

F, A



X2000-00400

**Interner Bericht
DESY D3 - 96
März 2000**

Eigentum der Property of	DESY	Bibliothek library
Zugang: Accessions:	22. März 2000	
Keine Ausleihe Not for loan		

**Ergebnisse von
Strahlenschutzmessungen am
Deutschen Elektronen-Synchrotron
DESY - Hamburg
im Jahre 1999**

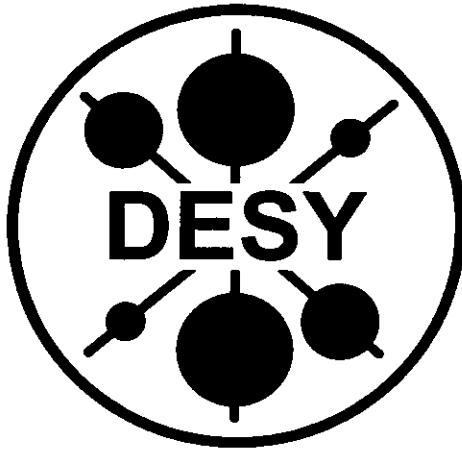
Die Strahlenschutzgruppe DESY - D3

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"**

Jahresbericht 1999



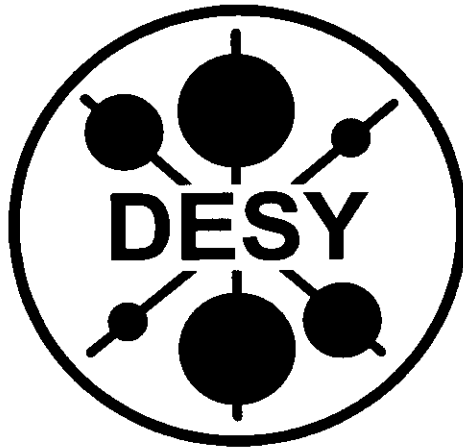
Ergebnisse von Strahlenschutz- messungen

März 2000

Inhalt:

1. Übersicht über den Beschleunigerbetrieb
2. Personendosen
3. Ortsdosen außerhalb von Beschleunigerräumen
4. Aktivierungen in Beschleunigerräumen
5. Überwachung von Luft und Wasser
6. Strahlenbelastung von Beschleunigerkomponenten
7. Tabellen der Ortsdosen

Annual Report 1999



Results of Radiation Protection measurements

March 2000

Contents:

1. Schedule of accelerator operation
2. Personal doses
3. Site doses outside of accelerator rooms
4. Activated components in accelerator rooms
5. Control of released air and water
6. Exposure of accelerator components
7. Tables of site doses

Inhaltsverzeichnis

1 Beschleunigerbetrieb	1
2 Personendosen	1
3 Ortsdosen außerhalb von Beschleunigerräumen	4
3.1 Passives Überwachungssystem	4
3.2 Aktives Überwachungssystem	5
4 Aktivierungen in Beschleunigerräumen	5
4.1 Induzierte Radioaktivität	5
4.2 Kontamination	7
5 Überwachung von Luft und Wasser	8
5.1 Luft	8
5.2 Wasser	8
6 Strahlenbelastung von Beschleunigerkomponenten	12
6.1 PIA	12
6.2 PETRA	13
6.3 HERA	17
6.4 Belastung durch Neutronen	21
7 Tabellen der Ortsdosen	22
7.1 Linac2 und Linac3	23
7.2 DESY2/3	24
7.3 PETRA, HASYLAB6	26
7.4 HERA	29
7.5 DORIS, HASYLAB1-5	32
7.6 TESLA-TF, S-Band-Linac	35
7.7 Geländegrenzen und Außenpositionen	36

~/d3.rep/sjt99.tex

1 Beschleunigerbetrieb

Die Beschleuniger liefen im Jahre 1999 von Anfang Januar bis Ende April. Nach einer Wartungs- und Installationsphase von ungefähr 4 Wochen (HERA 7 Wochen) waren sämtliche Beschleuniger bis Mitte Dezember 1999 in Betrieb.

Zur Beurteilung der gemessenen Dosiswerte sind in Tabelle 1 die ungefähren Betriebszeiten aufgeführt.

Man erkennt, dass die Speicherringe im Jahr 1999 sehr viel länger in Betrieb waren als im Vorjahr. Dementsprechend größer sind ihre akkumulierten Ladungen. Die Ströme der Vorbeschleuniger waren ungefähr die gleichen. In den Betriebszeiten von HERA sind die Zeiten für Lumibetrieb, Maschinenstart und Maschinenstudien enthalten. Die akkumulierten Ladungen ergeben sich aus den Lumizeiten und mittleren umlaufenden Strömen.

Der Testlinac TTF wurde in die Tabelle nicht aufgenommen, da es keinen kontinuierlichen Strahlbetrieb gab.

Beim S-Band Testlinac wurde Ende 1998 der Betrieb eingestellt.

Beschleuniger	Betriebszeit in Stunden	Max. Energie in GeV	Max. Strom oder akkumulierte Ladung
DESY2 (e ⁺ /e ⁻)	4300	4,4/7,0	1,6 mA
DORIS	6900 (+20 %)	4,4	760 Ah (+20 %)
PETRA-e	1600 (-30 %)	12	40 mA (=)
PETRA-e HASYLAB6	1800 (+80 %)	12	40 Ah (+30 %)
HERA-e	6800 (+160 %)	27	140 Ah (+780 %)
DESY3	640	7,5	180 mA
PETRA-p	720 (=)	40	90 mA (=)
HERA-p	6800 (+160 %)	920	510 Ah (+980 %)

Tabelle 1: Daten über den Beschleunigerbetrieb. In Klammern sind die Veränderungen gegenüber dem Vorjahr angegeben. (=) bedeutet: Veränderung ≤ 10 %

2 Personendosen

Die Messung von Personendosen für Mitarbeiter, die Kontrollbereiche betreten oder mit radioaktiven Stoffen umgehen, ist gesetzlich vorgeschrieben. Kontrollbereiche sind definiert als Bereiche, in denen eine Person bei einem Aufenthalt von 2000 Stunden pro Jahr eine Dosis von mehr als 15 mSv erhalten kann. Bei DESY werden Kontrollbereiche nur gelegentlich und zur Ausführung angeordneter Arbeiten betreten. Es gibt darin keine ständigen Arbeitsplätze (mit der Aufenthaltsdauer einer Person von etwa 40 Std. pro Woche).

Kontrollbereiche entstehen bei DESY durch

1. **Gammastrahlung,**

- die von radioaktiven Stoffen erzeugt wird. Solche Stoffe sind entweder Beschleunigerkomponenten, die beim Betrieb eines Beschleunigers aktiviert wurden, Module des Uran-Kalorimeters oder kommerzielle Strahlungsquellen.
- die von Strahlverlusten beim Beschleunigerbetrieb herrührt. Davon sind im allgemeinen nur Räume oder Gebäude betroffen, die unmittelbar an einen Beschleuniger angrenzen.

Die Messung der Dosis erfolgt seit Januar 1999 durch Glasdosimeter, die die bisher verwendeten Kodakfilme abgelöst haben. Die Dosimeter werden von der amtlichen Messstelle in Hamburg-Altona geliefert und ausgewertet.

2. **Neutronen**, die als Folge von Strahlverlusten während des Betriebs entstehen und in geringem Maße die Abschirmung durchdringen können.

Zur Messung werden Kernspurfilm verwendet, die vom CERN geliefert und ausgewertet werden.

Die Dauer einer Messperiode beträgt 2 Monate. Das Überwachungsjahr 1999 begann am 1. Januar und endete am 31. Dezember.

Im Mittel wurden 1999 pro Messperiode 1014 DESY-Angehörige und langfristig bei DESY arbeitende Gäste regelmäßig überwacht (im Vorjahr: 893). Davon waren 106 Personen (Vorjahr: 75) zusätzlich mit einem Neutronendosimeter ausgestattet. Die untere Nachweisgrenze der Dosimeter (Photonen sowie Neutronen) beträgt 0,2 mSv. Dosen unterhalb 0,2 mSv pro Messperiode werden als 'Null' bewertet.

In der gesamten Überwachungszeit 1999 wurde bei keiner Person eine (amtliche) Photonendosis oberhalb oder gleich 0,2 mSv festgestellt (im Vorjahr: 33). Der Grund liegt möglicherweise an der neuen Messmethode, mit der niedrige Dosen genauer als mit der bisher verwendeten Methode der Filmschwärzung gemessen werden kann.

Die Anzahl der Mitarbeiter mit Jahresdosen oberhalb oder gleich 0,2 mSv betrug für Neutronendosen 24 Personen (im Vorjahr: 17). Die Aufteilung der Mitarbeiter in verschiedene Dosisgruppen ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Eine Person gilt als *beruflich strahlenexponiert*, wenn sie bei der Ausübung ihres Berufs mehr als 5 mSv Dosis pro Kalenderjahr erhält. Die maximal zulässige Jahresdosis für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A beträgt 50 mSv, die der Kategorie B 15 mSv. Im Jahr 1999 gehörten formal 16 Personen zur Kategorie A.

Die größte gemessene Personen-Jahresdosis 1999 betrug 0,5 mSv (1 Person). Von den Grenzwerten sind wir demnach weit entfernt; keine von DESY überwachte Person zählte in diesem Jahr zur Kategorie der *beruflich strahlenexponierten Personen*.

Die Gesamt-Gammadosis der Belegschaft (*Kollektivdosis*), definiert als Summe aller festgestellten Gammadosen größer oder gleich 0,2 mSv, betrug demnach 0,0 mSv, die Gesamt-Neutronendosis 5,8 mSv. Die Gesamtdosis der Belegschaft (5,8 mSv) beträgt damit gegenüber dem Vorjahr (18 mSv) etwa ein Drittel.

Die Entwicklung der Belegschaftsdosis in den letzten Jahren ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Mittelwert der Gammadosis seit 1991 beträgt 17 mSv ($\pm 20\%$). Der Mittelwert der Neutronendosis liegt bei 9 mSv ($\pm 20\%$).

Außer den permanenten DESY-Mitarbeitern wurden für kürzere Zeit 287 Gäste (das sind Angehörige von anderen Instituten oder von Firmen) überwacht. In 2 Fällen waren diese Jahresdosen höher als 0,2 mSv; sie lagen alle unter 0,5 mSv.

	Gamma-Dosimeter	Neutronenfilme
Anzahl der überwachten Personen	1014	106
Anzahl der Personen mit Jahresdosen:		
< 0,2 mSv	1014	82
≥ 0,2 bis < 1 mSv	0	24
≥ 1 bis < 5 mSv	0	0
≥ 5 bis < 15 mSv	0	0
≥ 15 mSv	0	0
Summe der Jahresdosen in mSv	0,0	5,8

Tabelle 2: Jahresdosen 1999 von DESY-Mitarbeitern

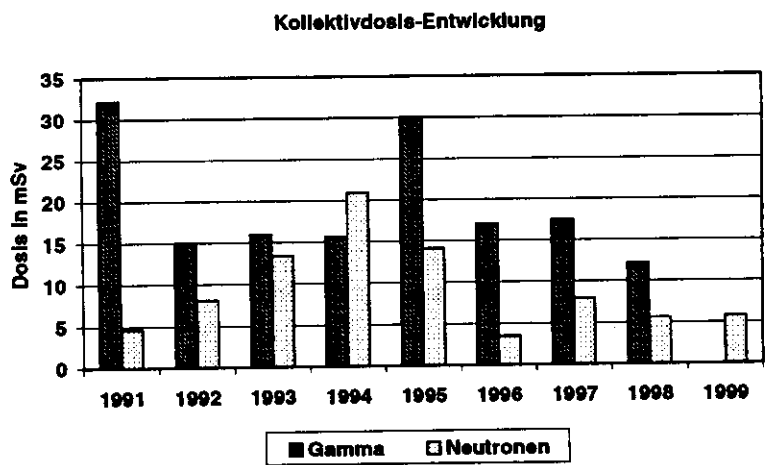


Abbildung 1: Entwicklung der Gesamtdosis der DESY-Belegschaft seit 1991. Anfang 1999 wurde ein neues Messverfahren für Gammadosen eingeführt. Der Wert der Gamma-Kollektivdosis für 1999 beträgt 0,0 Sv. Dieser Wert ist mit den Werten der Vorjahre nicht vergleichbar.

Insgesamt 8 Mitarbeiter erhielten auf Wunsch Handdosimeter in Form von **Fingerringen**, zur Messung der Handdosis. Alle Jahresdosen lagen unter 0,2 mSv. Die maximal zulässige Handdosis beträgt 500 mSv/a.

Alle Daten der Personendosimetrie werden gemäß den gesetzlichen Bestimmungen 30 Jahre lang bei D3 aufbewahrt.

3 Ortsdosen außerhalb von Beschleunigerräumen

3.1 Passives Überwachungssystem

Die Ortsdosis in zugänglichen Bereichen wird mit integrierenden Festkörperdosimetern gemessen. Die Gründe hierfür sind:

1. An Protonenbeschleunigern spielen die Neutronendosen eine dominierende Rolle. Dabei rührt ein großer Beitrag von Neutronen mit Energien oberhalb von 20 MeV her und liegt damit außerhalb des Messbereichs kommerzieller elektronischer Neutronenzähler.
2. Das Strahlungsfeldes ist bei Protonenbeschleunigern, besonders an den Stellen hohen Strahlverlustes (z. B. an Ejektions- und Injektionsstellen) in starkem Maße gepulst (im Gegensatz zu Elektronenbeschleunigern). So beträgt z. B. beim Einschuss von Protonen in PETRA die Dauer des Strahlungspulses 1 μ s, und der Pulsabstand 4 s. Damit ist eine quantitative Messung mit Ionisationskammern oder Zählrohren nicht möglich. Festkörperdosimeter dagegen sind von der Zeitstruktur des Feldes unabhängig.

Zur Messung der Ortsdosen werden Detektoren verwendet, die aus Thermolumineszenz-Dosimetern ($^6\text{LiF}/^7\text{LiF}$) in Polyethylen-Moderatoren bestehen sowie aus Spaltfragment-Dosimetern (Th-Folien in Verbindung mit Makrofol). Damit können **Neutronendosen** bei allen auftretenden Energien gemessen werden. Als Moderatoren werden Polyethylen-Zylinder (15 cm Durchmesser, 15 cm Höhe) oder Polyethylen-Kugeln (30 cm Durchmesser) verwendet. Die Kalibrierung der Detektoren erfolgte mit einem Neutronen-Spektrometer, das in der Lage ist, Spektren von thermischen Energien bis über 200 MeV zu messen. Solche Spektren wurden an einer Vielzahl von Stellen auf dem DESY-Gelände gemessen und so Kalibrationsfaktoren für typische Positionen, Moderatoren und Detektoren bestimmt.¹

Die **Gammadosen** werden aus den Messwerten der ^7LiF -Dosimeter gewonnen.

Insgesamt 226 Stellen wurden mit solchen integrierenden Dosimetern auf dem DESY-Gelände, an der Geländegrenze und an einigen Stellen im Volkspark (oberhalb des HERA-Rings), überwacht. Die detaillierten Messergebnisse sind in den Tabellen 13 bis 26 aufgeführt. Als natürlicher Untergrund wird bei γ -Dosimetern 50 μ Sv pro Monat abgezogen. Der natürliche Untergrund an Neutronen ist klein, auf eine Korrektur wird verzichtet.

Die Tabellen zeigen, dass die Einrichtung der Kontrollbereiche gerechtfertigt ist. Zu beachten ist, dass in allen Gebieten Detektoren an Stellen aufgestellt wurden, an denen die höchsten Dosen zu erwarten sind, auch wenn die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Personen dort klein ist. Die Jahresdosen an Arbeitsplätzen sind daher erheblich kleiner als die Tabellenwerte.

An 13 (von insgesamt 14) Messstationen an der Geländegrenze und oberhalb des HERA-Tunnels im Volkspark konnten keine Dosen über 0,2 mSv für Photonen und Neutronen (das sind

¹) K. Tesch: *Messungen der Neutronen-Ortsdosen mit Festkörperdosimetern ab 1995*. Laborbericht DESY D3-88(1995)

die Nachweisgrenzen der Dosimeter) festgestellt werden (siehe Tabelle 26). Die Messstelle nahe der PETRA-Halle Südost, an der Grenze zum Industriegebiet, ergab 0,30 mSv/a (maximal zulässiger Wert: 1,5 mSv/a).

Zum Vergleich wurden 3 Messstationen in HH-Altona betrieben. Die mittlere Jahresdosis betrug dort für Gammastrahlung weniger als 0,2 mSv und für Neutronen weniger als 0,1 mSv.

In der Tabelle 3 sind die Daten der wichtigsten Bereiche zusammengefasst. Dabei wurden die Messergebnisse in den jeweiligen Gebieten gemittelt, um einen groben Überblick zu haben, auf welchem Dosisniveau man sich befindet. Ferner wurde in der Spalte 5 ein Vergleich zum Vorjahr hergestellt (Dosis(1999)/Dosis(1998)), um Änderungen zu erkennen.

Man sieht mit wenigen Ausnahmen eine große Konstanz der Jahresdosen trotz der wesentlich längeren Betriebsdauer der Speicherringe. Der Grund ist, dass der Strahlverlust, der die Ortsdosen erzeugt in erster Linie während des Füllvorgangs erfolgt.

Die Ortsdosen gemessen am Testlinac TTF sind in der Tabelle 25 zusammengestellt. Ein Vergleich mit den Dosen des Vorjahrs ist wegen des Testbetriebs wenig sinnvoll.

3.2 Aktives Überwachungssystem

Der Nachteil von integrierenden Dosimetern ist, dass die Information erst nach einer gewissen Messzeit vorliegt. Deshalb kommt der ortsfesten Messanlage, die mit elektronischen Neutronenzählern und photoneneempfindlichen, argongefüllten Ionisationskammern bestückt sind, besondere Bedeutung zu. Die Messgeräte dieser Anlage dienen als Monitore, um Änderungen in der Entwicklung des Strahlungspegels an 85 verschiedenen Messorten zu erkennen und um evtl. Maßnahmen treffen zu können. Ihre Ergebnisse werden werktäglich ausgedruckt und kontrolliert.

Die Monitore der Anlage sind außerdem in der Lage, aktiv in den Beschleunigerbetrieb einzugreifen und bei Überschreitung einer vorgewählten Schwelle der Dosisleistung, die Maschine abzuschalten. Auf diese Weise wird verhindert, dass bei Strahlverlusten zu hohe Dosisleistungen längere Zeit unbemerkt anstehen. Das Überschreiten der vorgewählten "Alarmschwelle" geschieht im allgemeinen nur bei ungünstigen Strahlbedingungen, z. B. während Maschinenstudien, bei Maschinenanlauf oder bei Ausfall bestimmter Komponenten.

Im Bereich Linac2/3, DESY2/3 und TTF werden dabei die Linacs ausgeschaltet. Bei DORIS und PETRA wird der Einschuss aus DESY2/3 unterbrochen. Bei HERA ist derzeit keine Maschinenbeeinflussung aktiv.

4 Aktivierungen in Beschleunigerräumen

4.1 Induzierte Radioaktivität

Am Ende von Betriebsperioden, wenn die Beschleunigerräume geöffnet werden, wird die Dosisleistung von Beschleunigerkomponenten, herrührend von induzierter Radioaktivität, gemessen. Das war 1999 zweimal der Fall. Dazu werden Messsonden in Verbindung mit Datenerfassungsgeräten benutzt und es wird entlang eines Beschleunigers, im Abstand von etwa 30 bis 40 cm (normaler Arbeitsabstand), gemessen.

Die Messungen werden im allgemeinen einige Stunden nach Betriebsende durchgeführt, damit kurzlebige Aktivitäten nicht erfasst werden. Die Ergebnisse hängen stark von der Zeit ab, die

Bereich	Anzahl Messpos.	Dosis-Komponente	Dosis-mittel in mSv	Verhältnis zum Vorjahr	
Linac2	9	γ	3,6	4,5	
Linac3	6	n	9,6		
	6	γ	1,5		
DESY2/3	Lin1	4	n	1,3	1,3
		4	γ	0,7	1,6
	Synch	7	n	9,1	1,1
		7	γ	1,3	2,1
	Halle1	4	n	47	1,3
		4	γ	10	0,8
	Halle2	8	n	59	0,8
		8	γ	15	0,8
PETRA	Halle SO	6	n	9,0	0,8
		6	γ	1,2	0,7
	Werkstatt G11	4	n	13	0,5
		4	γ	2,8	3,3
	Halle O	5	n	2,2	1,0
		5	γ	0,3	0,8
	NO, NW, W, SW	11	n	0,7	0,8
		11	γ	0,2	1,0
DORIS	12	γ	1,2	1,0	
HERA	Halle O	8	n	1,0	1,9
		8	γ	0,2	0,5
	Halle S	13	n	0,6	1,6
		13	γ	0,2	1,0
	Halle W	15	n	7,4	1,4
		15	γ	1,1	1,2
	Halle N	15	n	1,5	2,6
		15	γ	0,3	1,0

Tabelle 3: Zusammenfassung und Tendenz der Ortsdosen 1999.

zwischen dem Abschalten des Beschleunigers und dem Beginn der Messung vergangen ist. Ein Vergleich der Werte verschiedener Messungen ist deshalb nicht immer einfach.

Eine Liste mit diesen so festgestellten Restaktivitäten wird zur Information der Mitarbeiter im Beschleuniger-Kontrollraum veröffentlicht.

In der Tabelle 4 sind für jeden Beschleuniger die Gesamtzahl der Messstellen angegeben und die Anzahl der Messwerte, die in 3 verschiedenen Dosisleistungsbereichen liegen. Außerdem ist der Bereich der Dosisleistung angegeben, in dem die 10 Messstellen mit den höchsten Dosisleistungen liegen. Herausragende Stellen sind in der letzten Spalte aufgeführt.

Gegenüber dem Vorjahr sind keine nennenswerten Änderungen eingetreten.

Der Positronenkonverter im **Linac2** ist die Stelle mit der höchsten Radioaktivität auf dem DESY-Gelände. Eine weitere Stelle, die Aufmerksamkeit erfordert ist das PIA Septum.

Im Beschleunigerraum **Linac3** ist das Strahlungsniveau gering. An allen Stellen wird weniger als $1 \mu\text{Sv/h}$ gemessen.

Beschleuniger	Anzahl Messstellen	Anzahl Messstellen im DL-Bereich:			DL-Bereich der 10 höchsten Messstellen $\mu\text{Sv/h}$	Besondere Stellen $\mu\text{Sv/h}$
		≤ 1	1 bis ≤ 10	> 10		
Linac2, PIA	27	7	11	9	3500 bis 10	Konverter: 8000 Absorber: 190 Absorber: 80
Linac3	9	9	0	0	100 bis 0,1	
DESY2	58	34	14	10	450 bis 12	
DESY3	54	16	21	17	56 bis 23	
PETRA	179	163	13	3	5,5 bis 5,5	
HERA	303	288	10	5	4,4 bis 3,8	

Tabelle 4: Radioaktivität nach dem Öffnen der Beschleuniger am 20.12.99. DL = gemessene Dosisleistung.

Im Bereich DESY2 und DESY3 hat sich im Laufe der Zeit an einigen Stellen Radioaktivität mit höheren Halbwertszeiten aufgebaut. Der Strahlungspegel bleibt auch bei längerem Abschalten der Maschinen nahezu konstant. Herausragend sind alle Stellen, an denen Teilchen ejiziert werden.

In PETRA gibt es 2 Stellen mit erhöhter Restaktivität. Das ist einmal die Einschussstelle für Protonen und zum anderen der Protonenabsorber. Nur diese beiden Stellen des Beschleunigerraums sind als Kontrollbereiche ausgewiesen.

Im HERA-Tunnel findet man eine merkliche Restaktivität nur in der Nähe des Protonen-Absorbers und am Protonen-Einschuss. An allen übrigen Messstellen liegt die Dosisleistung unter $0,5 \mu\text{Sv/h}$.

DORIS ist in der Tabelle 4 nicht enthalten. Dort ist im Arbeitsabstand eine messbare Dosisleistung nur in der Injektionszone vorhanden. Sie lag bei $5 \mu\text{Sv/h}$.

4.2 Kontamination

Zur Überwachung von staubförmigen Kontaminationen werden Wischproben genommen und ihre β -Aktivität in einer sehr empfindlichen Apparatur ausgemessen (die Nachweisgrenze der Apparatur beträgt 10 mBq/cm^2). Dabei werden Orte überwacht, an denen mit Beschleunigerkomponenten umgegangen wird oder radioaktive Abfälle gelagert werden sowie in Beschleunigerräumen nach deren Öffnung.

In Werk- und Lagerstätten wurden 1999 an insgesamt 12 Stellen je 2mal Wischproben genommen. Alle Messergebnisse lagen unterhalb der Nachweisgrenze der Messapparatur.

In Beschleunigerräumen wurden im Mai und Dezember 1999 Messungen an den Stellen der höchsten Radioaktivität durchgeführt. In den Räumen von Linac2 und DESY2/3 wurde jeweils an 10 Stellen gemessen, in PETRA an 6 und in HERA an 3. Dabei wurden am Linac2, im

Konverterbereich 30 mBq/cm^2 und im Absorberbereich von PETRA 14 mBq/cm^2 gefunden. Alle anderen Messergebnisse lagen unterhalb der Nachweisgrenze der Messapparatur.

Der Grenzwert für eine zulässige Kontamination von Arbeitsplätzen in Kontrollbereichen beträgt 50 Bq/cm^2 ($= 50000 \text{ mBq/cm}^2$), in betrieblichen Überwachungsbereichen 5 Bq/cm^2 .

5 Überwachung von Luft und Wasser

5.1 Luft

Bei der Aktivierung von Luft werden eine Reihe von Isotopen gebildet, die nur eine kurze Halbwertszeit besitzen (siehe Tabelle 5). Alle diese Isotope sind (bis auf ^{41}Ar , das jedoch nur in geringem Maße produziert wird) reine β -Strahler. Deshalb wird zur Luftüberwachung nur die β -Aktivität gemessen und daraus die effektive Äquivalentdosis berechnet.²

Im Bereich der Synchrotrons DESY2/3 wird die Luft im inneren Zugangsbereich kontinuierlich überwacht, da sich dort Personen aufhalten können. Die mittlere Konzentration im Zentrum der Synchrotrons betrug während des Betriebes $1,7 \text{ kBq/m}^3$. Der Grenzwert an dieser Stelle beträgt für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie B 30 kBq/m^3 . Aus der gemessenen Aktivitätskonzentration ergibt sich eine Dosisleistung von ca. $3,2 \text{ nSv/h}$. Dabei traten kurzzeitig höhere Tagesmittelwerte bis maximal 17 nSv/h auf.

Die Luft wird nur an Wartungstagen über 8 Ablüfter an die Umgebung abgegeben. Eine Emission von Radioaktivität ist damit nahezu ausgeschlossen.

Die Messung der Radioaktivität der abgeblasenen Luft des Linac2 ergab über das Kalenderjahr gemittelt $1,2 \text{ kBq/m}^3$. Aus diesem Mittelwert und der Luftabgabe von $9,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ergibt sich für 1999 eine Gesamtabgabe von etwa 12 GBq . Daraus kann man eine Submersionsdosis von weniger als $1 \mu\text{Sv/a}$ an der Geländegrenze abschätzen. Der Grenzwert für radioaktive Ableitungen außerhalb der Betriebsgrenzen beträgt $300 \mu\text{Sv/a}$.

Seit Anfang 1998 wird nur vor Zugang zum Beschleunigerraum und während einer Stunde in der Nacht, (zur Vermeidung von Korrosionsschäden) gelüftet.

Bei HERA zirkuliert die Tunnelluft während des Beschleunigerbetriebs. Eine Abgabe an die Außenwelt erfolgt nicht. Dennoch wird der Abluftschacht hinsichtlich ausgeblasener Radioaktivität überwacht. Die Messungen ergaben Werte kleiner als 500 Bq/m^3 pro Tag (das ist die Nachweisgrenze der Anlage).

5.2 Wasser

Das zur Versickerung gelangende Wasser von Kühltürmen wird im Hauptpumpwerk kontinuierlich auf Radioaktivität untersucht. Erhöhte Aktivität kann hier festgestellt werden, wenn ein Leck im Wärmetauscher entsteht. Der Wärmetauscher trennt den Kreislauf des Wassers, das die Beschleunigerkomponenten unmittelbar durchfließt, vom Wasser, das zur Versickerung gelangt.

Die NaJ-Szintillationssonde hat 1999 ausschließlich Untergrund, etwa 130 Pulse pro Minute, gemessen. Dieser Wert ist relativ hoch und ist bedingt durch den tief im Erdreich liegenden

²) B. Racky: *Auswertung von Radioaktivität in Luft*, Laborbericht DESY D3-91 (1996)

Nuklid	Halbwertszeit in Minuten
^{11}C	20,4
^{13}N	9,96
^{15}O	2,03
^{41}Ar	110

Tabelle 5: Radioaktive Nuklide, die bei der Aktivierung von Luft gebildet werden.

Betonschacht. Durch den natürlichen Untergrund von Erde und Beton ist diese kontinuierliche Messung unempfindlich, denn dieser Untergrund entspricht einer Konzentration von $4,8 \text{ Bq}/\ell$. Den Messungen waren gelegentlich kleine Spitzen überlagert (maximal ca. 1000 Pulse pro Minute; Dauer 0,5 bis 7 Stunden), die zeitlich mit Niederschlägen zusammenfielen und auf natürliche Radioaktivität im Regenwasser zurückzuführen sind.

Wesentlich empfindlicher sind die *diskontinuierlichen* Messungen der Konzentrationen der β -Strahler mittels des Eindampfverfahrens. Sie werden monatlich mit Wasserproben aus den **Kühltürmen** "DESY 1+2" durchgeführt. In 1 bis 2 Stunden nach der Entnahme ergaben sich Konzentrationswerte zwischen $0,12$ und $0,28 \text{ Bq}/\ell$. Dabei handelt es sich um kurzlebige Nuklide aus den natürlichen Zerfallsreihen. Auch im Grundwasser kann man diese Konzentration messen, 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.³

Daraus ergibt sich, dass 1999 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. Nach der Regenerierung der Ionentauscher wird die Aktivitätskonzentration der β -Strahler im Regenerat bestimmt. Im Jahresmittel wurden $3,5 \text{ Bq}/\ell$ gemessen. Anschließend wird das Regenerat in ein Sammelbecken eingeleitet und bei Bedarf zusammen mit etwa 10 m^3 anderer nicht aktiver Abwässer ins Siel abgegeben. Die damit im Jahr 1999 abgegebene Aktivitätsmenge betrug etwa 160 kBq .

Um eine mögliche Aktivierung von Erdreich und Grundwasser durch den HERA-Betrieb zu erkennen, wurde vor der Aufnahme des Strahlbetriebs von HERA eine Bohrung ca. $0,5 \text{ m}$ neben dem HERA-Tunnel nahe dem Protonenabsorber niedergebracht. Dieser Bohrung wurden je 2 Proben von Grundwasser und Erde entnommen. Ein Probenpaar (Wasser und Erde) wird seitdem bei D3 aufbewahrt (Referenzproben) und das andere wurde wieder in dem Bohrloch deponiert. In Abständen von ca. 1 bis 2 Jahren werden die Proben aus dem Bohrloch hervorgeholt, ihre Aktivität bestimmt, und anschließend werden sie wieder deponiert. Die Referenzproben werden zum Vergleich immer mitgemessen. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die Ergebnisse dieser Aktivitätsbestimmungen seit 1991.

³) K.-P. Klimek: *Die Überwachung von Kühlwasser auf Radioaktivität bei DESY*, Laborbericht DESY D3-79 (1993)

Die Messwerte der Referenzproben geben deren natürliche Radioaktivität wieder. Eine eventuelle Aktivierung der im Erdreich deponierten Proben muss sich durch eine Erhöhung der Messwerte gegenüber denen der Referenzproben bemerkbar machen.

Die jährlichen Schwankungen der Werte (sowohl relativ zueinander als auch absolut) sind ein Maß für die Genauigkeit der Messmethode. Die Fehler der angegebenen Werte resultieren aus apparativen Schwankungen und statistischen Fehlern. Die Fehler der Messsignale sind relativ groß, da von dem Wert der Messung der Untergrund abgezogen wird, der dem Messwert sehr nahe kommt.

Im Rahmen dieser Ungenauigkeiten konnte eine vom HERA-Betrieb herrührende Aktivierung bisher nicht gefunden werden.

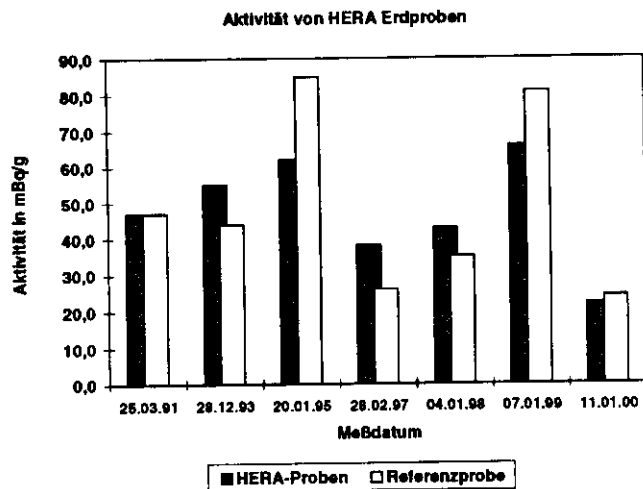


Abbildung 2: Untersuchung einer Erdprobe auf Radioaktivität. Die Probe wurde in der Nähe des HERA-Protonenabsorbers entnommen. Sie wird verglichen mit einer Referenzprobe, die 1991 an der gleichen Stelle entnommen wurde.

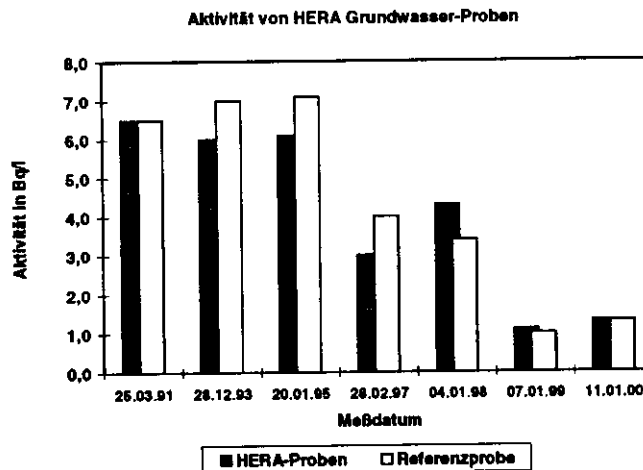


Abbildung 3: Untersuchung einer Wasserprobe auf Radioaktivität. Die Probe wurde in der Nähe des HERA-Protonenabsorbers entnommen. Sie wird verglichen mit einer Referenzprobe, die 1991 an der gleichen Stelle entnommen wurde.

6 Strahlenbelastung von Beschleunigerkomponenten

Seit einigen Jahren werden an den Speicherringen PIA, PETRA und HERA Energiedosen an Komponenten gemessen, die während einer Betriebsperiode aufgesammelt werden. Dazu werden Dosimeter an Spulen von Strahlführungsmagneten angebracht, die beim Betrieb des jeweiligen Beschleunigers besonders hohen Dosen ausgesetzt sind (an Stellen hoher Strahlverluste) oder die typisch sind für einen ganzen Bereich von Magneten (bei Einwirkung von Synchrotronstrahlung). Die Dosen der jeweiligen Messorte werden nach Auswertung der Dosimeter zu denen der Vorjahre addiert. Aus der akkumulierten Strahlenbelastung können Rückschlüsse auf die zu erwartende Lebensdauer der Komponenten gezogen werden.

Als Dosimeter werden mit Silber aktivierte Glasdosimeter (Radio-Photolumineszenz) verwendet, die an einer ^{137}Cs -Quelle kalibriert wurden. Die ermittelten Dosen stellen also Energiedosen in diesem Material dar (mittlere Atommasse = 24,8 g/mol; mittlere Ordnungszahl = 11,9; Dichte = 2,6 g/cm³). Die Dosen, die in den strahlungsempfindlichen Isoliermaterialien der Spulen absorbiert wurden sind deshalb im allgemeinen kleiner.

6.1 PIA

Am Speicherring PIA werden an insgesamt 10 Stellen Energiedosen gemessen. Die Verteilung der Messpositionen ist schematisch in der Abbildung 4 dargestellt. Die Messergebnisse von 1999 sind zusammen mit den Dosissummen von 1991 bis 1999 (beide Jahre inklusive) in der Tabelle 6 aufgeführt.

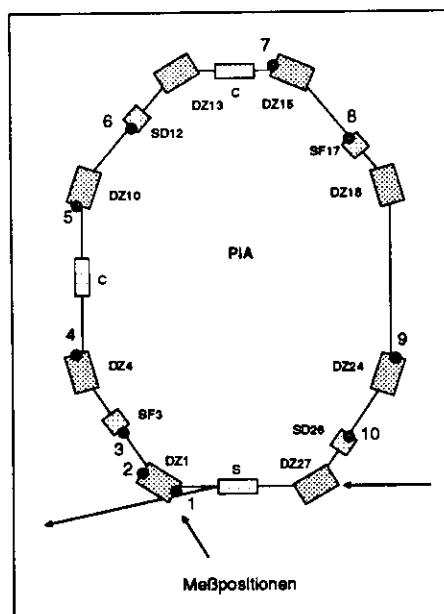


Abbildung 4: PIA, schematische Darstellung mit den Positionen der Dosimeter.

Meßposition		Dosen in Gy	
Nr.	Magnet	1999	Summe 1991-1999
1	DZ1-L	3,0E+06	3,0E+07
2	DZ1-R	8,5E+04	1,2E+06
3	SF3	2,7E+04	4,0E+05
4	DZ4	1,0E+04	2,0E+05
5	DZ10	1,0E+05	1,9E+06
6	SD12	2,4E+04	4,4E+05
7	DZ15	1,6E+04	1,8E+05
8	SF17	6,8E+03	9,2E+04
9	DZ24	1,5E+04	3,0E+05
10	SF26	2,2E+03	8,0E+05

Tabelle 6: PIA, Energiedosen und Summe der Energiedosen an den 10 Positionen der Abbildung 4.

6.2 PETRA

Bei PETRA sind Dosimeter an den Spulen von Dipol- und Sextupolmagneten in der Gegend der jeweiligen Oktantenmitten angebracht. Die Messungen erfolgen bei Dipolmagneten an den Spulenenenden, immer an den oberen Spulen und an den unteren und immer innen und außen, vom Ringzentrum aus gesehen. Damit sind 8 Dosimeter an jedem überwachten Dipol. An einigen Magneten in der Nähe der Ein- und Ausschussstellen sind ebenfalls Dosimeter angebracht. Bei Sextupolmagneten sind sie an den ringaußen gelegenen Spulen angebracht, so dass sie dem Elektronenstrahl entgegensehen. Die Lage der Messorte ist in der Abbildung 5 zu sehen.

In der Auswertung wurde angenommen (was nicht immer stimmt), dass die entsprechenden Stellen der Spulen oben und unten ähnliche Messergebnisse zeigen. Diese Werte wurden deshalb gemittelt, so dass für jede Spule 4 Messwerte bleiben: Rechts außen, rechts innen (rechts ist die Richtung der ankommenden Protonen) und links außen und links innen (von dieser Seite kommen Elektronen oder Positronen und die damit verbundene Synchrotronstrahlung). Die Strahlenbelastung durch Synchrotronstrahlung sollte sich außen stärker bemerkbar machen als innen.

Die Messwerte streuen teilweise stark, auch wenn sie an vergleichbaren Positionen ermittelt wurden. Außerdem ändern sie sich von Jahr zu Jahr und nicht immer in der Weise, die man nach dem jeweiligen Betriebsablauf erwartet. Die gemessenen Dosen hängen sehr stark von der Qualität der Abschirmung ab, die nicht überall gleich gut ist, aber auch von eingebauten Komponenten, die bezüglich der Synchrotronstrahlung "Schatten" werfen können. Außerdem hängen die Dosen von der verwendeten Strahloptik ab.

Die Messergebnisse von 1999 sind in der Tabelle 7 aufgeführt. In der Tabelle 8 sind die Summen der Dosen aufgelistet, die in den Jahren 1991 bis 1999 (beide Jahre inklusive) aufgelaufen sind.

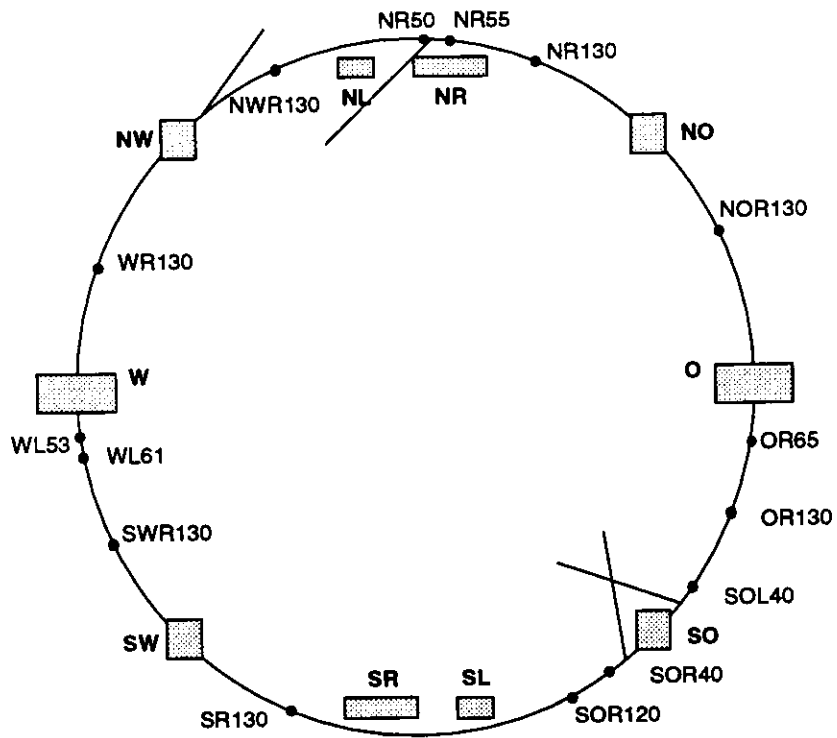


Abbildung 5: PETRA, Messpositionen

1999		Meßpositionen			
Oktant	Komponente	Entgegen p-Strahl		Entgegen e-Strahl	
		rechts		links	
		innen	außen	innen	außen
NOR130	M13	1,9E+4	5,9E+3	1,0E+3	3,4E+3
NOR130	S13				2,8E+4
NR50	M5L	2,1E+6			
NR55	QH603	6,1E+5			
NR130	M10	4,1E+4	1,3E+3	1,6E+3	1,3E+4
NR130	S10				1,8E+4
NWR130	M13	6,9E+3	6,9E+3	1,4E+3	9,3E+3
NWR130	S13				3,5E+3
WR130	M10	1,3E+4	3,8E+3	9,8E+2	6,0E+3
WR130	S10				3,5E+4
WL53	Q9N	1,1E+5		4,7E+4	
WL61	Q0B	1,5E+4			
SWR130	M13	9,2E+4	3,2E+3	1,4E+3	1,7E+3
SWR130	S13				3,1E+4
SR130	M10	5,2E+4	1,3E+3	1,1E+4	3,2E+3
SR130	S10				7,4E+4
SOR40	M1			6,0E+3	9,0E+3
SOR120	M12	3,3E+4	9,9E+2	4,2E+4	1,1E+4
SOR120	S12				4,7E+4
SOL40	M1	6,3E+3	8,3E+3		
OR65	M1	2,9E+4	2,6E+4	2,0E+3	5,0E+2
OR130	M10	5,1E+4	3,9E+3	8,8E+2	3,5E+3
OR130	S10				2,7E+4

Tabelle 7: PETRA, Energiedosen in Gy, akkumuliert im Jahre 1999, an den Positionen der Abbildung 5. *Rechts, links, innen, außen* sind jeweils vom Ringzentrum aus gesehen.

Summe bis 1999		Meßposition			
Oktant	Komponente	Entgegen p-Strahl		Entgegen e-Strahl	
		rechts		links	
		innen	außen	innen	außen
NOR130	M13	8,1E+5	6,8E+6	5,1E+5	5,2E+6
NOR130	S13				6,4E+6
NR50	M5L	1,1E+7			
NR55	QH603	3,4E+6			
NR130	M10	5,5E+4	6,3E+3	1,1E+4	1,5E+4
NR130	S10				1,8E+7
NWR130	M13	1,5E+4	8,9E+3	2,8E+3	1,5E+4
NWR130	S13				2,8E+7
WR130	M10	6,7E+5	5,5E+6	7,7E+5	6,4E+6
WR130	S10				4,8E+6
WL53	Q9N	5,4E+5		4,2E+5	
WL61	Q0B	1,4E+6			
SWR130	M13	7,5E+5	2,0E+6	4,6E+5	2,2E+6
SWR130	S13				2,6E+6
SR130	M10	5,0E+5	2,2E+6	5,3E+5	3,6E+6
SR130	S10				4,4E+6
SOR40	M1			2,6E+5	7,8E+5
SOR120	M12	5,6E+5	1,8E+6	4,8E+5	4,3E+6
SOR120	S12				3,5E+6
SOL40	M1	3,8E+5	3,0E+6		
OR65	M1	3,8E+5	2,1E+6	2,5E+5	8,2E+5
OR130	M10	5,1E+5	2,3E+6	8,3E+5	6,0E+6
OR130	S10				5,2E+6

Tabelle 8: PETRA, Summe der Energiedosen in Gy der Jahre 1991 bis 1999 (beide Jahre inklusiv) an den Positionen der Abbildung 5. *Rechts, links, innen, außen* sind jeweils vom Ringzentrum aus gesehen. Die Dipolspulen der Magneten NR130 und NWR130 wurden Anfang 1998 erneuert. Die Summe ihrer Dosen beginnt zu diesem Zeitpunkt bei "Null".

6.3 HERA

In HERA gibt es sehr wenig Stellen mit erhöhtem Strahlverlust. Die Messpositionen sind deshalb mehr oder weniger gleichmäßig um den Elektronenring verteilt. Die Dosimeter sind jeweils an den oberen Spulen von Quadrupolmagneten angebracht, außen und entgegen der Richtung des Elektronen- oder Positronenstrahls hin gelegen.

Die Messergebnisse von 1999 sind zusammen mit den Dosissummen von 1993 bis 1999 (beide Jahre inklusive) in den Tabellen 9 bis 12 aufgeführt.

Meßposition		Dosen in Gy	
Nr.	Quadrupol- position	Summe 1993 - 1999	1999
1	WR106	2,4E+5	4,4E+3
2	WR228	7,1E+6	4,8E+4
3	WR240	2,3E+6	8,0E+3
4	WR287	1,1E+7	1,3E+6
5	WR334	2,6E+5	2,6E+4
6	WR451	8,3E+5	3,8E+4
7	WR557	5,2E+5	2,6E+5
8	WR663	2,5E+5	4,4E+4
9	WR768	2,0E+5	2,1E+4
10	NL710	2,5E+6	1,9E+4
11	NL604	6,0E+6	1,2E+5
12	NL498	2,5E+5	3,6E+4
13	NL392	1,4E+5	1,4E+4
14	NL298	1,1E+5	1,5E+4
15	NL204	1,1E+5	2,7E+4
16	NL115	4,5E+4	7,5E+3

Tabelle 9: HERA, Energiedosen und Summe der Energiedosen (beide in Gy), gemessen an den Spulen von Quadrupolmagneten im Quadranten W-N.

Meßposition		Dosen in Gy	
Nr.	Quadrupol- position	Summe 1993 - 1999	1999
1	NR110	5,6E+4	4,0E+3
2	NR204	8,3E+4	3,5E+3
3	NR310	7,9E+5	4,8E+4
4	NR416	2,3E+7	5,0E+5
5	NR510	2,6E+5	2,0E+4
6	NR616	4,1E+5	4,4E+4
7	NR721	3,2E+5	5,7E+4
8	OL757	2,4E+5	2,1E+4
9	OL651	1,7E+5	4,6E+4
10	OL545	2,3E+5	1,7E+4
11	OL439	1,2E+5	1,8E+4
12	OL334	3,0E+5	1,0E+4
13	OL239	2,5E+5	2,3E+4
14	OL204	5,3E+5	3,3E+5
15	OL113	1,0E+5	2,1E+1

Tabelle 10: HERA, Energiedosen und Summe der Energiedosen (beide in Gy), gemessen an den Spulen von Quadrupolmagneten im Quadranten N-O.

Meßposition		Dosen in Gy	
Nr.	Quadrupol- position	Summe 1993 - 1999	1999
1	OR113	4,7E+4	5,7E+3
2	OR204	5,8E+6	3,4E+4
3	OR310	6,7E+5	3,7E+5
4	OR416	6,2E+6	1,6E+4
5	OR510	8,0E+5	2,3E+4
6	OR616	2,6E+5	4,1E+4
7	OR721	1,3E+6	5,3E+4
8	SL757	1,5E+5	1,6E+4
9	SL651	1,1E+5	2,7E+4
10	SL545	1,7E+5	2,1E+4
11	SL439	1,6E+5	2,8E+4
12	SL334	1,8E+5	2,7E+4
13	SL239	2,0E+5	4,1E+4
14	SL204	6,9E+5	6,5E+2
15	SL113	7,9E+4	6,0E+3

Tabelle 11: HERA, Energiedosen und Summe der Energiedosen (beide in Gy), gemessen an den Spulen von Quadrupolmagneten im Quadranten O-S.

Meßposition		Dosen in Gy	
Nr.	Quadrupol- position	Summe 1993 - 1999	1999
1	SR113	4,5E+5	1,7E+1
2	SR204	4,0E+5	2,5E+4
3	SR310	6,1E+5	4,8E+5
4	SR416	4,0E+6	2,8E+4
5	SR510	1,2E+6	2,6E+5
6	SR604	8,3E+7	2,5E+4
7	SR710	1,2E+6	2,5E+4
8	WL768	2,6E+5	1,4E+4
9	WL663	3,0E+5	1,6E+5
10	WL557	3,0E+5	5,3E+4
11	WL451	2,1E+5	5,2E+4
12	WL357	2,4E+5	1,8E+4
13	WL251	4,2E+5	1,7E+4
14	WL204	2,4E+5	3,4E+2
15	WL147	1,3E+5	3,0E+4
16	WL125	1,3E+5	5,0E+3
17	WL112	8,5E+5	1,5E+3
18	WL79	2,6E+4	2,3E+3

Tabelle 12: HERA, Energiedosen und Summe der Energiedosen (beide in Gy), gemessen an den Spulen von Quadrupolmagneten im Quadranten S-W.

6.4 Belastung durch Neutronen

In den Speicherringen PETRA und HERA und im Beschleunigerraum von DESY2/3 wurden an einigen ausgewählten Stellen jährlich Neutronenfluenzen (= Anzahl der Neutronen pro cm^2) gemessen. Dazu benötigt man eine Messmethode, die unempfindlich ist gegenüber dem hohen Untergrund an Photonen. Als geeignet hat sich die Aktivierung von ^{59}Co erwiesen, das als Blech ($3 \times 3 \text{ cm}^2$) im Zentrum eines Moderators (Polyethylenzylinder, Höhe 18 cm, Durchmesser 18 cm) angebracht ist. Das bei der Aktivierung resultierende ^{60}Co ist dann mit Hilfe der γ -Spektroskopie leicht nachweisbar. Neutronen, die mit dieser Methode nachweisbar sind, liegen in einem Energiebereich zwischen 100 keV und 100 MeV.⁴

HERA

Position	1995	1996	1997	1998	1999
WR 43	8,50E+09	1,00E+10	2,40E+09	3,60E+09	3,26E+09
WR 109	1,20E+11	4,00E+08	4,80E+08	3,10E+07	4,82E+09
SL 15	9,00E+09	1,00E+10	1,60E+09	1,40E+09	1,46E+09
SR 23	1,00E+09	1,20E+09	8,70E+08	5,20E+08	4,04E+08
SR 202	7,10E+08	5,90E+09	3,10E+09	1,30E+09	8,04E+08
WL 775	1,10E+08	5,80E+07	6,70E+07	2,00E+08	2,46E+08
WL147	2,70E+10	2,90E+10	4,70E+10	1,00E+11	1,50E+11
WL 80	7,20E+12	1,10E+13	1,10E+13	7,40E+12	1,72E+13
OL 785	9,60E+07	<5.00E+07	7,40E+07	1,40E+09	2,40E+08

PETRA

Position	1995	1996	1997	1998	1999
SOL M1 - QA	3,00E+12	4,30E+12	3,90E+12	2,10E+12	1,70E+12
OL 160	1,80E+10	2,50E+10	1,90E+10	2,70E+10	1,52E+10
WR 60	4,60E+08	1,10E+09	4,10E+08	6,20E+08	1,40E+09

DESY

DESY	1995	1996	1997	1998	1999
M12 - M13	5,30E+12	4,90E+12	1,30E+10	4,90E+12	5,81E+12
M1 - M2	3,00E+11	2,50E+10	5,30E+12	1,40E+11	1,61E+11
M24 - M25	2,80E+12	6,90E+10	5,00E+10	2,10E+10	5,25E+12
M36 - M37	2,40E+12	7,20E+12	9,10E+12	8,00E+12	6,25E+10

Abbildung 6: Neutronenfluenzen pro Jahr in n/cm^2 , gemessen in den Speicherringen HERA, PETRA und an DESY3.

⁴) K.Tesch: Überwachung der Neutronenfluenz in einem Beschleunigerraum, Interner Bericht DESY D3-72 (1992)

7 Tabellen der Ortsdosen

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Messungen der Ortsdosen außerhalb von Beschleunigerräumen zusammengestellt. Sie sind aufgeschlüsselt nach Gamma- und Neutronendosen. Wenn keine Neutronendosis eingetragen ist, war diese Stelle nicht mit einem Neutronendosimeter ausgestattet. Die Dosen sind Jahresdosen, aufsummiert aus monatlichen Einzelmessungen. Der Beitrag des natürlichen Gamma-Untergrunds ist jeweils abgezogen.

Verwendete Abkürzungen:

(K) = Kontrollbereich

(Sp) = Sperrbereich

Bei den Kreisbeschleunigern bedeuten die Bezeichnungen *links* oder *rechts* die Richtung vom Kreismittelpunkt aus gesehen.

7.1 Linac2 und Linac3

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
Linac2			
21	Modulatorhalle, nahe Klystron 12 (K)		0,35
22	Modulatorhalle, Wand zum Converter (K)		8,1
23	Modulatorhalle, Wand zur Werkstatt (K)		6,4
24	Modulatorhalle, Schrank, Gunteststand (K)		0,78
120	Im Keller unter dem Teststand*) (K)		2,1
121	Modulatorhalle, auf dem Teststand*) (K)	11	3,3
122	HF-Einspeisung auf Teststand*) (Sp)		8,6
123	Abschirmung Teststand, Gangseite*) (K)		1,1
124	Abschirmung Teststand, Strahlachse*) (K)		1,6
Linac3			
107	Betriebsraum, nahe DESY (K)	48	4,2
108	Betriebsraum, Kontrollraum (K)	3,0	1,0
109	Interlocktür rechts, 45 m ¹⁾	3,3	0,50
112	Quellenraum, Wand zum Beschleuniger, links (K)	1,1	2,1
113	Quellenraum, Wand neben Notschalter, hinten (K)	0,76	0,68
114	Quellenraum, Rückwand, Strahlhöhe (K)	1,3	0,57

Tabelle 13: Jahresdosen der Bereiche Linac2 und Linac3
¹⁾ = von der H⁻-Quelle an gerechnet. *) = Betrieb 6 Monate

7.2 DESY2/3

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
	DESY2/3		
1	Ehemaliger HKR	< 0,2	0,25
2	Radialkanal 8, Interlocktür (K)	2,2	1,1
3	SER, nahe Abschirmung zum Synchr. (K)	53	4,8
11	Linac 1, Laborraum, am Labortisch (K)	3,4	1,5
12	Linac 1, Pumpenraum (K)	0,64	< 0,2
13	Linac 1, Kontrollraum (K)	< 0,3	< 0,2
14	Linac 1, Modulatorraum (K)	1,0	0,22
	Bunker 1 (Geb.22)		
50	Gittertür zum Tunnel	< 0,3	0,47
	Bunker 2 (Geb.22a)		
60	An der Abschirmung zum Synchrotron (Sp)	6,7	1,6
61	Nähe zusätzlicher Abschirmmauer (K)	0,54	0,28
62	Kondensatorgarten bei Geb. 30c (K)	0,85	0,56

Tabelle 14: Jahresdosen des Bereichs DESY2/3

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
Halle 1			
101	Kranluke (K)	18	4,3
102	Aussen, Ostseite, grüner Container (K)	140	32
103	Innen, Kragdecke, Ostseite (K)	30	4,8
104	Gebäude 20c, neben Aufenthaltsraum	1,5	0,3
Halle 2			
151	Strahl 22, in der Messhütte	2,6	0,27
152	Strahl 24, in der Messhütte	2,7	0,86
153	Kranluke (K)	67	7,2
154	Kragdecke Südseite (K)	300	85
155	Südseite der Halle 2, außen	71	16
156	Teststrahl 21, rechts, 3 m. ¹⁾	7,9	2,6
157	Teststrahl 22, rechts, 4 m.	9,1	3,1
158	Teststrahl 24/1, rechts, 4 m.	16	1,2

Tabelle 15: Jahresdosen der Bereiche Halle1 und Halle2

¹⁾ Von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

7.3 PETRA, HASYLAB6

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
PETRA Halle Süd-Ost			
800	Übergang, Brüstung	11	1,6
801	Innen rechts, Interlocktür	15	0,84
802	Innen links, im Elektronenschrank (K)	6,9	1,4
803	Innen links, Wand zum P-Weg (K)	14	2,4
805	Aussen links, an der Abschirmmauer	3,0	< 0,2
806	Im Gashaushaus, rechts unten, Fußboden	4,4	0,77
Werkstatt G11 auf dem PETRA-Tunnel			
810	Auf Abschirmung, Fußboden, rechts (K)	38	8,5
811	Auf Abschirmung, Fußbodens, links (K)	7,1	1,3
812	Innen rechts, 1,5 m vom Zaun, Drehbank	6,6	0,82
813	Innen Mitte, 1,5 m vom Zaun, Richtbank	2,2	0,42
PETRA Halle Ost			
820	Gästehaus 15 A, außen	0,2	< 0,2
830	Übergang, Brüstung	6,4	0,50
831	Innen Mitte, Zaun vor der Interlocktür	2,0	0,20
832	Aussen Mitte, Tunnelwand	1,3	0,24
833	Innen rechts, Tunnelwand	0,86	< 0,2

Tabelle 16: Jahresdosen des Bereichs PETRA(I)

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
	PETRA Halle Nord-Ost		
840	Übergang, Brüstung	0,71	< 0,2
841	Innen Mitte, am Aufgang	0,36	< 0,2
842	Aussen Mitte, Tunnelwand	0,26	< 0,2
	PETRA Hallen Nord		
850	NL, Interlocktür PR-Weg	0,34	< 0,2
852	NR, rechts am Gitter	0,24	< 0,2
	PETRA Halle Nord-West		
860	Übergang, Brüstung	0,63	< 0,2
861	Innen links, Interlocktür	0,81	< 0,2
862	Raum, innen, rechts, oben	0,22	< 0,2
	PETRA Halle West		
870	Übergang, Brüstung	1,6	0,39
871	Innen rechts, Interlocktür	0,54	< 0,2
872	Aussen Mitte, Abschirmmauer	0,54	< 0,2
	PETRA Halle Süd-West		
880	Übergang, Brüstung	0,67	< 0,2
881	Innen links, Interlocktür	1,6	< 0,2

Tabelle 17: Jahresdosen des Bereichs PETRA(II)

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
890	Gebäude 11a (Warenwirtschaft)		
	Im Keller, nahe Tunnel an der Wand	1,9	0,22
700 701 702 703 704 705	HASYLAB 6		
	Auf dem Schrank vor der Interlocktür	< 0,3	< 0,2
	Außen links, Hallenwand, neben dem Aufstieg		0,26
	Str 1/1, links, nahe Interlocktür an der Wand		0,22
	Str 1/1, links, 15m, Kontrollraum, Wand zum Strahl		< 0,2
	Str 1/2, links, 20m, Kontrollraum, Wand zum Strahl		< 0,2
Hallenwand, außen rechts, zum PETRA Tunnel	0,28		

Tabelle 18: Jahresdosen des Bereichs PETRA(III)

7.4 HERA

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
	HERA Halle Nord		
926	Innen, Erdgeschoss , Exp.-Hütte innen, rechts	1,5	< 0,2
927	Innen, Erdgeschoss , Exp.-Hütte innen, links	1,4	< 0,2
929	Innen, Hüttendach, Geländermitte	1,1	< 0,2
931	Innen, Myonenplattform, linke Galerieecke	2,2	< 0,2
932	Innen, Myonenplattform, rechte Galerieecke	1,2	0,26
935	Mitte, Detektorgalerie, unter schrägem Rohr	7,6	0,33
936	Mitte, Detektorgalerie, beim Ventil	1,0	0,68
938	Mitte, Elektronikplattform, Spalt im Eisen		< 0,2
940	Außen, Myonenplattform, linke Galerieecke	2,0	< 0,2
941	Außen, Myonenplattform, rechte Galerieecke	0,78	< 0,2
943	Außen, 3. Galerie, an der Wand		0,41
945	Außen, 1. Galerie, links an der Wand	0,8	< 0,2
946	Außen, 1. Galerie, rechts an der Wand	1,1	< 0,2
947	Außen, Erdgeschoss , Heliumplatte, Schrank	1,0	< 0,2
949	Mitte, Erdgeschoss , Durchgang	1,3	< 0,2

Tabelle 19: Jahresdosen des Bereichs HERA(I)

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
HERA Halle Ost			
950	Innen, 1. Galerie, rechts Interlocktür	1,4	< 0,2
951	Innen, 1. Galerie, links, Interlocktür	1,3	< 0,2
952	Außen, Mitte, untere Plattform	0,80	0,22
953	Außen, obere Plattform nahe Tunnel	0,67	0,39
954	Mitte, Durchgang	1,5	< 0,2
955	Außen, 1. Galerie, rechts auf der Kabelpritsche	0,70	< 0,2
956	Außen, 1. Galerie, links am Pfosten	0,73	< 0,2
957	Außen, Erdgeschoss links, HERMES-Raum	< 0,6	0,40
HERA Halle Süd			
975	Innen, Erdgeschoss , rechts, Träger ZEUS-Joch	0,49	< 0,2
978	Innen, 1. Galerie links, Wand in der Hütte	0,78	< 0,2
980	Innen, Rucksack, mittlere Etage, unter der Decke	1,1	0,31
981	Innen, Rucksack, obere Etage, links	0,51	< 0,2
982	Innen, Rucksack, obere Etage, rechts	0,53	< 0,2
985	Innen, ZEUS-Balkon links	0,55	< 0,2
986	Innen, ZEUS-Balkon rechts	0,43	< 0,2
988	Mitte, Durchgang	0,65	< 0,2
990	Außen, Erdgeschoss , links am Geländer	1,1	< 0,2
991	Außen, Erdgeschoss , rechts am Geländer	0,60	< 0,2
992	Außen, 1. Galerie, rechtes Gitter	0,60	< 0,2
995	Außen, ZEUS-Balkon links	0,53	< 0,2
996	Außen, ZEUS-Balkon rechts	0,40	< 0,2

Tabelle 20: Jahresdosen des Bereichs HERA(II)

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
HERA Halle West			
906	Raum 601, auf dem Schrank	1,5	0,53
907	Raum 610, links auf dem Luftkanal	5,9	0,60
908	HF-Halle, 6.Stock, hinter den Klystrons	26	2,4
910	Innen, 1.Galerie, Mitte, Vermessungskonsole	8,1	0,50
911	Innen, 1.Galerie, links am Gitter	10	1,5
912	Innen, 1.Galerie, rechts neben Interlocktür	9,2	0,26
913	Elektronikwagen, 1. Stock, innen, Mitte	3,5	0,32
914	Elektronikwagen, 2. Stock, außen, links (K)	9,8	0,56
915	Elektronikwagen, 3. Stock, innen, rechts (K)	19	0,84
917	Kontrollraum Zi.201, hinten rechts	4,9	4,3
918	Eingangshalle 7. Stock, Gitter zur Luke (seit 22.2.99)	4,0	0,60
919	Kontrollraum 4. Stock	4,2	1,6
920	Kontrollraum 5. Stock	2,1	0,80
921	HF-Halle 6.Stock, am Rohr für Laserstrahl	1,3	0,33
922	Computerraum Zi.301, hinten rechts	1,4	0,73
Oberhalb des HERA Tunnels			
923	Laborgebäude 1 D, Keller, Verbindungsgang	1,1	0,27
924	Anbau Halle 1 (IKR-Werkstatt)	< 0,9	0,54
595	Sylvesterallee, Zaun am Schwimmbad	< 0,1	< 0,2
596	Sylvesterallee, am Parkplatz	< 0,1	< 0,2
597	Hellgrundweg, Nordseite	< 0,1	< 0,2

Tabelle 21: Jahresdosen des Bereichs HERA(III)

7.5 DORIS, HASYLAB1-5

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
DORIS			
301	MHF-Labor, an der Wand Richtung DORIS		0,27
302	Hallenmitte, Wand zur Versorgungshalle		< 0,2
303	An der Interlocktür Südseite		< 0,2
304	HF-Keller 3, neben der Interlocktür (K)		0,54
305	HF-Keller 3, vor den Kabeldurchführungen (K)		< 0,2
306	HF-Keller 4, vor den Kabeldurchführungen (K)		< 0,2
307	HF-Keller 1, unter der 1. Deckenöffnung (K)		2,3
308	HF-Keller 1, unter der 2. Deckenöffnung (K)	2,9	0,93
309	HF-Keller 1, Kabeldurchführung (K)		2,0
310	HF-Keller 2, unter der 1. Deckenöffnung (K)	< 0,5	< 0,2
311	HF-Keller 2, unter der 2. Deckenöffnung (K)		6,5
312	HF-Keller 2, Kabeldurchführung (K)		< 0,2
HASYLAB1			
320	W2, links, Strahlhöhe, 0 m, an der Absch.wand ¹⁾	1,7	< 0,2
321	W2, rechts, Strahlhöhe, 0 m, an der Absch.wand	1,6	0,36
322	W2, rechts, Strahlhöhe, 15 m, an der Bleiabsch.	0,37	< 0,2
410	W2, links, Strahlhöhe, 3m, an der Bleiabsch.		0,32
411	W2, rechts, Strahlhöhe, 3m, an der Bleiabsch.		0,32
412	W2, links, 10m, an der Abschirmwand außen		< 0,2

Tabelle 22: Jahresdosen des Bereichs DORIS und HASYLAB1

¹⁾ Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
HASYLAB2 und 2A			
420	X, im Arbeitsraum, am Fenster		0,26
421	X, links, Hüttenwand, in 1,6 m Höhe, am Fenster		0,23
425	X2, Container, auf der DORIS-Abschirmung		< 0,2
HASYLAB 3			
340	W1, links, 7 m, Abschirmung ¹⁾	0,73	0,27
350	B1, links, 10 m, am Strahlende	0,20	< 0,2
430	W1, oben, 15 m, Abschirmung unter dem Strahlrohr		0,21
431	W1, rechts, 15 m, an der Gebietsabschirmung		< 0,2
432	C1, oben, 3 m, Bühne an der Hüttenwand		0,24
433	C1, rechts, 18 m, am Strahlende		< 0,2
434	D1, links, 1 m, an der Interlocktür		< 0,2
435	D1, links, 12 m, am Geländer der Zwischenplattform		< 0,2
436	D4, rechts, 6 m, an der Gebietsabschirmung		0,25
437	D4, rechts, 4 m, außen, an der Tür		< 0,2
440	E1, links, 9 m, am Drahtzaun		< 0,2
441	E2, links, 16 m, am Drahtzaun		0,21
442	F4, rechts, 6 m, am T-Träger der ob. Plattform		0,20
443	F2, oben, 10 m, am 1. grünen Gestell		< 0,2
445	G1, links, 0 m, an der DORIS-Abschirmwand		0,37
446	G2, links, 7 m, an der Interlocktür		0,81
447	I, rechts, 4 m, außen an der Messhütte		0,29
448	I, rechts, 1 m, an der Spiegelkammer in 0,5 m Höhe		0,21

Tabelle 23: Jahresdosen des Bereichs HASYLAB2 und 3

¹⁾ Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
HASYLAB4			
390	BW1, links, 6 m, neben der Interlocktür	0,27	< 0,2
395	BW2, oben, 12 m, auf der Abschirmung (K)	1,0	0,29
450	BW1, links, 3 m, Abschirmmauer Strahlhöhe ¹⁾		0,51
451	BW1, links, 7 m, oben am Geländer		0,50
452	BW1, rechts, 4 m, auf Hüttendach		0,64
453	BW1, oben, 5 m, am Geländer, DORIS-Halle (K)		0,40
454	BW1, links, 5 m, neben der Interlocktür		0,41
455	BW1, links, 12 m, am Elektronenschrank		0,27
456	BW1, rechts, 15 m, am Geländer vor dem Fenster		0,37
460	BW2, links, 15 m, an der Hüttenwand		< 0,2
461	BW3, links, 10 m, an der Abschirmung		< 0,2
462	BW4, links, 5 m, an der Interlocktür		0,41
HASYLAB5			
470	BW4, links, 2,5 m, Ende Hütte		< 0,2
471	BW5, links, 10 m, neben der Interlocktür		1,0
472	BW6, links, 6 m, an der Hüttenwand		0,40
473	BW6/NG1, links, 9 m, an der Hüttenwand		0,26
474	BW6, Mitte, 14 m, am Strahlende, Hüttentür		0,21
475	BW7, links, 20 m, am Strahlende, Hüttentür		0,24
480	K/NG1, links, 5 m, an der Interlocktür		0,30
481	K/NG1, links, 7 m, an der Abschirmung		0,45
482	HG1-K, links, 6 m, an der Interlocktür		0,29
483	NG2-K, links, 7 m, an der Abschirmwand		0,23
484	NG3-K, rechts, 7 m, neben der Interlocktür		0,43
485	NG3-K, rechts, 10 m, an der Abschirmwand		0,26
490	L, links, 4 m, an der Abschirmwand		0,22
491	L, links, 10 m, an der Abschirmwand		0,31
492	L, links, 12 m, am Strahlende		0,30
493	L, rechts, 8 m, an der Tür		0,22

Tabelle 24: Jahresdosen der Bereiche HASYLAB4 und 5

¹⁾ Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.

7.6 TESLA-TF, S-Band-Linac

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
	TESLA-TF		
250	Gang zwischen Hallenwand und Tunnel (K)	0,33	< 0,2
251	ZZ - Tür		0,76
252	Tür zum Injektor		0,44
253	Horizontaler Teststand		0,28
254	Vertikaler Teststand		0,34
255	Kontrollraum		< 0,2
256	Absorber, Wasservorlauf		< 0,2
257	Absorber, Kathionentauscher		< 0,2
258	Bunch-Kompressor 2, Ostgang (ab 8.99)		0,25
259	ZZ-Tür zur Kryohalle (ab 8.99)		3,4
260	Ecke am Zugangslabyrinth (ZZ)	0,81	< 0,2
261	Ecke am Kryobau	0,18	< 0,2
262	Bunch-Kompressor 2, Hallenseite	0,86	0,95

Tabelle 25: Jahresdosen der Bereiche TESLA-TF und S-Band Linac

7.7 Geländegrenzen und Außenpositionen

Pos.Nr.	Standort	Dosis in mSv	
		Neutronen	Gamma
Geländegrenze			
511	Am Zaun nahe PETRA Halle SO	0,30	< 0,2
521	Eingang Notkestraße	< 0,1	< 0,2
522	Gästehaus 1	< 0,1	< 0,2
531	Bei der Halle Süd-West	< 0,1	< 0,2
551	Halle Nord-West, zur Tennishalle	< 0,1	< 0,2
552	Halle Nord-West, zum Blomkamp	< 0,1	< 0,2
562	Halle Nord, auf dem Wall	0,15	< 0,2
571	Halle Nord-Ost, am Zaun	0,13	< 0,2
580	2. Institut, an einem Verkehrsschild	< 0,1	< 0,2
581	Zwischen Zyklotron und 2. Institut	0,18	< 0,2
582	Eingang Luruper Chaussee	< 0,1	< 0,2
Außenpositionen			
591	HH - Altona 1	< 0,1	< 0,2
592	HH - Altona 2	< 0,1	< 0,2
593	HH - Altona 3	< 0,1	< 0,2
595	HERA, Sylvesterallee, Zaun am Schwimmbad	< 0,1	< 0,2
596	HERA, Sylvesterallee, am Parkplatz	< 0,1	< 0,2
597	HERA, Hellgrundweg, Nordseite	< 0,1	< 0,2

Tabelle 26: Jahresdosen an den Betriebsgrenzen und an Außenstellen.