am DORIS ist im Arbeitsabstand eine Dosisleistung nur in den Injektionszonen zu messen, sie lag bei  $30 \mu\text{Sv/h}$ .

Zur Überwachung von staubförmigen Kontaminationen werden gelegentlich im Tunnel von Linac 2, Synchrotron und PETRA an Stellen höherer Restaktivität Wischproben genommen und in einer sehr empfindlichen Apparatur ausgemessen. Fast alle Kontaminationen lagen unter der Nachweisgrenze von  $0,01 \text{ Bq/cm}^2$ . Meßbare Werte findet man am Linac 2, sie liegen zwischen  $0,02$  und  $0,2 \text{ Bq/cm}^2$ , am Konverter bei  $2 \text{ Bq/cm}^2$ . Geringe Kontaminationswerte ( $0,02$  bis  $0,3 \text{ Bq/cm}^2$ ) ergeben sich am DESY 2, einmal fanden wir  $2 \text{ Bq/cm}^2$ . Der Grenzwert für eine zulässige Kontamination von Arbeitsplätzen in Kontrollbereichen ist  $50 \text{ Bq/cm}^2$ .

### 5. Überwachung von Luft und Wasser

Die  $\beta$ -Aktivitätskonzentration der umgewälzten Synchrotron-Luft wird kontinuierlich gemessen, da sich Personen im Vermessungsgeschoß aufhalten können, und die Luft teilweise mit den 8 Ablüftern ausgeblasen wird. Ferner wird die aus dem Linac 2 abgeblasene Luft überwacht.

Die Aktivitätskonzentration im Zentrum des Synchrotrons betrug im Jahresmittel  $0,003 \text{ Bq/cm}^3$ . Dies ergibt eine Dosisleistung von ca.  $0,3 \mu\text{Sv/h}$  (wobei wegen der geringen Abmessungen der Räume nur die  $\beta$ -Strahlung berücksichtigt ist). Kurzfristig stieg die Konzentration zu höheren Werten an, war jedoch zu keiner Zeit größer als  $0,1 \text{ Bq/cm}^3$ .

Die Konzentration der kurzlebigen  $\beta$ -Strahler ( $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{41}\text{Ar}$ ) in der abgeblasenen Luft des Linac 2 betrug im Jahresmittel  $0,03 \text{ Bq/cm}^3$ . Sie war zu keiner Zeit größer als  $0,4 \text{ Bq/cm}^3$ . Aus dem Mittelwert kann man unter Berücksichtigung der in Hamburg vorkommenden Wetterlagen eine Submersionsdosis von etwa  $9 \mu\text{Sv/a}$  an der Geländegrenze abschätzen, damit liegt dieser Wert sicher unter dem zulässigen Wert von  $300 \mu\text{Sv/a}$ .

Die insgesamt vom Synchrotron und vom Linac 2 in Luft abgegebene Aktivität betrug ca. 3,9 TBq.

Das zur Versickerung gelangende Wasser von Kühltürmen wird im Hauptpumpwerk kontinuierlich untersucht, obwohl hier eine vom Beschleunigerbetrieb herrührende Aktivität nur festgestellt werden kann, wenn das eigentliche Kühlwasser z.B. durch ein Leck im Wärmetauscher austreten würde. Infolgedessen mißt die NaJ-Szintillationssonde ausschließlich den Untergrund, der  $100 \text{ min}^{-1}$  beträgt. Dieser Wert ist relativ hoch und ist bedingt durch den tief im Erdboden liegenden Betonschacht. Die Folge ist, daß diese kontinuierliche Messung recht unempfindlich ist; der Untergrund entspricht einer Konzentration von  $3,7 \text{ Bq}/\ell$ . Diesem Untergrund sind gelegentlich kleine Spitzen (maximal ca.  $1100 \text{ min}^{-1}$ , Dauer 1 bis 20 Stunden) überlagert, die meistens zeitlich mit Niederschlägen zusammenfallen und auf die Aktivität im Regen zurückzuführen sind.

Wesentlich empfindlicher sind die diskontinuierlichen Messungen der Konzentration der  $\beta$ -Strahler mittels des Eindampfverfahrens. Sie werden monatlich mit Wasser aus dem Hauptpumpwerk durchgeführt. 1-2 Stunden nach der Entnahme erhalten wir durchschnittliche Konzentrationswerte von  $0,2-0,7 \text{ Bq}/\ell$ . Hier handelt es sich um kurzlebige Nuklide aus den natürlichen Zerfallsreihen; auch im Grundwasser haben wir diese Konzentration gemessen, im Regenwasser sogar bis zum 1000-fachen dieses Wertes (verursacht durch Auswaschen von Radon). Nach einer Wartezeit von 24 Stunden sind alle diese Werte auf die Nachweisgrenze von ca.  $100 \text{ mBq}/\ell$  abgesunken.

Zusammenfassend ergibt sich also, daß durch das Ablaufwasser keine künstliche Aktivität in den Boden gelangt ist.

Eine sehr geringe Aktivitätsmenge wird an das Schmutzwassersiel abgegeben, wenn die Füllungen in den Ionenaustauschern der Kühlkreisläufe regeneriert werden. Vor dem Einleiten des entstehenden Regenerats wird die  $\beta$ -Aktivitätskonzentration bestimmt, im Mittel erhalten wir  $13 \text{ Bq}/\ell$ . Die damit im Jahr abgegebene Aktivitätsmenge beträgt  $0,5 \text{ MBq}$ . Da das zwischen zwei Regeneriervorgängen deionisierte Volumen des Wassers im geschlossenen Kühlkreislauf bekannt ist, kann aus der Aktivität des Regenerats die Aktivitätskonzentration langlebiger Isotope im Wasser des Kreislaufs berechnet werden. Es ergeben sich im Mittel für alle Kreisläufe Werte von ca.  $0,004 \text{ Bq}/\ell$ . Sie sind nicht höher als in natürlichen Gewässern, so daß bei etwaigen Leckagen keine besonderen Vorkehrungen getroffen zu werden brauchen.

**Tab. 2a**

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
<b>Linac 3</b>			
105	Kabeldurchführung, links, 44 m <sup>1)</sup>	2,0	0,42
108	Interlocktür rechts, 5 m	<0,30	<0,16
109	Interlocktür rechts, 45 m	1,0	0,19
110	Auf der Abschirmung (Sp)	1,0	0,45
<b>Synchrotron</b>			
1	Zentrum, am Vermessungspfeiler (K)	5,9	1,2
2	Radialkanal 4, Interlocktür (K)	5,0	1,2
3	Radialkanal 6, Interlocktür (K)	2,9	0,45
4	Radialkanal 8, Interlocktür (K)	4,8	1,3
5	SER, nahe Abschirmung zum Synchrotron (K)	6,1	0,58
6	Radialkanal 7, Interlocktür (K)	1,8	0,32
11	Linac 1, Pumpenkeller, nahe Flurtür (K)	2,4	0,20
12	Linac 1, Laborraum, am Labortisch (K)	4,1	0,73
<b>Halle 1</b>			
101	Kranluke (K)	3,0	1,4
102	Aussen, Ostseite am Drahtzaun (K)	38	6,1
103	Innen, Galerie, Ostseite (K)	5,7	0,72
104	Zwickel Linac 3-Synchrotron Abschirmung (K)	4,4	0,93
<b>Halle 2</b>			
151	Strahl 22, in der Meßhütte	0,80	0,45
152	Strahl 24, in der Meßhütte	0,67	<0,16
153	Kranluke (K)	6,7	0,68
154	Kragdecke Südseite, auf einem Schrank (K)	28	3,8
155	Auf der Abschirmung Teststr. 21/22, Synchr.-Seite	9,1	1,3
156	Auf der Abschirmung Teststr. 22/24, Synchr.-Seite	5,4	0,38
157	Südseite der Halle 2, außen	5,3	0,82
158	Gleichrichterhaus zwischen Halle 1 und Halle 2	1,0	0,83
159	Kondensatorgarten, links, Weg zum HKR (ab 24.9.92)	7,4	1,2

(Sp) = Sperrbereich      (K) = Kontrollbereich

<sup>1)</sup> Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der H<sup>-</sup>-Quelle an gerechnet.

Tab. 2b

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
	<b>Bunker 1</b>		
50	Interlocktür zum Tunnel	<0,30	0,36
	<b>Bunker 2</b>		
60	An der Abschirmung zum Synchrotron (K)	7,5	1,5
61	Nahe zusätzlicher Abschirmmauer (K)	0,63	<0,16
	<b>PETRA Halle Süd-Ost <sup>2)</sup></b>		
800	Übergang, Brüstung (K)	46	6,6
801	Innen rechts, Interlocktür <sup>1)</sup> (K)	3,9	0,18
802	Innen links, im Elektronikschrank (K)	42	6,5
803	Innen links, Wand zum P-Weg (K)	190	27
804	Aussen, unter der Treppe (K)	110	12
805	Aussen rechts, 1 m vor der Abschirmung (ab 10.6.92) (K)	5,8	0,27
806	Innen Mitte, an einem gelben Gitter (ab 17.6.92) (K)	9,1	0,92
807	Im Gashaus, rechts unten, Fußboden	18	2,2
	<b>Warenannahme</b>		
810	Im Keller, nahe Tunnel	0,75	<0,15
	<b>PETRA Halle Süd-West</b>		
820	Übergang, Brüstung	1,0	0,23
821	Innen links, Interlocktür	1,2	<0,15
	<b>PETRA Halle West</b>		
830	Übergang, Brüstung	<0,57	1,1
831	Innen, Interlocktür	<0,57	<0,15
832	Aussen Mitte, Tunnelwand	<0,51	<0,15

(K) = Kontrollbereich

<sup>1)</sup> Anmerkung: Die Bezeichnungen "innen" und "außen" bedeuten "innerhalb des Ringes" und "außerhalb des Ringes"; "rechts" und "links" sind gesehen vom Beschleuniger-Mittelpunkt.

<sup>2)</sup> Siehe auch Text

Tab. 2c

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
	<b>PETRA Halle Nord-West</b>		
840	Übergang, Brüstung	1,1	0,27
841	Innen links, Interlocktür <sup>1)</sup>	1,1	<0,15
	<b>PETRA Hallen Nord</b>		
860	Nord links, Interlocktür PR-Weg	<0,43	<0,15
861	Nord links, nahe Eingangstür rechts, Fußboden	<0,60	<0,15
870	Nord rechts, rechts am Gitter	<0,65	<0,15
	<b>PETRA Halle Nord-Ost</b>		
880	Übergang, Brüstung	5,3	1,0
881	Innen Mitte, am Aufgang	3,9	0,35
882	Aussen Mitte, Tunnelwand	1,7	<0,15
	<b>PETRA Halle Ost</b>		
890	Übergang, Brüstung	4,7	0,65
891	Innen Mitte, an der Treppe vor der Interlocktür	3,5	0,22
892	Aussen Mitte, Tunnelwand	2,2	0,16
893	Innen rechts, Abschirmmauer	1,6	<0,15
894	Gästehaus 15 A, außen	<0,42	<0,15
	<b>Werkstatt -G11- auf dem PETRA-Tunnel</b>		
895	Auf Beton-Abschirmung des Fußbodens, rechts	21	4,8
896	Auf Beton-Abschirmung des Fußbodens, links	6,3	0,86
897	Raummitte, 2 m neben Beton-Abschirmung	1,3	<0,15
898	Raum rechts, 1 m neben Beton-Abschirmung	1,5	0,32

<sup>1)</sup> Anmerkung: Die Bezeichnungen "innen" und "außen" bedeuten "innerhalb des Ringes" und "außerhalb des Ringes"; "rechts" und "links" sind gesehen vom Beschleuniger-Mittelpunkt.

**Tab. 2d**

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
<b>HERA Halle West</b>			
911	Innen, 1. Galerie, links am seitr. Gitter <sup>1)</sup>	<0,40	<0,13
902	Außen, Erdgeschoß Mitte, am Gitter	<0,40	<0,13
914	Außen, 1. Galerie links, Interlocktür	<0,60	<0,13
916	Außen, 1. Galerie, rechts am Gitter	<0,60	<0,13
924	Laser-Betriebsraum Nr. 301	<0,30	0,42
<b>HERA Halle Nord</b>			
925	Mitte, Erdgeschoß, Durchgang	<0,25	<0,13
927	Außen, Erdgeschoß, Kryotopf, am Gerüst	0,50	<0,13
930	Außen, 1. Galerie, links an der Wand	<0,35	<0,13
932	Außen, 1. Galerie, rechts an der Wand	<0,34	<0,13
945	Außen, Detektorgalerie, linke Ecke	0,60	<0,13
946	Außen, Detektorgalerie, rechte Ecke	<0,27	<0,13
948	Außen, 3. Galerie, an der Hallenwand		0,19
928	Innen, Erdg. Exp.Hütte, innen rechts	<0,60	0,63
929	Innen, Erdg. Exp.Hütte, innen links	<0,42	<0,13
931	Innen, Hüttendach, Geländermite	<0,36	<0,13
941	Innen, Detektorgalerie, linke Ecke	<0,50	0,35
942	Innen, Detektorgalerie, rechte Ecke	<0,36	0,22
943	Mitte, Detektorgalerie, unterm Rohr	<0,30	0,26
944	Mitte, Detektorgalerie, beim Ventil	<0,26	<0,13
949	Sondermessung, auf einem Spalt		0,24
<b>HERA Halle Ost</b>			
950	Innen, 1. Galerie, rechts Interlocktür	<0,42	<0,13
951	Innen, 1. Galerie, links, am Gitter	<0,41	<0,13
954	Mitte, Durchgang unter Strahl	0,75	<0,13

<sup>1)</sup> Anmerkung: Die Bezeichnungen "innen" und "außen" bedeuten "innerhalb des Ringes" und "außerhalb des Ringes"; "rechts" und "links" sind gesehen vom Beschleuniger-Mittelpunkt.

Tab. 2e

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
	<b>HERA Halle Süd</b>		
975	Innen, Erdg. rechts Träger, ZEUS-Joch <sup>1)</sup>	0,69	<0,13
978	Innen, 1. Galerie links, Wand in der Hütte	<0,28	<0,13
980	Innen, Rucksack, mittl. Etage, unter der Decke	<0,36	<0,13
981	Innen, Rucksack, obere Etage, links	<0,28	<0,13
982	Innen, Rucksack, obere Etage, rechts	<0,42	<0,13
985	Innen, ZEUS-Balkon links	<0,32	<0,13
986	Innen, ZEUS-Balkon rechts	<0,33	<0,13
988	Mitte, Durchgang	<0,27	<0,13
990	Außen, Erdgeschoß, links am Geländer	<0,28	<0,13
991	Außen, Erdgeschoß, rechts am Geländer	<0,26	<0,13
992	Außen, Erdgeschoß, 1. Galerie, rechtes Gitter	<0,45	<0,13
995	Außen, ZEUS-Balkon links	<0,31	<0,13
996	Außen, ZEUS-Balkon rechts	<0,29	<0,13

<sup>1)</sup> Anmerkung: Die Bezeichnungen "innen" und "außen" bedeuten "innerhalb des Ringes" und "außerhalb des Ringes"; "rechts" und "links" sind gesehen vom Beschleuniger-Mittelpunkt.

Tab. 2f

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
<b>Linac 2</b>			
21	Modulatorhalle, nahe Klystron 12 (K)		0,22
22	Modulatorhalle, Wand zum Converter (K)		1,4
23	Modulatorhalle, Wand zur Werkstatt (K)		4,5
25	Außen, Stützmauer am Querkanal		0,80
<b>DORIS</b>			
301	Neben Tor Süd		0,62
302	Hallenmitte, Wand zur Versorgungshalle		<0,16
303	Krankanzel (K)		<0,16
304	HF-Keller 3, Gitter neben der Interlocktür (K)		9,4
305	HF-Keller 3, vor den Kabeldurchführungen (K)		0,32
306	HF-Keller 4, vor den Kabeldurchführungen (K)		0,55
307	ARGUS-Hütte, Wand zum Detektor		0,21
308	HF-Keller 1, unter der 1. abgeschirmten Deckenöffnung (K)		0,52
309	HF-Keller 1, unter der 2. abgeschirmten Deckenöffnung (K)	1,0	0,53
310	HF-Keller 1, Kabeldurchführung nach außen rechts (K)		1,15
311	HF-Keller 2, unter der 1. abgeschirmten Deckenöffnung (K)	1,20	0,40
312	HF-Keller 2, unter der 2. abgeschirmten Deckenöffnung (K)		2,6
313	HF-Keller 2, Kabeldurchführung nach außen (K)		1,6
315	Querkanal, Richtg. Roter Kanal, an der Blechwand		0,13
<b>HASYLAB</b>			
340	Strahl W, links, 13 m, am Gestell der Hüttenabdeckung, oben <sup>1)</sup>		<0,16
341	Strahl W, links, 15 m, am Gestell links neben dem Strahlrohr, oben		<0,16
342	Strahl W, links, 25 m, an der Gebietsabschirmung		<0,16
343	Strahl W, Strahlende, über Strahlniveau	<0,1	<0,16
344	Strahl A, rechts, 15 m, an der Gebietsabschirmung		<0,16
345	Strahl A, rechts, 25 m, am Strahlende		<0,16

(K) = Kontrollbereich

<sup>1)</sup> Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

**Tab. 2g**

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
	<b>HASYLAB (Fortsetzung)</b>		
350	Strahl B1, links, 10 m, an der Gebietsabschirmung <sup>1)</sup>		<0,16
351	Strahl B1, links 20 m, an der Gebietsabschirmung		<0,16
352	Strahl B1, rechts, 10 m, an der Gebietsabschirmung		<0,16
353	Strahl B2, rechts, 18 m, am Strahlende, Schrank	<0,1	<0,16
354	Strahl B2, rechts 9 m, oben Exp.Bühne, rechts am Tisch		<0,16
355	Strahl C, rechts, 25 m, am Strahlende		<0,16
360	Strahl D, links 1 m, an der Interlocktür		0,57
361	Strahl D, links, 12 m, am Geländer der Zwischenplattform		<0,16
362	Strahl D, links, 12 m, am Geländer der oberen Plattform		<0,16
363	Strahl D, links, 16 m, am Drahtzaun unter der blauen Plattform		<0,16
364	Strahl D, rechts, 6 m, an der Gebietsabschirmung		0,22
365	Strahl D, rechts, 20 m, an der Interlocktür		0,28
370	Fächer E/F, links, 6 m, am Drahtzaun		0,79
371	Fächer E/F, links, 16 m, am Drahtzaun		<0,16
372	Fächer E/F, rechts, 6 m, am T-Träger der oberen Plattform		<0,16
373	Fächer E/F, rechts, 16 m, neben der Interlocktür		<0,16
374	Fächer E/F, oben, 7 m, am 1. grünen Gestell		<0,16
375	Fächer E/F, oben, 10 m, am 2. grünen Gestell		<0,16
376	Fächer E/F, rechts, 32 m, am Strahlende		<0,16
380	Strahl G, links, 0 m, an der DORIS-Abschirmwand		0,37
381	Strahl G, links, 5 m, an der Interlocktür		0,64
384	Strahl I, rechts, 3 m, an der Scheibe der Meßhütte		0,33
385	Strahl I, rechts, 2 m, an der Spiegelkammer in Strahlhöhe		<0,16
386	Strahl C, oben, 5 m, am Geländer rechts neben der Hallenwarthütte		0,25

<sup>1)</sup> Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

**Tab. 2h**

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
	<b>HASYLAB (Fortsetzung)</b>		
387	BW1, am Geländer oben (seitlich)		0,40
388	BW1, Abschirmmauer Strahlhöhe		0,53
389	BW1, Abschirmmauer (seitlich) 25 cm unter Strahlhöhe		0,78
391	BW1, am Geländer über der Abschirmung		0,38
392	BW1, Abschirmung, Strahlhöhe		1,40
393	BW1, neben der Interlocktür		0,60
394	BW1, am Pfeiler vor der Interlocktür		0,35
396	BW1, am Fenster, Raum 110		0,45
397	BW2, am Ende der Abschirmung		0,49
398	BW3, an der Abschirmung		0,34
399	BW4, am Pfeiler neben dem Gebiet		0,50
406	BW4, links 1 m, an der Interlocktür <sup>1)</sup>		0,15
407	BW4, links 16 m, an der Abschirmwand		<0,08
408	BW4, links 18 m, am Strahlende		<0,08
410	BW5, Strahldurchführung DORIS-BW5		0,53
415	BW6, 4 m, an der Abschirmwand		0,08
420	BW7, Strahldurchführung DORIS-BW7		<0,09
424	Strahl NG3-K, rechts an der Interlocktür		2,0
425	An der Wand zwischen Strahl K und L	0,52	1,95
426	Strahl HG1-K, links, 4 m, an der Abschirmwand		0,16
428	Strahl HG1-K, links, 7 m, an der Interlocktür		1,9
429	Strahl NG2-K, links, 10 m, an der Abschirmwand		0,17
430	An der Wand im Bereich HG1-L	0,36	0,18
450	MHF-Labor, Q3 außen, auf dem Rohrdurchbruch, rechts		0,18
451	MHF-Labor, Q3, außen, auf dem Rohrdurchbruch, links		0,47

<sup>1)</sup> *Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.*

Tab. 2i

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	$\gamma$ -Strahlg.
	<b>HARWI-Halle</b>		
320	Links, Strahlhöhe, 0 m, in der Halle, an der Wand zum Roten Kanal <sup>1)</sup>		<0,37
321	Links, Strahlhöhe, 3 m, an der Bleiabschirmung vom Gebiet A		<0,31
322	Rechts, Strahlhöhe, 3 m, an der Bleiabschirmung vom Gebiet A		<0,27
323	Rechts, Strahlhöhe, 0 m, an der Wand der Halle zum Roten Kanal		<0,75
324	Rechts, Strahlhöhe, 0 m, außerhalb der Halle an der Wand zum Roten Kanal		1,14
	<b>Meßhütte X-Strahl</b>		
330	Im Arbeitsraum, am Fenster		<0,16
331	Im Meßraum am Pfeiler neben der Tür		<0,16
	<b>Grüner Meßcontainer</b>		
335	Auf der Abschirmung der Strahldurchführung		<0,16
336	Am neuen Meßrohr		<0,16
	<b>Geländegrenze</b>		
511	Am Zaun nahe Bauhof	0,45	<0,20
521	Eingang Notkestieg	<0,26	<0,20
522	Gästehaus 1	<0,27	<0,20
531	Bei der Halle Süd-West	<0,25	<0,20
541	Geländegrenze, nahe PETRA-Halle West	<0,24	<0,20
551	Halle Nord-West, zur Tennishalle	<0,25	<0,20
552	Halle Nord-West, zum Blomkamp	<0,26	<0,20
562	Halle Nord, auf dem Wall	<0,25	<0,20
571	Halle Nord-Ost, am Zaun	<0,27	<0,20
580	2. Institut, an einem Verkehrsschild	<0,32	<0,20
581	Zwischen Zyklotron und 2. Institut	0,62	<0,20
582	Eingang Luruper Chaussee	<0,29	<0,20
595	HERA, über Tunnel, Zaun am Schwimmbad	<0,30	<0,20
596	HERA, über Tunnel, am Parkplatz	<0,25	<0,20
597	HERA, über Tunnel, Hellgrundweg	<0,26	<0,20

<sup>1)</sup> Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

