

Interner Bericht

DESY D3-44

März 1983

Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen
am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY
im Jahre 1982

| | | |
|-----------------------------|----------------|-----------------------|
| Eigentum der Property of | DESY | Bibliothek library |
| Zugang: Accessions: | 1 5. APR. 1983 | |
| Leihfrist: Loan period: | 7 | Tage days |

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“**

Interner Bericht
DESY D3-44
März 1983

Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen
am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY
im Jahre 1982

- Inhalt:
1. Personendosen
 2. Ortsdosen außerhalb von Beschleunigerräumen
 3. Aktivierung von Beschleunigerkomponenten
 4. Überwachung von Luft und Wasser

Results of Radiation Protection Measurements
in 1982 at the Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

- Contents:
1. Personal Doses
 2. Results of site surveys
 3. Activation of accelerator components
 4. Control of released air and water

1. Personendosen

Die Messung von Personendosen mittels Filmdosimeter ist vorgeschrieben für diejenigen Mitarbeiter, die Kontrollbereiche betreten oder mit radioaktiven Stoffen umgehen. Aber auch bei Arbeiten in frei zugänglichen Experimentierhallen und in Beschleuniger-räumen, die nach Beendigung des Betriebes nicht als Kontrollbereich klassifiziert zu werden brauchen, wird meist das Filmdosimeter getragen. Gemessen wird mit diesem Dosimeter nur die γ -Dosis, da die Ergebnisse der Ortsdosismessung zeigen, daß die Neutronendosen kleiner als die Dosen durch γ -Strahlung sind. Zur Eigenkontrolle dienen ferner γ -empfindliche Stabdosimeter, deren Ergebnisse jedoch nicht aufgezeichnet werden. Die Dosisfilme werden monatlich von der staatlichen Meßstelle in Hamburg-Altona ausgewertet, die Ergebnisse von D3 gemäß den gesetzlichen Bestimmungen 25 Jahre aufbewahrt. Die kleinste von der Meßstelle angegebene Monatsdosis ist 20 mrem.

Es wurden im Mittel 820 DESY-Angehörige und langfristig bei DESY arbeitende Gäste mit Filmdosimetern überwacht, dazu kommen 50 Angehörige des EMBL und von Fremdfirmen. Meßbare Dosen wurden nur bei 35 Personen festgestellt, die Jahresdosen liegen bei 32 Personen unter 100 mrem und bei 3 Personen zwischen 100 und 1000 mrem. Die maximal zulässige Jahresdosis beträgt für beruflich strahlen-exponierte Personen 5000 mrem; von diesem Grenzwert sind wir also auch im Jahr 1982 hinreichend weit entfernt. Die Gesamtdosis der Belegschaft, definiert als Summe der festgestellten Monatsdosen ≥ 20 mrem, beträgt 2,4 rem.

Es wurden außerdem für kürzere Zeit 461 Gäste (Angehörige anderer Institute oder von Fremdfirmen) mit Filmdosimetern (und z.T. mit Stabdosimetern) ausgestattet. Bei 18 von ihnen lag die Dosis zwischen 20 und 100 mrem, sonst unter 20 mrem. 41 Besucher von Kontrollbereichen erhielten ein Stabdosimeter, die damit gemessenen Personendosen lagen alle unter 20 mrem.

15 Mitarbeiter erhalten auf Wunsch Fingerringe mit 2 Thermolumineszenz-Dosimetern zur Messung der β - und der γ -Handdosis. Alle Meß-

werte lagen unter 1 rem pro Jahr. Die maximal zulässige Handdosis beträgt 60 rem/a.

2. Ortsdosen außerhalb von Beschleunigerräumen

Die Dosis in den zugänglichen Gebieten des DESY-Geländes wird durch zwei unabhängige Meßsysteme registriert. Das eine System besteht aus 85 Argon-gefüllten Ionisationskammern, die die Dosis und Dosisleistung der Elektron-Photon-Streustrahlung messen; an einigen Stellen stehen zusätzlich Neutronenzähler (BF₃-Zählrohr mit Moderator) zur Messung der Neutronenkomponente. Diese Geräte liegen im Interlocksystem der Beschleuniger und schalten sie bei Überschreitung einer eingestellten Dosisleistungsschwelle ab.

Ein zweites System besteht aus integrierenden Thermolumineszenz-Dosimeter (TLD), die an 140 Punkten des gesamten DESY-Geländes die Dosis der Elektron-Photon-Komponente und der mittelschnellen Neutronen messen. Sie werden monatlich ausgewertet. Die Positionen an der Geländegrenze sind zusätzlich mit Dosisfilmen zur Messung von γ -Strahlung ausgerüstet, die zur Auswertung an die Meßstelle in Altona geschickt werden, um Angaben einer amtlichen Stelle über die Dosis an der Geländegrenze zu erhalten.

Die automatischen Systeme werden ergänzt durch Messungen und Kontrollgänge von Mitgliedern der Strahlenschutzgruppe mit tragbaren Geräten.

Im folgenden werden nur die aufintegrierten Jahresdosen der automatischen Systeme zusammengestellt. Tab. 1 zeigt die Meßwerte der Ionisationskammern und Neutronenzähler, die Standorte sind in Abb. 1 eingezeichnet. Der (durch ein Kontrollpräparat für die tägliche Funktionskontrolle erhöhte) Nulleffekt wurde abgezogen; er wird an Wartungstagen bestimmt und beträgt, auf das volle Jahr umgerechnet, 1400 mrem. Die Kammern sind außerordentlich stabil. Die Standardabweichung des Nulleffektes beträgt sowohl für den Zeitraum von einer Woche (Kurzzeitstabilität) als auch für den Zeitraum eines Jahres (Langzeitstabilität) 1,4%. Die kleinste nachweisbare Jahresdosis oberhalb des Nulleffektes ist daher etwa 60 mrem.

Die Ergebnisse der TLD zeigt Tab. 2 (Standorte in Abb. 2). Sie enthalten nicht den natürlichen Untergrund, der für die γ -Strahlung ca. 70 mrem, für die Neutronenkomponente ca. 3 mrem im Jahr beträgt. Die kleinste meßbare Jahresdosis oberhalb des Untergrundes ist etwa 25 mrem für γ -Strahlung und 10 mrem für Neutronen. Mit den an der Geländegrenze stationierten Dosisfilmen wurden von der Meßstelle keine Monatsdosen \geq 20 mrem gefunden.

Die γ -Dosiswerte des TLD-System sind meist höher als die Werte der Ionisationskammern. Dies liegt daran, daß der Meßbereich der TLD bis zu Energien von ca. 10 keV, der der Kammer nur bis 80 keV herunterreicht. Außerdem ist die kleinste nachweisbare Dosis bei den TLD geringer.

Es ergibt sich, daß an keiner Position in den Überwachungsreichen die Dosis von 1500 mrem pro Jahr bei 40-stündigem Aufenthalt pro Woche (d.h. 6,3 rem pro Jahr bei Dauermessung) erreicht wurden, die die Errichtung eines Kontrollbereiches notwendig macht. In den 6 PETRA-Hallen lagen die gemessenen Ortsdosen alle unter 500 mrem/a. In den Überwachungsbereichen am Synchrotron, an den Linacs und am DORIS einschließlich der Experimentiergebiete für Synchrotronstrahlung waren fast alle Jahresdosen kleiner als 100 mrem. In verschiedenen Kontrollbereichen kann die Jahresdosis erheblich höher sein, bis ca. 50 rem/a, doch ist hier die Aufenthaltsdauer von Mitarbeitern klein, wie auch die Ergebnisse der Personendosimetrie zeigen. Die Jahresdosis an den Geländegrenzen muß entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen kleiner als 150 mrem sein; tatsächlich konnte dort außer dem natürlichen Untergrund keine Strahlung festgestellt werden.

3. Aktivierung von Beschleunigerkomponenten

In den regulären Wartungszeiten wird die Radioaktivität der Beschleuniger und der Speicherringe durch Messung der γ -Dosisleistung an der Oberfläche des Vakuumrohres der Beschleuniger gemessen. Diese Messungen dienen vor allem dazu, die Stellen erhöhter Aktivität zu kennzeichnen. Außerdem erhalten wir durch die Aufzeichnungen einen Überblick über die Entwicklung der Restaktivität.

Die Jahresmittelwerte aus einigen Aufzeichnungen der γ -Dosisleistungen an den Enden der Vakuumrohre im Synchrotron sind in Tab. 3, Spalte 2, angegeben, entsprechende Werte entlang der Oberfläche des Linac 1, des Linac 2 und des Speicherrings PIA in Tab. 4 und 5. Die Daten wurden nach einer Abklingzeit von ca. 26 Stunden aufgenommen. Unmittelbar nach dem Abschalten würden die Werte 5 mal höher, 10 min nach dem Abschalten 2 mal höher sein. Die nichtgemessene β -Dosis gibt einen zusätzlichen Beitrag von 25%. In grober Näherung geben die Werte die Dosisleistungen, die man im Mittel im Arbeitsabstand gleich nach Abschalten der Beschleuniger vorfinden würde.

Der Mittelwert aller Dosisleistungen von Tab. 3 ist 10 mrem/h. Damit war 1982 die Strahlenbelastung bei Arbeiten am Synchrotron im Mittel so groß wie im Vorjahr. Das gleiche gilt für den Linac 2 und den Speicherring PIA; die Dosisleistungen im Linac 1 haben sich im Vergleich zum Vorjahr etwa verdoppelt.

Zur Überwachung von Spulenschäden an den Synchrotronmagneten werden an einigen Stellen ständig die während des Betriebes entstehenden Dosen mit Radiophotolumineszenz-Dosimetern gemessen, Meßpunkte sind die Oberfläche der Enden der unter der Vakuumkammer liegenden Spulen. Die Daten werden an die Gruppe MEA gegeben zur Überwachung von Strahlenschäden. Die Jahresdosen sind in Tab. 3, Spalte 3 eingetragen.

An den Speicherringen DORIS und PETRA findet man an den Wartungstagen eine nennenswerte Aktivität nur in den Einschubgebieten.

Eine Übersicht über die ca. 1 Stunde nach dem Abschalten an der Oberfläche der Vakuumkammern gemessenen Dosisleistungen zeigt Tab. 6. Die Klassifizierung dieser Gebiete als Überwachungsbereich ist also gerechtfertigt.

Staubförmige Kontaminationen spielen an den Beschleunigern praktisch keine Rolle, wie die an den Wartungstagen entnommenen Wischproben zeigen. Die Jahresmittelwerte der β -Aktivität von 15 Stellen im Synchrotron und 7 Stellen im Linac 2 ergeben alle Kontaminationen unter 1 pCi/cm² im Synchrotron und unter 4 pCi/cm² im Linac 2. Nach der Strahlenschutzverordnung darf die Oberflächenkontamination an Arbeitsplätzen in Kontrollbereichen 1000 pCi/cm², an Arbeitsgegenständen und Kleidung in betrieblichen Überwachungsbereichen maximal 100 pCi/cm² betragen. An Orten, wo sonst mit radioaktivem Material umgegangen wird, wie Halle 3, Vakuumlabor und einige Räume bei D3, lag die staubförmige Kontamination unterhalb der Nachweisgrenze von ca. 0,2 pCi/cm².

4. Überwachung von Luft und Wasser

Die β -Aktivitätskonzentration der umgewälzten Synchrotron-Luft wird kontinuierlich gemessen, da sich Personen im Vermessungsgeschoß aufhalten können und der Beschleuniger nicht völlig von der Außenwelt abgeschlossen ist. Ebenso überwacht wird die aus dem Linac 2 abgeblasene Luft.

Im Jahresmittel betrug die Aktivitätskonzentration im Zentrum des Synchrotrons 2,0 pCi/cm³, dies entspricht einer Dosisleistung von 0,6 mrem/h (wobei wegen der geringen Abmessungen der Räume nur die β -Strahlung berücksichtigt ist). Kurzfristig stieg die Konzentration zu höheren Werten an, war jedoch zu keiner Zeit größer als 4 pCi/cm³.

Die Konzentration der kurzlebigen β -Strahler (¹³N, ¹⁵O, ⁴¹Ar) in der abgeblasenen Luft des Linac 2 betrug im Mittel 4 pCi/cm³. Sie war zu keiner Zeit größer als 20 pCi/cm³. Aus dem Mittelwert kann man unter Berücksichtigung der in Hamburg vorkommenden Wetterlagen eine Submersionsdosis von weniger als 5 mrem/a an der Geländegrenze abschätzen. Damit liegt dieser Wert sicher unter dem zulässigen Wert von 30 mrem/a.

Die insgesamt vom Linac 2 in Luft abgegebene Aktivität betrug ca. 400 Ci.

Das zur Versickerung gelangende Wasser von Kühltürmen wird im Hauptpumpwerk kontinuierlich und diskontinuierlich auf Radioaktivität 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 110 min^{-1} beträgt, entsprechend einer Konzentration von 110 pCi/l. Diesem Untergrund sind gelegentlich kleine Spitzen (Höhe ca. 250 min^{-1} , Dauer 1 bis 3 Stunden) überlagert, die teilweise zeitlich mit Niederschlägen zusammenfallen und auf die Aktivität des Regens zurückzuführen sind.

Wesentlich empfindlicher sind die diskontinuierlichen Messungen der β -Konzentration mittels des Eindampfverfahrens. Sie werden monatlich mit Wasser aus dem Hauptpumpwerk und vom Kühlturm des DORIS durchgeführt. 1 - 2 Stunden nach der Entnahme erhalten wir durchschnittlich Konzentrationswerte von 5 - 10 pCi/l. Hier handelt es sich um kurzlebige Nuklide aus den natürlichen Zerfallsreihen; auch im Grundwasser haben wir diese Konzentrationen 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 einigen pCi/l abgesunken.

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

Eine geringe Aktivitätsmenge wird an das Schmutzwassersiel abgegeben, wenn die Füllungen in den Ionenaustauscher der Kühlkreisläufe regeneriert werden. Vor dem Einleiten des entstehenden Regenerats wird die β -Aktivitätskonzentration bestimmt, im Mittel erhalten wir 600 pCi/l. Die damit im Jahr abgegebene Aktivitätsmenge beträgt 60 μCi . Da das zwischen zwei Regeneriervorgängen deionisierte Volumen des Wassers im geschlossenen Kühlkreislauf bekannt ist, kann aus der Aktivität des Regenerats die Aktivitäts-

konzentration langlebiger Isotope im Wasser des Kreislaufs berechnet werden. Es ergeben sich im Mittel für alle Kreisläufe Werte von ca. 0,7 pCi/l. Sie sind nicht höher als in natürlichen Gewässern, so daß bei etwaigen Leckagen keine besonderen Vorkehrungen getroffen zu werden brauchen.

Tab. 1a Ortsdosen, gemessen mit Ionisationskammern

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis ohne Nulleffekt (mrem) |
|-----------------------|--------------------------------|---|
| <u>Halle 1</u> | | |
| 11 | Strahldurchführung 8a | < 60 |
| 12 | Exp.-Anbau, Treppenhaus oben | < 60 |
| 15 | Hallenmitte bei der Hütte F13 | |
| 101 | Strahldurchführung 8a | < 60 |
| 102 | Strahldurchführung 10 | < 60 |
| 103 | Strahldurchführung 8c | < 60 |
| <u>Halle 2</u> | | |
| 20 | Außen am Fahrstuhlschacht | < 60 |
| 21 | Hallenwand Süd | < 60 |
| 22 | Experimentieranbau F34 oben | < 60 |
| 23 | Hütte F35 | < 60 |
| 24 | Hütte Strahl 26 | < 60 |
| 26 | Galerie Nordwand | < 60 |
| 77 | Experimentieranbau F21 oben | < 60 |
| 201 | Strahldurchführung 20 | 76 |
| 203 | Strahldurchführung 24 | < 60 |
| <u>Synchrotron</u> | | |
| 40 | Radialkanal 4 (K) | 73 |
| 42 | Vermessungszentrum (K) | < 60 |
| 43 | Radialkanal 8 (K) | 2800 |
| 44 | Hauptkontrollraum | < 60 |
| 45 | Radialkanal 6 (K) | < 60 |
| 46 | Hof zwischen BKR und Halle 1 | < 60 |
| 47 | Innere Experimentierfläche (K) | < 60 |
| <u>Linac 1</u> | | |
| 51 | Laborraum (K) | 410 |
| 52 | Pumpenraum (K) | 350 |
| 54 | Treppenhaus (K) | 160 |
| <u>Linac 2</u> | | |
| 61 | Kontrollraum | < 60 |
| 62 | Modulatorhalle (K) | 1100 |
| 65 | Treppenhaus | < 60 |
| 66 | Tür Notausstieg Spinne, außen | < 60 |
| 67 | Nordausgang außen | < 60 |
| 68 | Straße über Linac 2 Kanal | < 60 |
| <u>Bunker 1</u> | | |
| 70 | Unten an der Wand zur Spinne | < 60 |
| (K) = Kontrollbereich | | |

Tab. 1b Ortsdosen, gemessen mit Ionisationskammern

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis ohne Nulleffekt (mrem) |
|---|--|---|
| <u>Bunker 2</u> | | |
| 72 | Interlocktür zum Synchrotron | < 60 |
| <u>Halle 2a</u> | | |
| 78 | Links vom Strahl, außen | < 60 |
| 79 | Rechts vom Strahl, außen | < 60 |
| <u>Strahlführungskanäle</u> | | |
| 90 | Lüftungsschacht über Linac 2 Meßraum | < 60 |
| 92 | Notausstieg "Roter Kanal" | < 60 |
| 95 | Straße über "Grünen Kanal" | < 60 |
| 96 | Straße über Querkanal | < 60 |
| 97 | Straße über den Querkanal, beim Kühlturm | < 60 |
| <u>DORIS</u> | | |
| 311 | WWP 1, Quadrant 1, außen | < 60 |
| 312 | WWP 1, Quadrant 2, außen | < 60 |
| 313 | WWP 1, Quadrant 2, innen | < 60 |
| 314 | WWP 1, Quadrant 1, innen | < 60 |
| 321 | WWP 2, in der Argushütte | < 60 |
| 323 | WWP 2, Quadrant 3, außen | < 60 |
| 324 | WWP 2, Quadrant 4, außen | < 60 |
| 326 | HF-Keller 4, vor der Interlocktür (K) | 71 |
| 331 | Galerie Quadrant 1 | < 60 |
| 332 | Galerie Quadrant 2 | < 60 |
| 333 | Galerie Quadrant 3 | < 60 |
| 334 | Galerie Quadrant 4 | < 60 |
| 341 | HF-Keller 1, vor der Interlocktür (K) | < 60 |
| 342 | HF-Halle 2 (K) | 64 |
| 343 | HF-Keller Quadrant 3 (Sp) | 920 |
| 344 | HF-Halle 4 | < 60 |
| <u>Bunker 4 (EMBL)</u> | | |
| 352 | Hinter dem Nebenbeamshutter (K) | < 60 |
| 353 | Galerie (K) | < 60 |
| 354 | Optische Bank rechts (K) | 270 |
| <u>HASYLAB</u> | | |
| 361 | Abschirmwand DORIS Strahl A | < 60 |
| 363 | Am Ende des Strahls C | < 60 |
| 364 | Am Ende des Strahlfächers D | < 60 |
| 365 | Am Ende des Strahlfächers E/F | < 60 |
| 366 | Am Drahtzaun G 2 | < 60 |
| (Sp) = Sperrgebiet (K) = Kontrollbereich | | |

Ortsdosen, gemessen mit Ionisationskammern

Tab. 1c und Neutronenzählern

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis ohne Nulleffekt (mrem) |
|---------|--|------------------------------------|
| | <i>Anmerkung: Die Bezeichnungen „innen“ und „außen“ bedeuten „innerhalb des Petra-Ringes“ und „außerhalb des Petra-Ringes“; „rechts“ und „links“ sind gesehen vom Petra-Mittelpunkt.</i> | |
| | <u>Petra Halle Süd-Ost</u> | |
| 411 | Interlocktür links | < 60 |
| 412 | Außenwand, auf der Elektronik-Plattform | < 60 |
| 413 | Links oben, neben den Übergang (N) ab 8.3.82 | 84 |
| 414 | Außen rechts, auf dem Elektronikschränk (N) ab 8.3.82 | < 60 |
| | <u>Petra Halle Süd-West</u> | |
| 431 | Innenwand links, beim Aufgang | 120 |
| 432 | Außenwand links | < 60 |
| 433 | Links neben den Übergang (N) ab 6.8.82 | < 60 |
| | <u>Petra Halle West</u> | |
| 441 | Strahlabschirmung Mitte, innen | 350 |
| 442 | Strahlabschirmung Mitte, außen | 88 |
| | <u>Petra Halle Nord-West</u> | |
| 451 | Elektronikwagen, innen links | < 60 |
| 452 | Vor den Interlocktüren, innen rechts | 230 |
| 453 | Auf der Plattform, rechts (N) | < 60 |
| 454 | Am Grubenrand, innen rechts | < 60 |
| | <u>Petra Halle Nord-Ost</u> | |
| | <u>PLUTO (bis 9.8.82)</u> | |
| 471 | B1-Anbau, Plattform 1, links | 450 |
| 472 | B1-Anbau, Plattform 1, rechts (N) | < 60 |
| 473 | Elektronikwagen, Plattform 1, innen links | < 60 |
| 474 | Elektronikwagen, Plattform 1, innen rechts | < 60 |
| 475 | Elektronikwagen, Plattform 1, innen rechts (N) | < 60 |
| 476 | Elektronikwagen, Plattform 3, außen rechts | < 60 |
| 477 | Elektronikwagen, Plattform 3, außen rechts (N) | 93 |
| | <u>CELLO (ab 1.10.82)</u> | |
| 471 | An der Interlocktür, innen links | < 60 |
| 472 | Elektronikwagen, Plattform 2, innen rechts (N) | < 60 |
| 473 | Elektronikwagen, Plattform 3, innen links | < 60 |
| 474 | Elektronikwagen, Plattform 1, außen links | < 60 |
| 475 | Elektronikwagen, Plattform 3, außen rechts (N) | < 60 |
| 476 | Elektronikwagen, Plattform 3, außen rechts | < 60 |
| 477 | Elektronikwagen, Plattform 3, außen links | < 60 |
| | (N) = Neutronenzähler | |

Ortsdosen, gemessen mit Ionisationskammern

Tab. 1d

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis ohne Nulleffekt (mrem) |
|---------|--|------------------------------------|
| | <u>Petra Halle Ost</u> | |
| 481 | Strahlabschirmung, innen, vor Interlocktür | 380 |
| 482 | Strahlabschirmung, außen (K) | 83 |
| 483 | Auf der Plattform, außen oben links (K) | 320 |
| | (K) = Kontrollbereich | |

Tab. 2a Ortsdosen, gemessen mit Thermolumineszenzdosimetern

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis (mrem) ohne Untergrund | |
|--------------------|--|------------------------------------|-----------|
| | | γ-Strahlg. | Neutronen |
| <u>Synchrotron</u> | | | |
| 1 | HKR, neben der Ionisationskammer Pos. 44 | 60 | < 10 |
| 2 | Radialkanal 4, Interlocktür (K) | 370 | |
| 3 | Radialkanal 6, Interlocktür (K) | 260 | |
| 4 | Radialkanal 8, Interlocktür (K) | 7700 | |
| 5 | Innere Experimentierfläche (K) | 30 | < 10 |
| <u>Linac 1</u> | | | |
| 11 | Pumpenraum (K) | 1300 | |
| 12 | Kontrollraum (K) | 75 | |
| 13 | Laborraum (K) | 280 | 26 |
| <u>Linac 2</u> | | | |
| 21 | Modulatorhalle Süd (K) | 50 | < 10 |
| 22 | Kontrollraum | 77 | |
| 23 | Interlocktür zum Gun, außen | 60 | < 10 |
| 24 | Modulatorhalle Nord (K) | 92 | |
| <u>Bunker 1</u> | | | |
| 53 | An der Tür zum Synchrotron, unten | 80 | |
| <u>Halle 1</u> | | | |
| 101 | Kragdecke, am Geländer | 28 | < 10 |
| 102 | Galerie West | < 25 | < 10 |
| <u>Halle 2</u> | | | |
| 151 | Kragdecke, am Geländer | < 25 | < 10 |
| 152 | Brücke über Strahl 20 | 55 | < 10 |
| <u>DORIS 2</u> | | | |
| 301 | Auf der Galerie bei der I-Kammer Pos. 332 (WNP 1) | 61 | < 10 |
| 302 | Auf der Galerie bei der I-Kammer Pos. 333 (WNP 2) | 50 | < 10 |
| 303 | Am Tor Süd, Wand zum Quadranten 4 | 76 | < 10 |
| 304 | Hallenmitte, an der Wand zur Versorgungshalle | 53 | < 10 |
| 305 | Am Tor Nord, an der Wand zum Quadranten 2 | 33 | < 10 |
| 306 | An der Krankanzel (K) | 53 | |
| 307 | HF-Keller 3, nahe Schnorchel (K) | 170 | |
| 308 | HF-Keller 3, auf dem Vakuumschrank (K) | 240 | 28 |
| 309 | HF-Keller 3, an der Gittertür der 30kV Anlage | < 25 | |
| 310 | HF-Keller 3, vor den Kabeldurchführungen (K) | 40 | |
| 311 | HF-Keller 1, am Gitter neben der I-Kammer Pos. 341 (K) | 100 | |
| 312 | HF-Keller 1, vor den Kabeldurchführungen (K) | 60 | |
| 313 | Gang zwischen HF-Keller 1 und 2, Höhe C.B. | 71 | < 10 |

(K) = Kontrollbereich

Tab. 2b Ortsdosen, gemessen mit Thermolumineszenzdosimetern

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis (mrem) ohne Untergrund | |
|--|--|------------------------------------|-----------|
| | | γ-Strahlg. | Neutronen |
| <u>DORIS 2 (Fortsetzung)</u> | | | |
| 314 | An der Interlocktür C.B., im Keller innen rechts | 82 | |
| 315 | HF-Keller 4, am Gitter neben der I-Kammer Pos. 326 (K) | 280 | |
| 316 | HF-Keller 4, vor den Kabeldurchführungen (K) | 130 | |
| 317 | In der Argus-Hütte neben der I-Kammer Pos. 321 | < 25 | < 10 |
| <u>Bunker IPT</u> | | | |
| 361 | Im Meßraum, rechts von der Interlocktür (K) | 36 | |
| 362 | Im Meßraum, links von der Interlocktür (K) | 670 | |
| 363 | Im Meßraum, neben der Eingangstür (K) | < 25 | |
| 364 | Im Aufenthaltsraum, an der Wand zum Meßraum | < 25 | |
| 365 | Im Meßraum, am Fenster innen (K) | 300 | |
| <u>DORIS 2</u> | | | |
| 370 | Polarisations-Meßcontainer, nahe Strahlrohr (ab 1.12.82) | < 25 | |
| <u>EMBL</u> | | | |
| 381 | Optische Bank rechts, vorn rechts (Sp) | 460 | |
| 382 | Optische Bank rechts, vorn links (Sp) | 2100 | |
| 383 | Optische Bank rechts, hinten links (Sp) | 37 | |
| 384 | Auf der Plattform, rechts vom Strahlrohr (K) | < 25 | |
| 385 | Auf der Plattform, vorn am Strahlrohr (K) | 350 | |
| 386 | Auf der Plattform, links vom Strahlrohr (K) | 62 | |
| 387 | Optische Bank links, hinten rechts (K) | < 25 | |
| 388 | Optische Bank links, über der optischen Bank (Sp) | 110 | |
| 389 | Optische Bank links, am Waschbecken (K) | 81 | |
| 390 | Optische Bank rechts, Mitte links (Sp) | 190 | < 10 |
| <u>HASYLAB</u> | | | |
| <i>Bemerkung: Die Entfernungsangaben sind von der Abschirmmauer des Ringes an gerechnet.</i> | | | |
| 600 | Im Bereich Strahl A, auf Strahl-Niveau | < 25 | |
| 601 | Im Bereich Strahl A, 40 cm über Strahl-Niveau | 33 | |
| 602 | Im Bereich Strahl A, neben I-Kam. Pos. 361, auf Strl.-Niv. | 96 | < 10 |
| 625 | Links von Bereich Strahl B, 40 cm über Strahl-Niveau | < 25 | |
| 626 | Rechts von Bereich Strahl B, 40 cm über Strahl-Niveau | < 25 | |
| 650 | Strahl C, links an der Wand auf Strahl-Niveau | < 25 | < 10 |
| 651 | Strahl C, links an der Wand, 40 cm über Strl.-Niveau | 47 | |
| 652 | Strahl C, links, 6 m | < 25 | |
| 653 | Strahl C, links oben, 13 m, 50 cm über Strahl-Niveau | < 25 | |
| 654 | Strahl C, rechts oben, 13 m, 50 cm über Strl.-Niveau | < 25 | |
| 655 | Strahl C, beim Flipper | 32 | |
| 656 | Strahl C, 8 m, Interlocktür | < 25 | |
| 657 | Strahl C, 20 m, Interlocktür | 26 | |
| 658 | Strahl C, 27 m, Interlocktür | 200 | |
| 680 | Strahl D/4.2, rechts, 4 m | < 25 | |

(K) = Kontrollbereich
(Sp) = Sperrgebiet

Tab. 2c Ortsdosen, gemessen mit Thermolumineszenzdosimetern

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis (mrem) | |
|---|--|-------------------------------|-----------|
| | | ohne Untergrund γ-Strahlg. | Neutronen |
| <u>HASYLAB (Fortsetzung)</u> | | | |
| 681 | Strahl D/4.2, rechts, 14 m | < 25 | |
| 682 | Strahl D/4.1, oben, 4 m, am Eisengestell | 57 | |
| 683 | Strahl D/4.1, oben, 6 m, am Eisengestell | < 25 | |
| 704 | Strahl E/2, links, 8 m, am Drahtzaun | 110 | |
| 705 | Strahl E/2, links, 12 m, am Drahtzaun | 37 | |
| 706 | Strahl E/2, am Strahlende, Beamstop | 32 | |
| 707 | Strahl F/4, rechts, 4 m, am Drahtzaun | 63 | |
| 708 | Strahl F/4, rechts, 7 m, am Drahtzaun | < 25 | |
| 709 | Strahl F/4, rechts, 13 m, am Drahtzaun | < 25 | |
| 710 | Strahl F, oben am 2. Gestell, (Grün) vorn | < 25 | |
| 711 | Strahl F, oben am 2. Gestell, (Grün) hinten | < 25 | |
| 712 | Strahl F, oben, links am Geländer | < 25 | |
| 775 | Fächer G, 1 m, am Vakuumschott | < 25 | |
| 776 | Fächer G, 4 m, am Drahtzaun neben der Interlocktür | 38 | |
| 777 | Fächer G, 4 m, am Geländer über dem Gebiet | 37 | |
| 785 | Strahl I, in Höhe des Fußboden am Vakuumschieber | < 25 | |
| 786 | Strahl I, am Elektronikschrank, 1,50 m über dem Fußb. | < 25 | |
| 795 | Strahl H, an der Bleiabschirmung | < 25 | |
| 796 | Strahl H, an der Bleiabschirmung (90° versetzt) | < 25 | |
| <u>Geländegrenzen</u> | | | |
| 511 | Am Zaun nahe Bauhof und Halle Süd-Ost | 34 | < 10 |
| 521 | Pförtner Notkestieg, am Zaun nahe der Einfahrt | 32 | < 10 |
| 522 | Gästehaus 1, rechts außen | < 25 | < 10 |
| 531 | Zwischen Halle Süd-West und Plottbeker Drift | < 25 | < 10 |
| 541 | Am Zaun in der Höhe der Zufahrt Halle West | < 25 | < 10 |
| 551 | Blomkamp, südlich der Halle Nord-West | < 25 | < 10 |
| 552 | Blomkamp, nördlich der Halle Nord-West | < 25 | < 10 |
| 562 | Zwischen der HF-Halle Nord B und dem Parkplatz Grün | < 25 | < 10 |
| 571 | Am Zaun nördlich der Halle Nord-Ost | < 25 | < 10 |
| 581 | Am Weg zwischen Zyklotron und dem 2. Institut | < 25 | < 10 |
| 582 | Neben der Pförtnerlei Luruper Chaussee | < 25 | < 10 |
| Anmerkung: Die Bezeichnungen „innen“ und „außen“ bedeuten „innerhalb des PETRA-Ringes“ und „außerhalb des PETRA-Ringes“; „rechts“ und „links“ sind gesehen vom PETRA-Mittelpunkt. | | | |
| <u>Petra Halle Süd-Ost</u> | | | |
| 800 | Innen links, auf den Elektronikschränken | 30 | < 10 |
| 801 | Außen rechts, auf dem Waschraum | < 25 | < 10 |
| 802 | Außen rechts, am Geländer der Elektronikplattform | 46 | |
| 803 | An der Abschirmung außen rechts, auf der Elektronikpl. | 96 | |
| 804 | Innen rechts, am Geländer des Überganges | 120 | |
| 805 | Rechts an der Wand, nahe Transferkanal | 200 | |
| 806 | Innen rechts, am Geländer | 52 | 10 |

Tab. 2d Ortsdosen, gemessen mit Thermolumineszenzdosimetern

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis (mrem) | |
|------------------------------|---|-------------------------------|-----------|
| | | ohne Untergrund γ-Strahlg. | Neutronen |
| <u>Petra Halle Süd</u> | | | |
| 830 | Halle A, im Treppenhaus am Geländer (K) | 60000 | |
| 835 | Halle B, im Treppenhaus am Geländer (K) | 25000 | |
| <u>Petra Halle Süd-West</u> | | | |
| 840 | Außen links, auf einem Schrank | 25 | 10 |
| 841 | Innen links, auf den Elektronikschränken | 500 | 33 |
| 842 | Links vom Tor, am Pfeiler innen | 250 | |
| 843 | An der Außenwand, Hallenmitte | 94 | |
| <u>Petra Halle West</u> | | | |
| 870 | Hallenmitte, auf der Strahlabschirmung (Sp) | 100 | < 10 |
| 871 | Innen links, auf dem Waschraum | 54 | < 10 |
| 872 | Neben dem Hallentor, am Pfeiler innen links | < 25 | |
| 874 | An der Außenwand, Mitte Pumpenraum | < 25 | |
| 875 | Galerie außen links, am Geländer | < 25 | |
| 876 | Galerie außen rechts, am Geländer | < 25 | |
| <u>Petra Halle Nord-West</u> | | | |
| 900 | Innen halblinks, auf dem Interlockschrank von D3 | 30 | < 10 |
| 901 | Innen rechts, am Geländer der Rechnerplattform | 38 | 29 |
| 902 | Mitten auf dem Hallendach (Sp) | < 25 | 25 |
| 903 | Außen links, an der Hallenwand | 58 | |
| 904 | Außen rechts, an der Hallenwand | 53 | |
| 905 | Innen links, am Geländer des Elektronikwagens | 110 | |
| 906 | Innen rechts, im Elektronikwagen | 100 | |
| 907 | Auf der Plattform des Elektronikwagens, oben links | 130 | |
| 908 | Auf der Plattform des Elektronikwagens, oben rechts | 120 | |
| 909 | In der Grube, innen links | < 25 | |
| <u>Petra Halle Nord</u> | | | |
| 930 | Halle A, am Drahtgatter gegenüber der Interlocktür | 1100 | < 10 |
| 935 | Halle B, am Drahtgatter gegenüber der Interlocktür | 1200 | < 10 |
| <u>Petra Halle Nord-Ost</u> | | | |
| <u>Pluto (bis 9.8.82)</u> | | | |
| 940 | Links innen am Geländer der Plattform (neben Kranaufg.) | < 25 | < 10 |
| 941 | B1-Anbau unten, über dem Schreibtisch | 25 | |
| 942 | B1-Anbau oben, links unter der I-Kammer Pos. 471 | 280 | 100 |
| 943 | B1-Anbau oben, rechts über der I-Kammer Pos. 472 | 48 | |
| 944 | Elektronikwagen PLUTO, Plattform 1, links am Drahtzaun | 70 | 71 |
| 945 | Elektronikwagen PLUTO, Plattform 1, rechts am Drahtz. | 71 | 38 |
| 946 | Elektronikwagen PLUTO, Plattform 2, auf dem Monitor | < 25 | < 10 |
| 947 | Elektronikwagen PLUTO, vorn rechts am Geländer | 25 | |
| 948 | Am Geländer des Überganges, oben | 76 | |
| 949 | Elektronikwagen CELLO, Plattform 3, links am Boden | 25 | |

(K) = Kontrollbereich
(Sp) = Sperrgebiet

Tab. 2e Ortsdosen, gemessen mit Thermolumineszenzdosimetern

| Pos.Nr. | Standort | Jahresdosis (mrem) ohne Untergrund γ -Strahlg. Neutronen | |
|---|--|---|------|
| <u>Petra Halle Nord-Ost (Fortsetzung)</u> | | | |
| 950 | Elektronikwagen Cello, Plattform 3, rechts am Geländer | 28 | |
| 951 | Außen rechts, am Waschraum über der Gasstation | < 25 | < 10 |
| 952 | In der Laserhütte am Lasergerät | 300 | |
| <u>Cello (ab 1.10.82)</u> | | | |
| 940 | Links innen am Geländer der Plattf. (Neben Kranaufgang) | < 25 | < 10 |
| 941 | Auf der Cello-Abschirmung, links, etwa Strahlhöhe | < 25 | < 10 |
| 942 | Auf der Cello-Abschirmung, rechts, etwa Strahlhöhe | < 36 | < 10 |
| 943 | Innen rechts, an der Interlocktür | 72 | |
| 944 | Elektr.-wg. Cello, Innen links, 3. Plattf., am Boden | < 25 | < 10 |
| 945 | Elektr.-wg. Cello, innen rechts, 3. Plattf., am Geländ. | < 25 | |
| 946 | Am Geländer des Überganges, Mitte rechts | 71 | |
| 947 | Elektr.-wg. Cello, Plattf. 0, außen rechts, am Geländer | 32 | |
| 948 | Elektr.-wg. Cello, Plattf. 1, außen rechts, neben der T | 25 | |
| 949 | Elektr.-wg. Cello, Plattf. 2, außen rechts, am Geländer | < 25 | |
| 950 | Elektr.-wg. Cello, Plattf. 2, außen links, am Boden | < 25 | < 10 |
| 951 | Elektr.-wg. Cello, Plattf. 3, außen rechts, n. L-Ka. 476 | < 25 | < 10 |
| 952 | Elektr.-wg. Cello, Plattf. 3, außen links, n. L-Ka. 477 | < 25 | < 10 |
| 953 | Außen rechts, am Waschraum über der Gasstation | < 25 | < 10 |
| <u>Petra Halle Ost</u> | | | |
| 970 | Auf der Strahlabschirmung, Hallenmitte | 34 | < 10 |
| 971 | Links innen, auf dem Waschraum | < 25 | < 10 |
| 972 | Am Wall außen, zwischen Halle Ost und Süd-Ost | < 25 | |
| 973 | Innen am Hallentor, am Pfeiler links | < 25 | |
| 974 | An der Außenwand (Hallenmitte) | < 25 | |
| 975 | Außen links, am Geländer der Galerie | 180 | |
| 976 | Außen rechts, am Geländer der Galerie | 55 | |
| <u>Petra Strahlbeobachtungsbunker</u> | | | |
| 401 | In Kopfhöhe über der optischen Bank | < 25 | |
| 402 | An der Wand, am Ende der optischen Bank | < 25 | |

Tab. 3 Dosisleistungen (mrem/h) am Vakuumrohr und Jahresdosen (rad) an den Spulenden des Synchrotrons.

| Position | Dosisleistung mrem/h | Jahresdosis rad | Position | Dosisleistung mrem/h | Jahresdosis rad |
|----------|----------------------|-------------------|----------|----------------------|-------------------|
| F 1 A | 8 | | F 25 A | 20 | |
| F 1 B | 18 | | F 25 B | 10 | |
| D 2 A | 12 | | D 26 A | 5 | 2·10 ⁶ |
| D 2 B | 3 | | D 26 B | 5 | |
| F 3 A | 5 | | F 27 A | 12 | 3·10 ⁶ |
| F 3 B | 63 | | F 27 B | 6 | |
| D 4 A | 12 | | D 28 A | 1 | 3·10 ⁵ |
| D 4 B | 2 | | D 28 B | 1 | |
| F 5 A | 40 | | F 29 A | 6 | 9·10 ⁶ |
| F 5 B | 5 | | F 29 B | 3 | |
| D 6 A | 5 | | D 30 A | 1 | 1·10 ⁶ |
| D 6 B | 2 | | D 30 B | 1 | |
| F 7 A | 18 | | F 31 A | 1 | 3·10 ⁶ |
| F 7 B | 5 | | F 31 B | 1 | |
| D 8 A | 2 | | D 32 A | 1 | 7·10 ⁵ |
| D 8 B | 2 | | D 32 B | 1 | |
| F 9 A | 12 | | F 33 A | 4 | 2·10 ⁶ |
| F 9 B | 80 | | F 33 B | 1 | |
| D 10 A | 6 | 6·10 ⁶ | D 34 A | 2 | 1·10 ⁶ |
| D 10 B | 9 | | D 34 B | 1 | |
| F 11 A | 23 | 8·10 ⁶ | F 35 A | 9 | 4·10 ⁶ |
| F 11 B | 12 | 3·10 ⁶ | F 35 B | 2 | |
| D 12 A | 5 | 2·10 ⁶ | D 36 A | 1 | |
| D 12 B | 32 | | D 36 B | 1 | |
| F 13 A | 167 | 4·10 ⁷ | F 37 A | 2 | |
| F 13 B | 8 | 4·10 ⁶ | F 37 B | 1 | |
| D 14 A | 4 | | D 38 A | 1 | |
| D 14 B | 4 | | D 38 B | 1 | |
| F 15 A | 17 | | F 39 A | 1 | |
| F 15 B | 23 | | F 39 B | 7 | |
| D 16 A | 1 | | D 40 A | 1 | |
| D 16 B | 1 | | D 40 B | 1 | |
| F 17 A | 8 | | F 41 A | 2 | |
| F 17 B | 5 | | F 41 B | 1 | |
| D 18 A | 4 | | D 42 A | 1 | |
| D 18 B | 4 | | D 42 B | 6 | |
| F 19 A | 13 | | F 43 A | 1 | |
| F 19 B | 4 | | F 43 B | 50 | |
| D 20 A | 2 | | D 44 A | 27 | |
| D 20 B | 1 | | D 44 B | 13 | |
| F 21 A | 9 | | F 45 A | 8 | |
| F 21 B | 4 | | F 45 B | 6 | |
| D 22 A | 1 | | D 46 A | 1 | |
| D 22 B | 3 | | D 46 B | 1 | |
| F 23 A | 12 | | F 47 A | 18 | |
| F 23 B | 12 | | F 47 B | 17 | |
| D 24 A | 2 | | D 48 A | 2 | |
| D 24 B | 3 | | D 48 B | 1 | |

Tab. 4 Dosisleistungen (mrem/h) am Vakuumrohr des LINAC I

| Position | Dosisleistung mrem/h | Position | Dosisleistung mrem/h |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Kollimator | 8 | Magnet 17 | 10 |
| 500 MHz-Resonator | 5 | Position-Monitor 18 | 1 |
| Widerstands-Monitor | 1 | Steuerspule 18 | 1 |
| Quadrupol 1 | 1 | Positions-Monitor 19 | < 1 |
| M 2 (45°) | 1 | Steuerspule 19 | < 1 |
| +Quadrupol 45 | 2 | Magnet 20 | < 1 |
| Folien-Monitor | 4 | Quadrupol 21 | < 1 |
| Target 45° | 2 | Positions-Monitor 21 | < 1 |
| + Positions-Monitor | 23 | Steuerspule 25 | < 1 |
| Folien-Monitor | 33 | Positions-Monitor 25 | < 1 |
| Kicker 3 | 150 | Folien-Monitor 25 | < 1 |
| Chopper 3 | 27 | Beamshutter 26 | < 1 |
| Quadrupol 3 | 15 | Steuerspule 26 | < 1 |
| Steuerspule, Horiz. 4 | 5 | | |
| Steuerspule, Verti. 4 | 2 | | |
| Quadrupol 5 | 5 | | |
| Mauer | 3 | | |
| Beamshutter | 1 | | |
| Quadrupol 8 | 1 | | |
| Positions-Monitor | 3 | | |
| Quadrupol 9 | 10 | | |
| Folien-Monitor | 30 | | |
| Blende 11 | 53 | | |
| Quadrupol 11 | 867 | | |
| Quadrupol 12 | 117 | | |
| Magnet 12 | 28 | | |
| Steuerspule 13 | 17 | | |
| Positions-Monitor 13 | 26 | | |
| Positions-Monitor 15 | 47 | | |
| Blende 15 | 12 | | |
| Quadrupol 16 | 43 | | |

Tab. 5 Dosisleistungen (mrem/h) am Vakuumrohr des LINAC II und des Speicherringes PIA

| LINAC II | | PIA | |
|--------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| Position | Dosisleistung mrem/h | Position | Dosisleistung mrem/h |
| Gun | < 1 | QZ 1 | 1 |
| Sektion 1 - 2 | 52 | Pulsseptum | 37 |
| Sektion 2 - 3 | 43 | DZ 1 | 17 |
| Sektion 3 - 4 | 183 | DZ 2 | 4 |
| Sektion 4 - 5 | 440 | SZ 2 | 6 |
| Vor dem Konverter | 2·10 ³ | SZ 3 | 9 |
| Konverter | 5·10 ⁴ | QZ 4 | 13 |
| Konverter in 35 cm Abst. | 460 | DZ 4 | 6 |
| Sektion 6 - 7 | 33 | BKZ 5 | 4 |
| Sektion 7 - 8 | 13 | Cavity 10.4 MHz | 4 |
| Zwischen QM (max.) | 6 | DZ 10 | 12 |
| Sektion 8 - 9 | 6 | QZ 10 | 4 |
| Zwischen QM (max.) | 4 | SZ 11 | 3 |
| Sektion 9 - 10 | 10 | SZ 12 | 5 |
| Zwischen QM (max.) | 5 | QZ 12 | 3 |
| Sektion 10 - 11 | 6 | DZ 13 | 2 |
| Zwischen QM (max.) | 2 | Cavity 125 MHz | < 1 |
| Sektion 11 - 12 | 4 | DZ 15 | 2 |
| Zwischen QM (max.) | 2 | QZ 16 | 3 |
| Sektion 12 - 13 | 9 | SZ 16 | 2 |
| Zwischen QM (max.) | 7 | SZ 17 | 2 |
| Sektion 13 - 14 | 23 | QZ 18 | 9 |
| Zwischen QM (max.) | 4 | DZ 18 | 4 |
| PML 1 | 24 | DZ 24 | 3 |
| Reduzierblende 4 | 20 | QZ 24 | 3 |
| QL 4 | 12 | SZ 25 | 1 |
| Reduzierblende 6 | 28 | SZ 26 | 2 |
| QL 6 | 10 | QZ 26 | 2 |
| ML 8 (Abzweig. PIA) | 7 | DZ 27 | 2 |
| QL 12 | 1 | Septum | 37 |
| ML 13 | 1 | | |
| ML 17 (Abzweig. Synch.) | 2 | | |
| Absorber | < 1 | | |

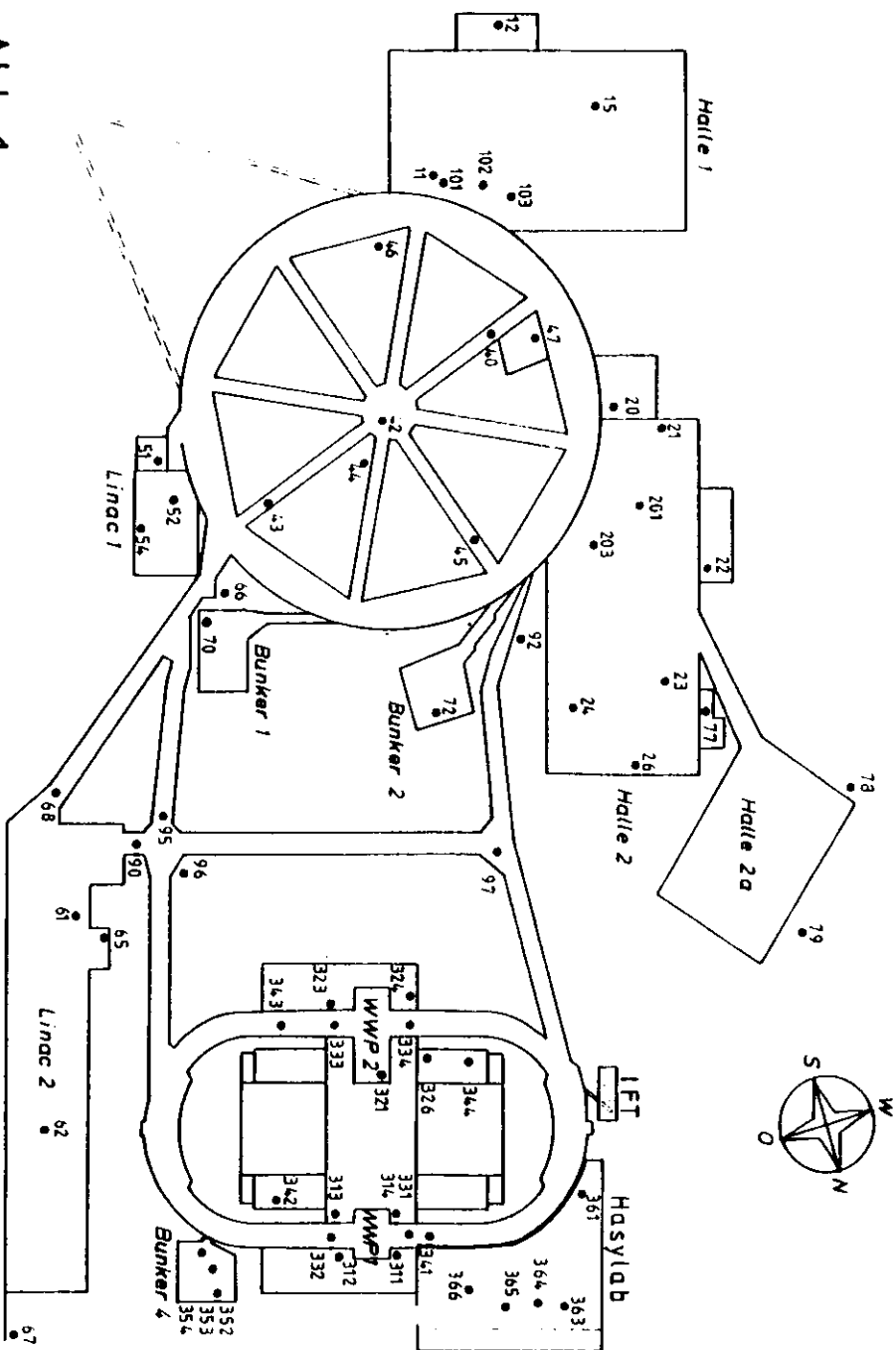
Tab. 6

Durchschnittliche Verteilung der Dosisleistung an 235 Meßpunkten im DORIS-Tunnel, und an 362 Meßpunkten im PETRA-Tunnel.

| Dosisleistung (mrem/h) | Durchschnittliche Anzahl der Meßergebnisse | |
|---------------------------|---|-------|
| | DORIS | PETRA |
| < 1 | 230 | 345 |
| 1 - 9 | 4 | 13 |
| 10 - 29 | 1 | 2 |
| 30 - 99 | 0 | 2 |

Abb. 1a

Standorte der Ionisationskammern



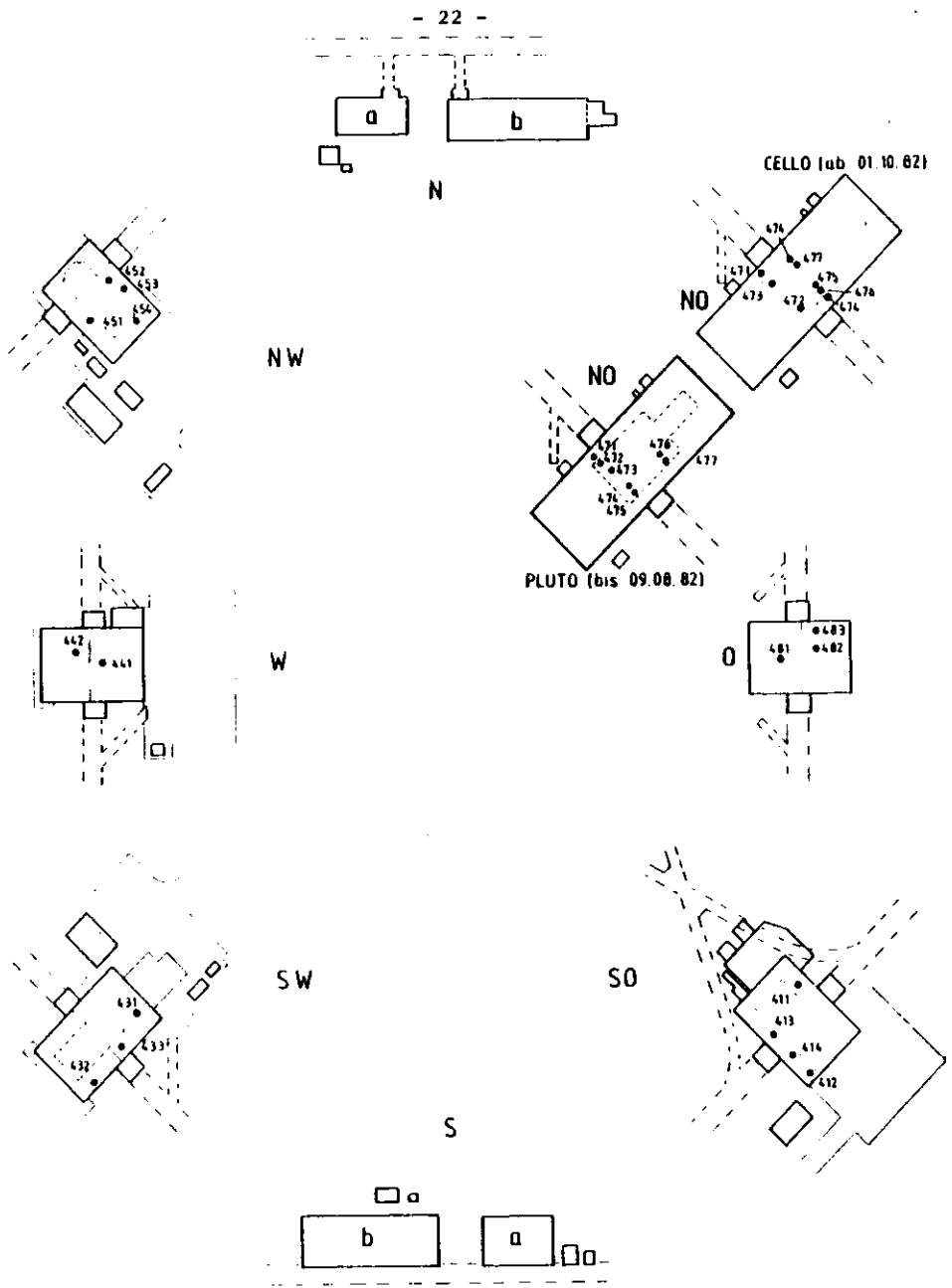
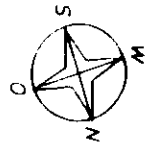
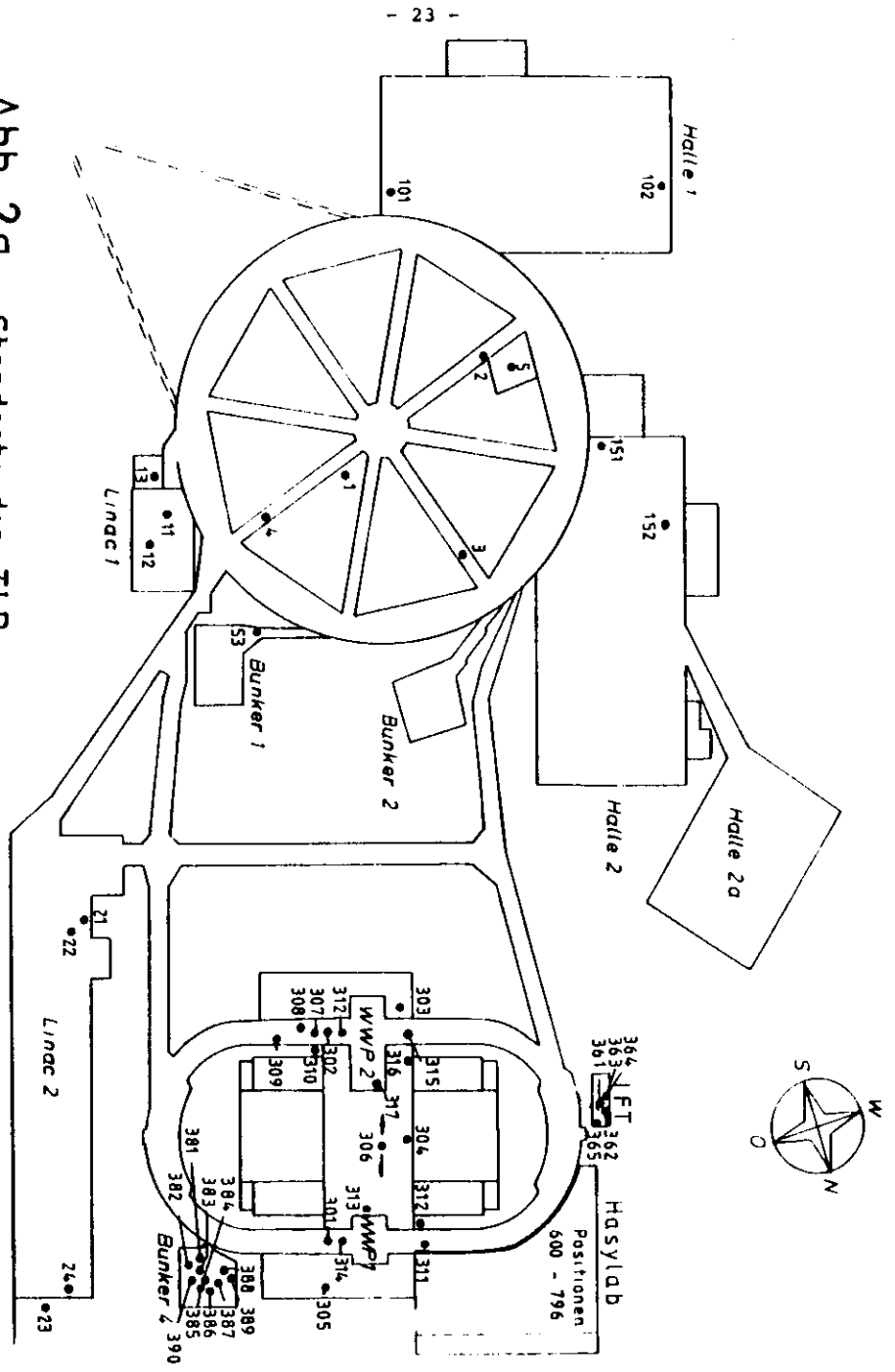


Abb. 1b

Standorte der Ionisationskammern
und Neutronenzähler

Abb. 2a Standorte der TLD



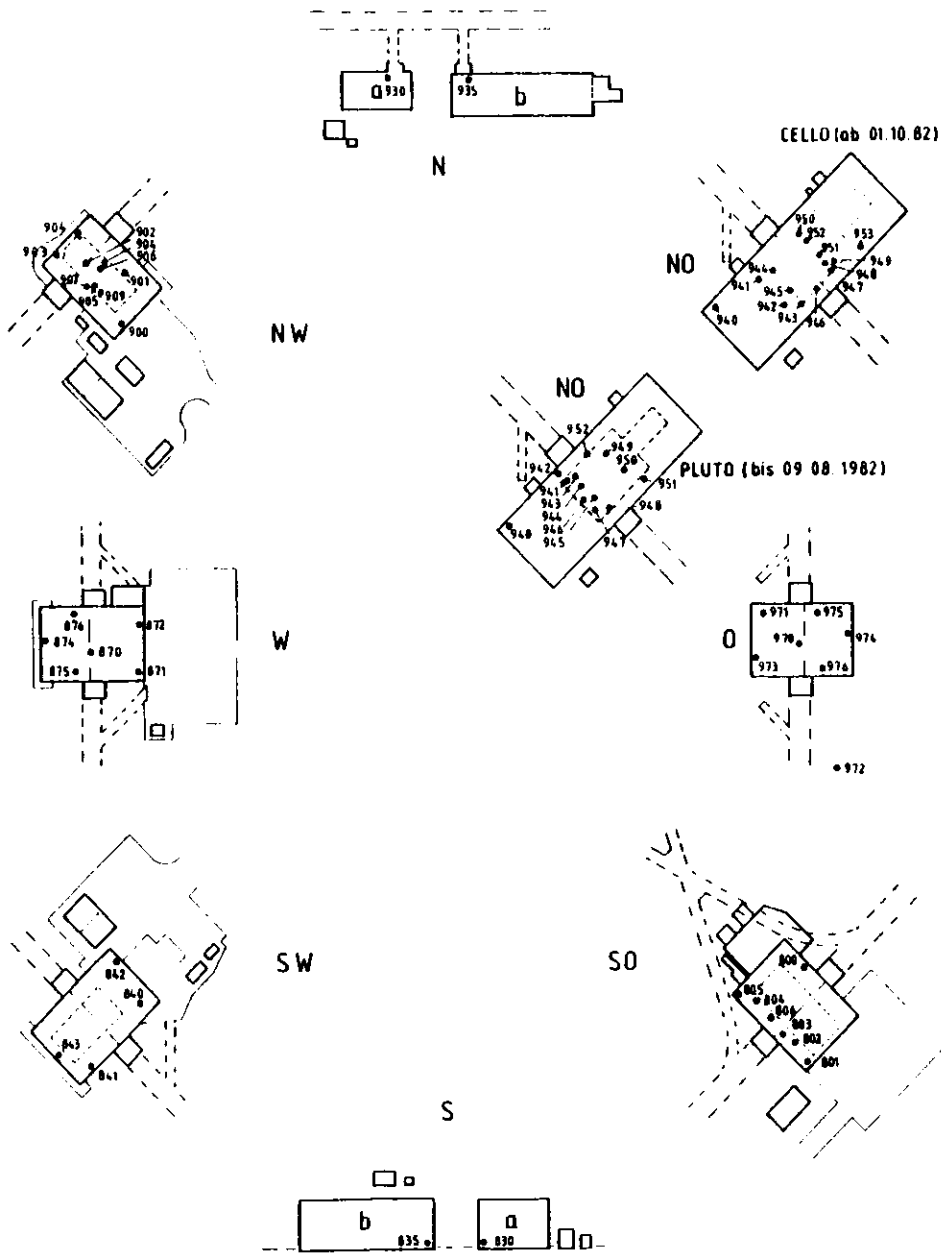


Abb. 2b

Standorte der TLD in den Petra - Hallen

Abb. 2c TLD - Stationen an der Geländegrenze

