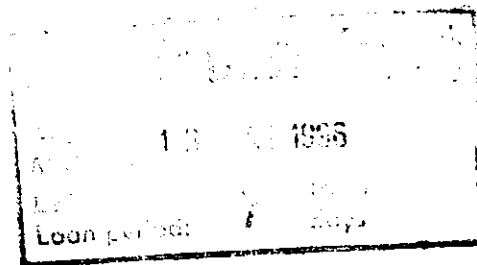


Interner Bericht
DESY D3-83
März 1996

Ergebnisse von
Strahlenschutzmessungen am
Deutschen Elektronen-Synchrotron
DESY
im Jahre 1995



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 1995

Interner Bericht
DESY D3-83

März 1996

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 1995 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

Die Beschleuniger wurden von März bis zum 18. Dezember betrieben. Im Speicherring HERA wurden Protonen bei 820 GeV und Positronen bei 26 GeV gespeichert in der Zeit 3.4 – 26.11. Die gespeicherte Protonenladung betrug 132 Ah und die gespeicherte Elektronenladung 33,5 Ah. Der Betrieb der Elektronenbeschleuniger umfaßte ferner die Versorgung von DORIS mit Positronen von 4,5 GeV für HASYLAB bis 18.12.

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

Tab.1

Beschleuniger	Betriebszeit (d)
DESY 2	252
DORIS	177
PETRA e	123
PETRA e HASYLAB6	27
HERA e	176
DESY 3	252
PETRA p	98
HERA p	165

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 γ -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 zusätzlich Kernspurfilme ausgegeben, die wir vom CERN erhalten und die auch dort ausgewertet werden.

Es wurden im Mittel pro Meßperiode (2 Monate) 1131 DESY-Angehörige und langfristig bei DESY arbeitende Gäste regelmäßig mit Filmdosimetern überwacht, dazu kommen 64 Angehörige des EMBL und vom MPI. Meßbare Monatsdosen $\geq 0,2$ mSv wurden nur bei 87 Personen festgestellt; die Jahresdosen liegen bei 78 Personen unter 1 mSv, bei 9 Personen liegt die Jahresdosis zwischen 1 und 2 mSv. Die maximal zulässige Jahresdosis beträgt für beruflich strahlenexponierte Personen 50 mSv; von diesem Grenzwert sind wir also im Jahr 1995 hinreichend weit entfernt. Die Gesamt- γ -dosis der Belegschaft, definiert als Summe der festgestellten γ -Monatsdosen $\geq 0,2$ mSv, beträgt 30 mSv, die Gesamtneutronendosis 14 mSv.

Es wurden außerdem für kürzere Zeit 3003 Gäste (Angehörige anderer Institute oder von Fremdfirmen) mit Filmdosimetern ausgestattet. In 9 Fällen waren die Dosen $\geq 0,2$ mSv, lagen aber unter 2 mSv.

20 Mitarbeiter und Angehörige des MPI und des 2. Physikalischen Instituts erhalten auf Wunsch Fingerringe mit 2 Thermolumineszenz-Dosimetern zur Messung der β - und der γ -Handdosis. Alle Meßwerte lagen unter 1,3 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 μ 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 γ -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 photonempfindlichen argongefüllten Ionisationskammern), die wir als Monitor verwenden. Ihre Ergebnisse können täglich ausgedruckt werden, 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 γ -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.

An 11 Meßstationen an der Geländegrenze und oberhalb des HERA-Tunnels im Volkspark konnten keine Dosen oberhalb von 150 $\mu\text{Sv/a}$ festgestellt werden; die Meßstelle nahe der PETRA-Halle Südost an der Grenze zum Industriegebiet, ergab 530 μSv .

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.

Tab. 3

Beschleuniger	Zahl der Meßstellen	Datum der Messung	Dosisleistung ($\mu\text{Sv/h}$) an 10 Meßstellen mit stärkster Aktivität	
DESY 2	60	18.12.95	110	... 20
Linac 2, PIA	30	19.12.95	Konverter sonst	9000 400 ... 35
Linac 3, DESY 3	60	18.12.95	710	... 85
PETRA	180	18.12.95	380	... 10
HERA	300	18.12.95	Absorber sonst	22 3 ... 0,7

Im HERA-Tunnel findet man eine merkliche Restaktivität nur in der Nähe des p-Absorbers und am p-Einschuß; an allen übrigen Meßstellen liegt die Dosisleistung unter 0,2 $\mu\text{Sv/h}$.

Am DORIS ist im Arbeitsabstand eine Dosisleistung nur in der Injektionszone zu messen, sie lag bei $5 \mu\text{Sv/h}$.

Zur Überwachung von staubförmigen Kontaminationen werden am Ende einer Betriebsperiode in den Beschleunigerräumen an Stellen höherer Restaktivität Wischproben genommen und in einer sehr empfindlichen Apparatur ausgemessen. Fast alle Kontaminationen lagen unter der Nachweisgrenze von $0,01 \text{ Bq/cm}^2$. Geringe Kontaminationswerte ergeben sich am DESY 3 ($0,02$ bis $0,14 \text{ Bq/cm}^2$) und am Linac 2 ($0,02$ bis $0,9 \text{ Bq/cm}^2$). Der Grenzwert für eine zulässige Kontamination von Arbeitsplätzen in Kontrollbereichen ist 50 Bq/cm^2 .

5. Überwachung von Luft und Wasser

Die β -Aktivitätskonzentration der umgewälzten Synchrotron-Luft wird kontinuierlich gemessen, da sich Personen im Vermessungsgeschoß aufhalten können. Die mittlere Konzentration im Zentrum des Synchrotrons betrug während des Betriebes $0,005 \text{ Bq/cm}^3$. Dies ergibt eine Dosisleistung von ca. 5 nSv/h (wobei wegen der geringen Abmessungen der Räume nur die β -Strahlung berücksichtigt ist und die Hautdosis mit dem Wichtungsfaktor $0,01$ in effektive Dosis umgerechnet ist.) Kurzfristig stieg die Konzentration zu höheren Werten an, war jedoch zu keiner Zeit größer als $0,02 \text{ Bq/cm}^3$. Die Luft wird nur bei Betriebspausen über die 8 Ablüfter an die Umgebung abgegeben.

Die Messung der Konzentration der kurzlebigen β -Strahler (^{13}N , ^{15}O , ^{41}Ar) in der abgeblasenen Luft des Linac 2 ergab über das Kalenderjahr gemittelt $0,026 \text{ Bq/cm}^3$. Aus dem Mittelwert und einem Luftdurchsatz von $7000 \text{ m}^3/\text{h}$ kann man eine Submersionsdosis von etwa $1 \mu\text{Sv/a}$ 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. $1,6 \text{ TBq}$.

Bei der Überwachung der über HERA-West ausgeblasene Luft aus dem HERA-Tunnel konnte keine Aktivierung festgestellt werden. Die Nachweisgrenze ist $0,5 \text{ mBq/cm}^3$.

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 130 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 $3,7 \text{ Bq/l}$. Diesem Untergrund sind gelegentlich kleine Spitzen (maximal ca. 1000 min^{-1} , Dauer $0,5$ bis 4 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 β -Strahler mittels des Eindampfverfahrens. Sie werden monatlich mit Wasser aus dem Kühltürmen DESY 1 + 2 durchgeführt. 1-2 Stunden nach der Entnahme erhalten wir durchschnittliche Konzentrationswerte von $0,13$ – $0,6 \text{ Bq/l}$. 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 mBq/ℓ 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 β -Aktivitätskonzentration bestimmt, im Mittel erhalten wir 5 Bq/ℓ. Die damit im Jahr abgegebene Aktivitätsmenge beträgt 21 kBq.

Gelegentlich wird die Aktivität des Kühlwasser aus den geschlossenen Kreisläufen mit dem Eindampfverfahren gemessen, die Mittelwerte zeigt Tabelle 4.

Tab. 4

Bereich der Kreisläufe	Aktivitätskonzentration (Bq/ℓ)
DESY mit Linac 3	0,1
PETRA	0,12
HERA	0,18

Sie sind so gering, daß bei etwaigen Leckagen keine besondere Vorkehrungen getroffen zu werden brauchen.

Um eine mögliche Aktivierung von Erdreich und Grundwasser durch den HERA-Betrieb zu erkennen, haben wir am 25.3.1991 mittels einer Bohrung eine Probe aus Sand (von der Tunnelbohrung) und Grundwasser ca. 0,5 m neben den HERA-Tunnel nahe dem Protonenabsorber gebracht und dort gelagert. In Abständen von ca. 1-2 Jahren wird die Probe hervorgeholt und ihre Aktivität bestimmt, anschließend wird sie wieder deponiert. Eine gleiche Probe wird zum Vergleich in einer Garage aufbewahrt. Tab.5 zeigt die Ergebnisse der Aktivitätsbestimmung. Eine vom HERA-Betrieb herrührende Aktivierung konnte nicht nachgewiesen werden.

Tab. 5

Datum der Messung	Probe am HERA-Tunnel		Vergleichsprobe	
	Erde Aktivität(Bq/g)	Wasser Aktivität(Bq/ℓ)	Erde Aktivität(Bq/g)	Wasser Aktivität(Bq/ℓ)
25.03.91	47	6,5	47	6,5
28.12.93	55	6,0	44	7,0
20.01.95	62	6,1	85	7,1
16.01.96	33	22	110	33

Tab. 2a

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	γ -Strahlg.
	Linac 3		
105	Betriebsraum	1,0	0,48
109	Interlocktür rechts, 45 m ¹⁾	2,2	0,83
	Synchrotron		
4	Radialkanal 8, Interlocktür (K)	19	3,0
5	SER, nahe Abschirmung zum Synchrotron (K)	30	2,9
7	Ehemaliger HKR	1,1	0,53
11	Linac 1, Laborraum, am Labortisch (K)	82	16
12	Linac 1, Pumpenraum, gegenüber der Doppeltür (K)	25	2,0
13	Linac 1, Kontrollraum (K)	8,0	1,7
14	Linac 1, Modulatorraum (K)	55	7,7
	Halle 1		
101	Kranluke (Sp)	40	12
102	Aussen, Ostseite, grüner Container (K)	160	32
103	Innen, Kragdecke, Ostseite (K)	29	6,4
104	Zwischen Linac 3 und Abschirmung Synchrotron	25	3,1
	Halle 2		
151	Strahl 22, in der Meßhütte	2,2	0,55
152	Strahl 24, in der Meßhütte	3,4	0,78
153	Kranluke (K)	84	10
154	Kragdecke Südseite (K)	120	22
155	Südseite der Halle 2, außen	64	14
156	Teststrahl 21, rechts, 3 m. ²⁾	6,3	1,0
157	Teststrahl 22, rechts, 4 m.	5,9	0,82
158	Teststrahl 24/1, rechts, 4 m.	8,1	0,94

(K) = Kontrollbereich (Sp) = Sperrbereich

¹⁾ Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der H⁻-Quelle an gerechnet.

²⁾ Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

Tab. 2b

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	γ -Strahlg.
	Bunker 1		
50	Interlocktür zum Tunnel	<0,6	0,73
	Bunker 2		
60	An der Abschirmung zum Synchrotron (Sp)	200	50
61	Nahe zusätzlicher Abschirmmauer (K)	12	2,1
	PETRA Halle Süd-Ost		
800	Übergang, Brüstung	52	6,3
801	Innen rechts, Interlocktür ³⁾	23	1,7
802	Innen links, im Elektronikschrank (K)	15	2,2
803	Innen links, Wand zum P-Weg (K)	39	5,6
804	Aussen links, an der Abschirmmauer	6,9	0,43
806	Innen Mitte, unter der Treppe, am Zaun	15	1,3
807	Im Gashaushaus, rechts unten, Fußboden (K)	4,5	0,77
	Werkstatt -G11- auf dem PETRA-Tunnel		
810	Auf Beton-Abschirmung des Fußbodens, rechts (K)	20	3,9
811	Auf Beton-Abschirmung des Fußbodens, links (K)	5,0	0,77
812	Am Drahtzaun, rechts	3,7	0,46
813	Innen rechts, 1,5 m vom Zaun	2,1	0,39
814	Am Drahtzaun, Mitte	3,4	0,24
815	Innen Mitte, 1,5 m vom Zaun	1,1	0,24
	PETRA Halle Ost		
820	Gästehaus 15 A, außen	0,19	<0,20
830	Übergang, Brüstung	6,6	0,53
831	Innen Mitte, am Zaun vor der Interlocktür	4,4	0,32
832	Aussen Mitte, Tunnelwand	2,8	0,26
833	Innen rechts, Tunnelwand	2,7	0,48

(K) = Kontrollbereich (Sp) = Sperrbereich

³⁾ Anmerkung: Die Bezeichnungen "innen" und "außen" bedeuten "innerhalb des Ringes" und "außerhalb des Ringes"; "rechts" und "links" sind gesehen vom Beschleuniger-Mittelpunkt.

Tab. 2c

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	γ -Strahlg.
	PETRA Halle Nord-Ost		
840	Übergang, Brüstung	0,55	<0,20
841	Innen Mitte, am Aufgang	0,23	<0,20
842	Aussen Mitte, Tunnelwand	<0,12	<0,20
	PETRA Hallen Nord		
850	Nord links, Interlocktür PR-Weg	<0,12	<0,20
851	Nord links, nahe Hallentür rechts, Fußboden	<0,12	<0,20
852	Nord rechts, rechts am Gitter	0,16	<0,20
	PETRA Halle Nord-West		
860	Übergang, Brüstung	2,0	0,34
861	Innen links, Interlocktür ³⁾	1,5	<0,20
862	Innen hinter der Meßhütte (ab 11.8.)	0,42	<0,10
863	Innen rechts oben, 2. Raum (ab 11.8.)	0,14	<0,16
	PETRA Halle West		
870	Übergang, Brüstung	1,6	0,41
871	Innen rechts, Interlocktür	0,71	<0,20
872	Aussen Mitte, Abschirmmauer	0,79	<0,20
	PETRA Halle Süd-West		
880	Übergang, Brüstung	0,44	<0,20
881	Innen links, Interlocktür	3,8	<0,20
	Warenannahme		
890	Im Keller, nahe Tunnel an der Wand	1,4	<0,20
	HASYLAB 6		
700	An der Wand, Ende der Meßhütten	<0,53	0,21
701	Auf dem Schrank vor der Interlocktür	<0,52	0,25

(K) = Kontrollbereich

³⁾ 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	γ -Strahlg.
HERA Halle West			
911	Innen 1. Galerie, links am Gitter ³⁾	0,73	0,18
912	Innen 1. Galerie, rechts neben der Interlocktür	0,75	0,16
913	Außen Erdgeschoß, links am Referenz-Teststand	0,67	0,19
914	Außen Erdgeschoß, Mitte am Referenz-Teststand	0,56	<0,16
915	Außen Erdgeschoß, rechts am Referenz-Teststand	0,84	<0,16
916	Außen, 1. Galerie, links an der Interlocktür	0,59	0,19
918	Außen, 1. Galerie rechts	0,71	<0,16
919	Kontrollraum 4. Stock	0,86	0,36
920	Kontrollraum 5. Stock	0,86	0,35
921	Laserraum 9. Stock, nahe Loch	0,69	0,36
HERA Tunnel			
923	Laborgebäude 1 D, Keller, Verbindungsgang	<1,1	<0,16
924	Anbau Halle 1 (IKR-Werkstatt)	1,2	0,28
HERA Halle Nord			
926	Innen, Erdgeschoß, Exp.-Hütte innen, rechts	0,88	<0,16
927	Innen, Erdgeschoß, Exp.-Hütte innen, links	0,88	<0,16
929	Innen, Hüttendach, Geländermitt	0,94	<0,16
931	Innen, Myonenplattform, linke Galerieecke	3,7	0,38
932	Innen, Myonenplattform, rechte Galerieecke	0,83	0,25
935	Mitte, Detektorgalerie, unter schrägem Rohr	1,6	<0,16
936	Mitte, Detektorgalerie, beim Ventil	1,1	0,31
938	Mitte, Elektronikplattform, Spalt im Eisen		<0,16
940	Außen, Myonenplattform, linke Galerieecke	3,2	0,27
941	Außen, Myonenplattform, rechte Galerieecke	0,76	0,16
943	Außen, 3. Galerie, an der Wand		0,44
945	Außen, 1. Galerie, links an der Wand	0,86	0,19
946	Außen, 1. Galerie, rechts an der Wand	0,50	<0,16
947	Außen, Erdgeschoß, Heliumplatte, Schrank	0,73	0,17
949	Mitte, Erdgeschoß, Durchgang	1,1	0,20

³⁾ 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	γ -Strahlg.
HERA Halle Ost			
950	Innen, 1. Galerie, rechts Interlocktür ³⁾	0,92	<0,16
951	Innen, 1. Galerie, links, Interlocktür	0,52	<0,16
952	Außen, Mitte, untere Plattform	1,1	<0,16
953	Außen, obere Plattform nahe Tunnel	<0,30	0,21
954	Mitte, Durchgang	1,2	<0,16
955	Außen, 1. Galerie, rechts auf der Kabelpritsche	<0,9	0,35
956	Außen, 1. Galerie, links am Pfosten	1,1	<0,16
957	Außen, Erdgeschoß links, HERMES-Raum	1,3	0,18
HERA Halle Süd			
975	Innen, Erdgeschoß, rechts, Träger ZEUS-Joch	0,81	<0,16
978	Innen, 1. Galerie links, Wand in der Hütte	0,78	<0,16
980	Innen, Rucksack, mittlere Etage, unter der Decke	<0,15	<0,16
981	Innen, Rucksack, obere Etage, links	<0,15	<0,16
982	Innen, Rucksack, obere Etage, rechts	<0,15	<0,16
985	Innen, ZEUS-Balkon links	0,17	<0,16
986	Innen, ZEUS-Balkon rechts	0,21	<0,16
988	Mitte, Durchgang	<0,15	<0,16
990	Außen, Erdgeschoß, links am Geländer	<0,15	<0,16
991	Außen, Erdgeschoß, rechts am Geländer	<0,15	<0,16
992	Außen, 1. Galerie, rechtes Gitter	<0,15	<0,16
995	Außen, ZEUS-Balkon links	0,17	<0,16
996	Außen, ZEUS-Balkon rechts	<0,15	<0,16

³⁾ 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	γ -Strahlg.
Linac 2			
21	Modulatorhalle, nahe Klystron 12 (K)	1,2	0,38
22	Modulatorhalle, Wand zum Converter (K)		3,5
23	Modulatorhalle, Wand zur Werkstatt (K)		3,8
24	Im Keller unter dem Teststand (K)		2,6
25	Modulatorhalle, auf dem Teststand (K)		1,3
26	Abschirmung Teststand, Strahlachse (ab 14.8.) (K)		0,47
27	Abschirmung Teststand, Gangseite (ab 14.8.) (K)		0,53
DORIS			
301	MHF-Labor, an der Wand Richtung DORIS		0,66
302	Hallenmitte, Wand zur Versorgungshalle		0,19
303	Krankanzel		0,40
304	An der Interlocktür Südseite, ehemalig ARGUS		0,40
305	HF-Keller 3, neben der Interlocktür (K)		0,61
306	HF-Keller 3, vor den Kabeldurchführungen (K)		0,30
307	HF-Keller 4, vor den Kabeldurchführungen (K)		0,28
308	HF-Keller 1, unter der 1. abgeschirmten Deckenöffnung (K)		4,1
309	HF-Keller 1, unter der 2. abgeschirmten Deckenöffnung (K)	3,5	0,75
310	HF-Keller 1, Kabeldurchführung nach außen (K)		1,3
311	HF-Keller 2, unter der 1. abgeschirmten Deckenöffnung (K)	0,33	0,27
312	HF-Keller 2, unter der 2. abgeschirmten Deckenöffnung (K)		220
313	HF-Keller 2, Kabeldurchführung nach außen (K)		0,36
HASYLAB 1			
320	Links, Strahlhöhe, 0 m, an der Abschirmwand ²⁾		0,38
321	Links, Strahlhöhe, 3 m, an der Bleiabschirmung		0,19
322	Rechts, Strahlhöhe, 3 m, an der Bleiabschirmung		<0,16
323	Rechts, Strahlhöhe, 0 m, an der Abschirmwand		0,28
324	Rechts, Strahlhöhe, 0 m, außen an der Abschirmwand		0,42
325	Links, Strahlhöhe, 15 m, an der Abschirmwand		<0,16
326	Rechts, Strahlhöhe, 15 m, an der Abschirmwand		<0,16
327	Rechts, Strahlhöhe, 10 m, an der Abschirmwand	0,51	<0,16
328	Rechts, Strahlhöhe, 15 m, an der Abschirmwand	0,41	<0,16

(K) = Kontrollbereich

²⁾ Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

Tab. 2g

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	γ -Strahlg.
HASYLAB 2 und 2 A			
330	Im Arbeitsraum, am Fenster		<0,16
331	Im Meßraum am Pfeiler neben der Treppe		<0,16
335	Container, altes Meßrohr, oben, auf der Abschirmung		<0,16
HASYLAB 3			
340	Strahl W1, links, 7 m, Abschirmung Höhe Spiegelk., ²⁾	0,58	<0,16
341	Strahl W1, oben, 10 m, Bleiabschirmung unter dem Strahlrohr		<0,16
342	Strahl W1, rechts, 15 m, an der Gebietsabschirmung		<0,16
343	Strahl W1, rechts, 25 m, am Strahlende		<0,16
350	Strahl B1, links, 10 m, an der Gebietsabschirmung		<0,16
351	Strahl B2, rechts 24 m, am Strahlende		<0,16
352	Strahl C1, oben, 3 m, Bühne an der Abschirmung		<0,16
353	Strahl C1, rechts, 18 m, am Strahlende		<0,16
360	Strahl D1, links, 1 m, an der Interlocktür		0,20
361	Strahl D1, links, 12 m, am Geländer der Zwischenplattform		<0,16
362	Strahl D4, rechts, 6 m, an der Gebietsabschirmung		<0,16
370	Strahl E1, links, 6 m, am Drahtzaun		<0,16
371	Strahl E2, links, 14 m, am Drahtzaun		<0,16
372	Strahl F4, rechts, 6 m, am T-Träger der oberen Plattform		<0,16
373	Strahl F2, oben, 7 m, am 1. grünen Gestell		<0,16
374	Strahl F2, oben, 10 m, am 2. grünen Gestell		<0,16
380	Strahl G1, links, 0 m, an der DORIS-Abschirmwand		0,42
381	Strahl G2, links, 7 m, an der Interlocktür		0,70
384	Strahl I, rechts, 4 m, außen an der Meßhütte		0,27
385	Strahl I, rechts, 2 m, an der Spiegelkammer in Strahlhöhe		0,18

²⁾ Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

Tab. 2h

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	γ -Strahlg.
HASYLAB 4			
387	HG1-BW1, links, 3 m, Abschirmmauer Strahlhöhe ²⁾		0,59
388	HG1-BW1, links, 3 m, Abschirmmauer 25 cm u. Strahlhöhe		0,61
389	HG1-BW1, links, 7 m, oben am Geländer		0,39
390	HG1-BW1, links, 6 m, neben der 2. Interlocktür	0,54	0,18
391	HG1-BW1, rechts, 12 m, am Geländer über Abschirmung		0,27
392	HG1-BW1, oben, 2 m, auf der Abschirmung (K)		1,53
393	HG1-BW1, links, 5 m, neben der Interlocktür		0,64
394	HG1-BW1, links, 12 m, am Elektronikschrank		0,20
395	HG1-BW1, oben, 12 m, auf der Abschirmung (K)	1,1	0,24
396	HG1-BW1, rechts, 15 m, am Geländer vor dem Fenster		0,23
397	HG2-BW2, links, 15 m, am Pfeiler, Interlocktür		0,16
398	HG1-BW3, links, 10 m, an der Abschirmung		<0,16
399	HG1-BW4, links, 5 m, an der Interlocktür		0,30
HASYLAB 5			
405	HG2-BW4, links 16 m, an der Abschirmwand		<0,16
415	HG1-BW5, links, 10 m, neben der Interlocktür		0,28
416	HG1-BW6, links, 10 m, an der Abschirmwand		0,29
417	NG1-BW6, links, 18 m, an der Abschirmung		0,21
418	HG1-BW6, Mitte, 25 m, direkt am Strahlende		<0,16
420	HG1-BW7, links, 20 m, am Strahlende		0,35
422	NG3-K, links, 5 m, an der Interlocktür		0,29
423	NG3-K, links, 6 m, an der Abschirmung		0,66
424	HG1-K, links, 6 m, an der Interlocktür		0,24
425	NG2-K, links, 7 m, an der Abschirmwand		0,22
426	NG3-K, rechts, 7 m, neben der Interlocktür		0,41
427	NG3-K, rechts, 10 m, an der Abschirmwand		0,23
430	HG1-L, links, 4 m, an der Abschirmwand		0,22
431	HG1-L, links, 10 m, an der Abschirmwand		0,25
432	HG1-L, links, 12 m, am Strahlende		0,26
433	HG1-L, rechts, 8 m, an der Abschirmwand		0,28

²⁾ Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

Tab. 2j

Pos.Nr.	Standort	Jahresdosis (mSv)	
		Neutronen	γ -Strahlg.
	Halle 3		
130	Meßhütte TESLA-Teststand	0,20	0,15
	Geländegrenze		
511	Am Zaun nahe PETRA Halle SO	0,49	<0,20
521	Eingang Notkestieg	<0,15	<0,20
522	Gästehaus 1	<0,15	<0,20
531	Bei der Halle Süd-West	<0,15	<0,20
551	Halle Nord-West, zur Tennishalle	<0,15	<0,20
552	Halle Nord-West, zum Blomkamp	<0,15	<0,20
562	Halle Nord, auf dem Wall	0,17	<0,20
571	Halle Nord-Ost, am Zaun	<0,15	<0,20
580	2. Institut, an einem Verkehrsschild	0,24	<0,20
581	Zwischen Zyklotron und 2. Institut	0,29	<0,20
582	Eingang Luruper Chaussee	<0,15	<0,20
595	HERA, über Tunnel, Zaun am Schwimmbad	<0,15	<0,20
596	HERA, über Tunnel, am Parkplatz	<0,15	<0,20
597	HERA, über Tunnel, Hellgrundweg	<0,15	<0,20

