

Interner Bericht

DESY D 3/23

Februar 1976

DESY-380-101

14. 2. 1976

Verschiedene Ortsdosismessungen und Luftmessungen  
am Speicherring DORIS

von

H.-G. Ebeling und K. P. Klimek

Die Umgebung der Beschleuniger wird durch zwei unabhängige Ortsdosis-Meßsysteme überwacht, nämlich durch die Ionisationskammeranlage und durch ein System von Festkörperdosimetern. Durch die Inbetriebnahme des Speicherrings DORIS ergaben sich verschiedene Probleme, die ebenfalls durch die Messung der Ortsdosis über einen längeren Zeitraum bearbeitet wurden, ohne daß diese Orte in die permanente Ortsüberwachung einbezogen zu werden brauchten. Die Resultate einiger dieser Meßreihen sind im folgenden angegeben.

Die als  $\gamma$ -Dosis bezeichnete Dosis der Elektron-Photon-Streustrahlung wurde mit LiF-Dosimetern gemessen, die Neutronendosis im Energiebereich 0,1 bis 5 MeV (unter Annahme eines Am-Be-Spektrums) durch eine Kombination von  $^6\text{LiF}$  und  $^7\text{LiF}$ , umgeben von 7,5 cm Polyäthylen.

Für die angegebene Meßdauer wurde aus den Schichtplänen die geplante Betriebszeit entnommen und damit aus der gesamten aufintegrierten Dosis die Dosis pro Betriebswoche (zu 168 Std) berechnet.

#### 1. HF - Keller

Bei der Inbetriebnahme des DORIS wurden wegen der Deckendurchbrüche zur Aufnahme der Hohlleiter alle HF-Keller zu Sperrbereichen erklärt. Ebenso befanden sich die Vorräume zu den Kellern im Sperrbereich wegen der großen Anzahl von Kabeldurchführungen an der seitlichen Tunnelwand.

Die Ergebnisse der  $\gamma$ -Dosis-Messungen unter dem DORIS-Ring zeigt Tab. 1 und Fig. 1. In den Kellern 1, 2 und 4 befanden sich die Dosimeter teils an den waagrecht und senkrecht verlaufenden Hohlleitern, teils an den Außenwänden. Es wurde hier kein Versuch gemacht, die Orte maximaler Dosis zu finden.

Mehr Messungen haben wir in Keller 3 ausgeführt, da dieser Raum als Lagerraum genutzt werden sollte. Die Werte der Tab. 1 sind an der Außenwand und an der herabhängenden Teilwand gewonnen; sie sind merklich höher als in den übrigen Kellern, da für die niederenergetische Komponente die abschirmende Wirkung der Hohlleiter fehlt. Direkt unter den Durchbrüchen ergaben sich etwa die dreifachen Dosen. Weitere Messungen in den angrenzenden Kellerbereichen zeigen Tab. 2 und 3 und Fig. 1.

Anfang 1975 wurden die Durchführungen mit 15 cm Blei verfüllt. Direkt unter diesem Blei ergaben sich Wochendosen von ca. 50 bis 100 mrem (30.4. - 9.6.1975). Daraufhin wurde der Raum zum Kontrollbereich erklärt und in die permanente Ortsdosisüberwachung einbezogen.

Die Befürchtungen bezüglich der Kabellöcher an der seitlichen Tunnelwand haben sich nicht als richtig erwiesen, wie Tab. 3 zeigt. Die Vorräume der Keller 1 und 4 könnten daher auch als Kontrollbereiche genutzt werden, sofern die Ortsdosis dort überwacht wird.

## 2. Wechselwirkungszonen

Solange die Wechselwirkungszonen noch nicht von einem Experiment besetzt waren, haben wir dort in Strahlhöhe die  $\gamma$ -Dosis gemessen, siehe die Meßpunkte D 1 bis D 6 und P 1 bis P 6 in Fig. 2 und Tab. 4.

Die Werte sind klein trotz des zu der Zeit noch unbefriedigenden Speicherbetriebes.

Die nach oben gerichtete Streustrahlung wurde durch Dosimeter gemessen, die an der oberen Kante der Schnorcheldecke bzw. der dort befindlichen Betonbrüstung so befestigt waren, daß sie in die Wechselwirkungszonen hineinsehen konnten. Die Ergebnisse zeigen Tab. 4 und Fig. 2, Positionsnummern D 7, D 8, P 7 und P 8. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der permanenten Ortsdosisüberwachung kann man schließen, daß die Auslegung der Abschirmung an den Wechselwirkungszonen ausreichend ist.

## 3. Winkelgänge

Bei der Planung von DORIS wurden nur einfach gewinkelte Zugänge vorgesehen, ihre Wirksamkeit sollte durch Messungen bestätigt werden. Die gemessene  $\gamma$ -Dosis vor und hinter den 4 Zugangstüren zeigt Tab. 5. Die Zugänge sind also ausreichend dimensioniert. Eine Neutronendosis (am Zugang zu Quadrant 1) konnte nicht festgestellt werden.

#### 4. Bunker 5

Durch den Aufstieg zum Strahlbeobachtungsbunker gelangt eine gewisse Streustrahlung in den Bunker. Daher wurde im oberen Ende des Aufstiegs die  $\gamma$ -Dosis über 470 Betriebstage (27.2.74 bis 18.8.75) gemessen, es ergaben sich im Durchschnitt 46 mrem/Betriebswoche. Eine Neutronendosis konnte nicht festgestellt werden. Der Bunker gilt also nicht als Kontrollbereich.

#### 5. Auf dem DORIS-Wall

Der Wall war von vornherein als total absorbierende Abschirmung vorgesehen. Zur Überprüfung wurden über längere Zeit die Neutronendosis und die  $\gamma$ -Dosis an 6 Punkten auf der Wallkrone gemessen, siehe Fig. 3 und Tab. 6. Die Dosen sind sehr gering und rühren zum Teil vermutlich von dem Experimentierbetrieb in Halle 2 her, da die zur Kontrolle dieser Meßreihe auf dem Wall des Querkanals angebrachte Station den höchsten Wert zeigt, die nächsthöheren Werte wurden auf dem 4. Quadranten nahe Halle 2 gemessen.

#### 6. Im DORIS-Tunnel

Der Speicherring ist während des normalen Betriebes Sperrbereich, dennoch ist es nicht uninteressant, die während des Betriebes im Tunnel durchschnittlich vorhandene Dosisleistung wenigstens größenordnungsmäßig zu kennen. Dies ist nützlich bei der Beurteilung von Abschirmmaßnahmen, Strahlenschäden oder eventuellen Ausnahmesituationen.

Zur Messung der Neutronendosis wurde die gleiche LiF-Paraffin-Anordnung verwendet wie in den vorigen Fällen, jedoch mit einer anderen Eichkonstanten, die dem Neutronenspektrum in einem Beschleunigertunnel besser angepaßt ist (siehe Interner Bericht D 3/17).

Die Ergebnisse der Neutronenmessung sind in Fig. 4, die der  $\gamma$ -Messung in Fig. 5 bis 8 jeweils in rem/Betriebswoche angegeben. Es handelt sich um Mittelwerte der Meßzeit vom 6.11.74 bis 6.1.76. Die  $\gamma$ -Dosen wurden in Höhe des roten Ringes gemessen.

Auf dem Ringträger sind die Dosen um etwa den Faktor 4 geringer als die Werte aus den Abb. 5 - 8 nahe dem Strahlrohr; an der Tunnelwand ist der Faktor zwischen Dosis in Strahlhöhe und Dosis am Fußboden etwa 1,5.

Vergleicht man diese Werte mit den Dosisleistungen, die durchschnittlich im Tunnel des Synchrotrons zu finden sind (Interner Bericht D 3/9), so ergibt sich folgendes:

Die Neutronendosen und die  $\gamma$ -Dosen an den Ringinnenwänden sind im Synchrotron ungefähr um den Faktor 50 bis 100 höher als im Speicherring, die  $\gamma$ -Dosen auf den Außenseiten sind um den Faktor 500 bis 1000 höher, wobei die Bereiche bei Halle 1 und 2 nicht berücksichtigt sind, da nahe den externen Strahlen die Dosisleistungen wiederum erheblich höher liegen.

## 7. Luftaktivität beim DORIS

Um die vorausgesagte geringe Luftaktivität beim Betrieb des DORIS zu bestätigen und Basisdaten für die zu erwartende Luftaktivität bei PETRA zu erhalten, wurde ca. 1 Jahr lang die Radioaktivität der Luft im DORIS Quadrant I kontinuierlich gemessen.

Die Wahl des Meßortes wurde von zwei Überlegungen bestimmt:

### 1. von der Aktivierungsquelle:

Als Hauptaktivierungsquelle der Luft kommen die Injektionszonen in Frage. Hier ist während des Injizierens bei ständigem Strahlverlust eine meßbare Aktivierung möglich. Die Aktivierungsmessungen entlang des Vakuumrohres zeigen, daß die Verluste während der Elektroneneinjektion am größten sind.

### 2. von dem Belüftungssystem:

Die Quadranten beim DORIS werden von separaten Klimakammern im Umwälzverfahren mit einer maximalen Leistung von  $2 \times 45.000 \text{ m}^3/\text{h}$  getrennt belüftet, wobei bis zu 15 % Frischluft zugemischt werden kann. Der Elektroneneinschuß liegt im Belüftungsbereich des Quadranten I. Die Umwälzluft wird aus der Elektroneneinschußzone und dem Schnorchel I angesaugt, durch die Klimakammer I geführt und ca. in der Mitte des Quadranten I wieder in den Tunnel geblasen.

Die Meßapparatur, bestehend aus zwei GM-Zählrohren mit der zugehörigen Elektronik, war in der Klimakammer I so aufgestellt, daß für die Zählrohre eine  $4\pi$ -Meßanordnung erzielt wurde. Die  $\beta$ -Empfindlichkeit der verwendeten Zählrohre ist wesentlich größer als die  $\gamma$ -Empfindlichkeit, so daß auch nur die  $\beta$ -Zählrate zur Aktivitätsbestimmung der Luft zugrunde gelegt wurde. Dies erreichte man durch Abschirmung eines der beiden Zählrohre mit 2 mm dickem Messing gegen  $\beta$ -Strahlung. Die Differenz der Impuls-Meßraten zwischen beiden Zählrohren wurde als  $\beta$ -Zählrate bestimmt. Durch entsprechende Kalibrierung der Meßapparatur konnte die  $\beta$ -Zählrate in  $\text{pCi/cm}^3$  umgerechnet werden. Die untere Meßgrenze der Apparatur betrug  $5 \times 10^{-2} \text{ pCi/cm}^3$ . Dieses Meßverfahren und die zugehörige Kalibrierung wurden schon bei früheren Untersuchungen angewandt und sind im Internen Bericht D 3/11 (1972) beschrieben.

Die Messungen wurden in der Zeit von Mai 1975 bis April 1976 durchgeführt und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die Radioaktivität in der Luft trat in meßbaren Konzentrationen nie kontinuierlich über eine längere Zeit auf. Sie wurde als peaks mit der Halbwertsbreite  $\leq 3$  h in den sonst gleichförmigen kontinuierlichen Aufzeichnungen des Untergrunds registriert.

In den ersten drei Meßwochen wurden Absolutwerte zwischen 10 und  $90 \text{ pCi/cm}^3$  gemessen, die nie wieder auftraten. In den restlichen 45 Wochen traten selten Absolutwerte bis max.  $10 \text{ pCi/cm}^3$  auf. Betrachtet man den wöchentlichen Mittelwert, so wurde in den 45 Wochen die Aktivitätskonzentration  $1 \text{ pCi/cm}^3$  nicht überschritten.

In der Abb. 9 sind die gemessenen Aktivitätskonzentrationen als wöchentlicher Mittelwert über die Meßwochen dargestellt.

Tab. 7 zeigt eine Gegenüberstellung zwischen der mittleren  $\gamma$ -Dosisleistung im Quadrant I während des Betriebes, die sich aus den Messungen Fig. 5 ergibt, und der mittleren Luftaktivität in  $\text{pCi/cm}^3$  im gleichen Zeitraum. In der letzten Spalte der Tab. 7 sind die Verhältnisse  $\gamma$ -Dosisleistung zu Luftaktivität aufgeführt. Diese Werte zusammen mit der Abb. 9 lassen sich folgendermaßen interpretieren:

In den ersten Betriebswochen der dargestellten Meßperiode wurde der Elektronenstrahl nicht optimal injiziert, so daß es häufig zum gewollten oder ungewollten Strahlverlust mit höherer Luftaktivierung kam. Nach dieser typischen Anfangsphase ist erwartungsgemäß die gemessene Luftaktivität ungefähr proportional zur gemessenen  $\gamma$ -Dosis im Beschleuniger-  
raum.

Herrn Dr. Tesch für seine Unterstützung meinen Dank.

H.-G. Ebeling

Tabelle 1

Meßzeit 9.1. - 7.11.1974  
Betriebszeit lt. Plan: 192 Tage

Pos.-Nr.	$\gamma$ -Dosis pro Betriebs- woche (mrem/W)
11	1 000
12	770
13	560
14	530
15	2 000
16	2 000
17	1 000
18	730
21	300
22	370
23	250
24	310
25	470
26	720
27	770
28	630
31	1 600
32	4 800
33	930
34	760
35	4 200
36	9 200
37	4 500
38	1 600
41	120
42	130
43	150
44	130
45	170
46	310
47	250
48	210

Tabelle 2

Meßzeit 7.3. - 7.11.1974  
Betriebszeit lt. Plan: 156 Tage

Pos.-Nr.	$\gamma$ -Dosis pro Betriebs- woche (mrem/W)
320	44
321	44
322	85
323	61
324	67
325	58
326	120
327	130
328	58
329	140

Tabelle 3

Meßzeit 27.2. - 7.11.1974  
Betriebszeit lt. Plan: 162 Tage

Pos.-Nr.	$\gamma$ -Dosis pro Betriebs- woche (mrem/W)
111	15
112	90
113	44
114	44
211	20
212	16
213	16
214	13
311	14
312	11
313	12
314	16
411	12
412	12
413	6
414	6

- 8 -  
Tabelle 4

Pos.-Nr.	Meßzeit	Betr. Zeit lt. Plan (Tage)	γ-Dosis pro Betriebswoche (mrem/W)	Bemerkungen
D 1	11.3.74 - 19.6.74	48	6 600	
D 2	11.3.74 - 13.5.74	37	3 800	
D 3	11.3.74 - 13.5.74	37	22 000	
D 4	11.3.74 - 13.5.74	37	4 700	
D 5	9.1.74 - 13.5.74	79	9 500	
D 6	11.3.74 - 13.5.74	37	25 600	
P 1	11.3.74 - 19.6.74	48	2 000	
P 2	11.3.74 - 19.6.74	48	280	
P 3	11.3.74 - 19.6.74	48	2 600	
P 4	11.3.74 - 19.6.74	48	2 300	
P 5	9.1.74 - 19.6.74	90	980	
P 6	11.3.74 - 19.6.74	48	5 600	
D 7	19.6.74 - 30.7.74	31	220	ohne DASP
	30.7.74 - 6.1.76	377	21	DASP eingefahren
D 8	19.6.74 - 30.7.74	31	1 900	ohne DASP
	30.7.74 - 6.1.76	377	122	DASP eingefahren
P 7	9.1.74 - 19.6.74	86	640	ohne Experimente
	19.6.74 - 6.1.76	408	46	Experimente eingebaut
P 8	9.1.74 - 19.6.74	86	2 500	ohne Experimente
	19.6.74 - 18.8.75	250	260	Experimente eingebaut

Tabelle 5

Meßzeit 19.3.74 - 6.1.76  
Betriebszeit lt. Plan: 458 Tage

Ort	$\gamma$ -Dosis pro Betriebswoche (mrem/W)
Zugang zu Quadrant 1,	
Tür innen	91
Tür außen	13
Zugang zu Quadrant 2,	
Tür innen	26
Tür außen	9
Zugang zu Quadrant 3,	
Tür innen	28
Tür außen	20
Zugang zu Quadrant 4,	
Tür innen	14
Tür außen	14

Tabelle 6

Meßzeit 6.11.74 - 6.1.76  
Betriebszeit lt. Plan: 305 Tage

Pos.-Nr.	Dosis pro Betriebswoche (mrem/W)	
	$\gamma$	n
101	2	4
201	3	1
202	2	2
301	3	2
401	5	2
402	4	3
001	5	3

Tabelle 7

Woche	$\gamma$ -Dosisleistung mrem/h	Luftaktivität pCi/cm <sup>3</sup>	$\gamma$ -Dosisleistung Luftaktivität
21-24 1975	834	2,4	$3,5 \times 10^2$
25-29 1975	575	0,13	$4,4 \times 10^3$
30-34 1975	399	0,02	$2,0 \times 10^4$
40-44 1975	2250	0,1	$2,2 \times 10^4$
45-53 1975	1432	0,04	$3,6 \times 10^4$
2- 9 1976	4938	0,08	$6,2 \times 10^4$
10-17 1976	2216	0,04	$5,5 \times 10^4$

Fig. 1

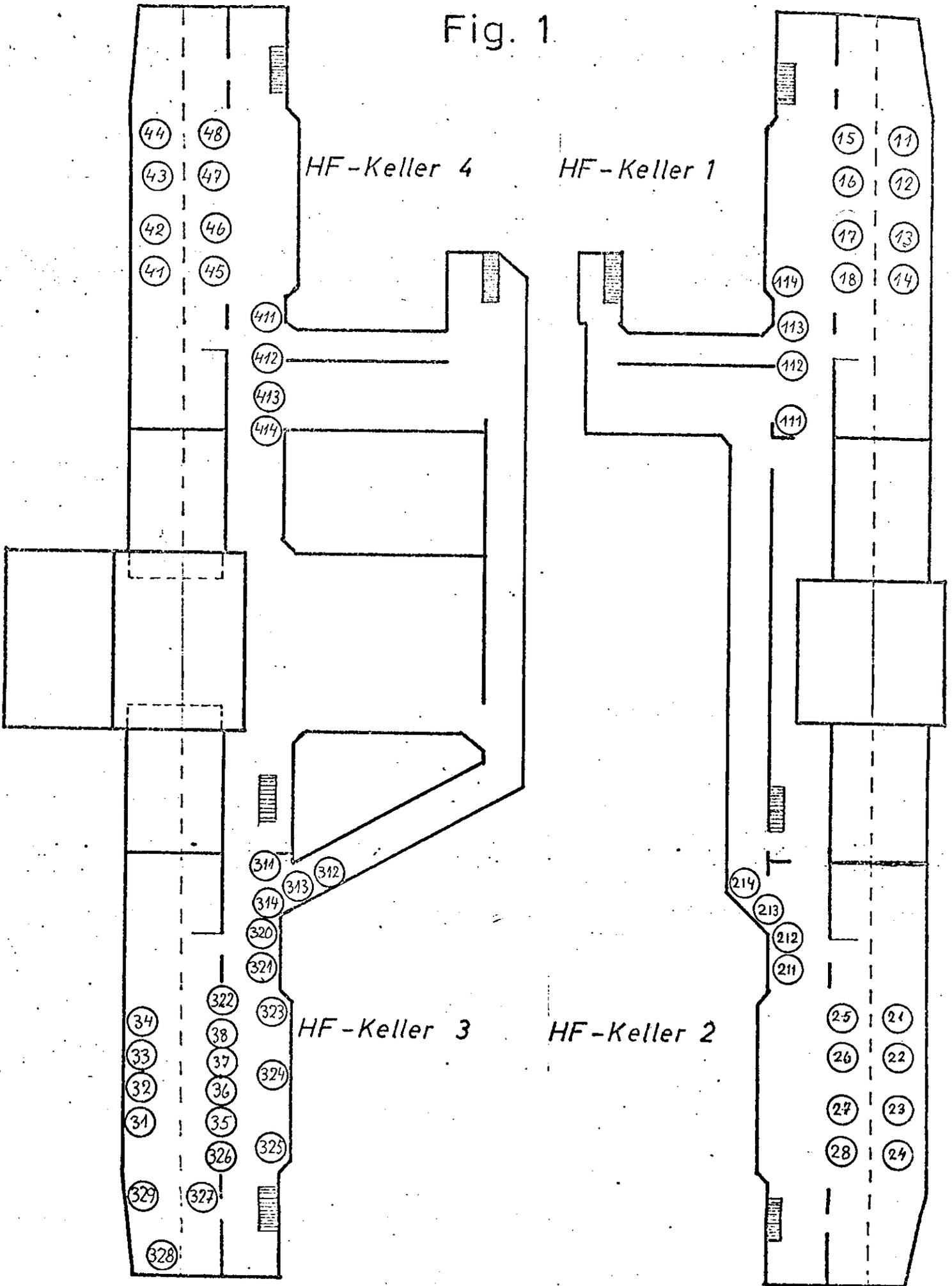
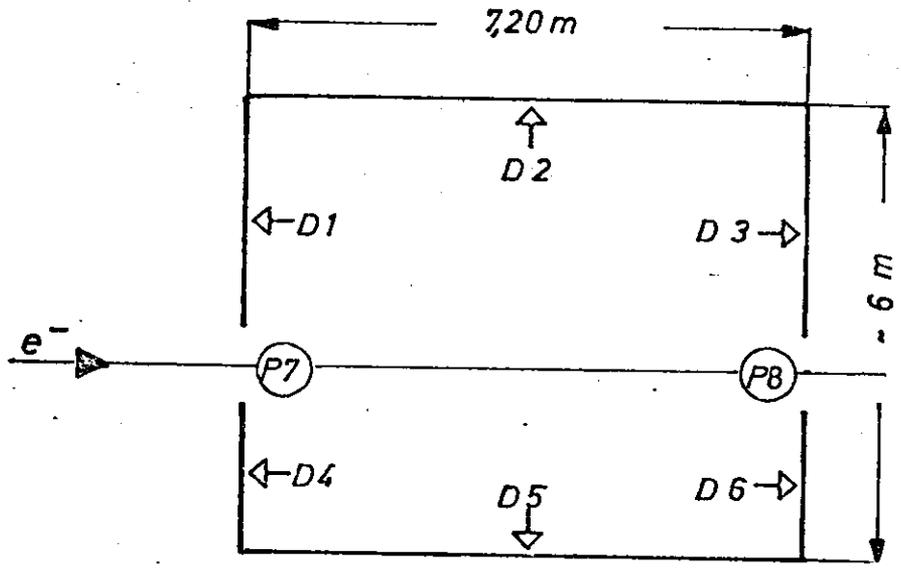
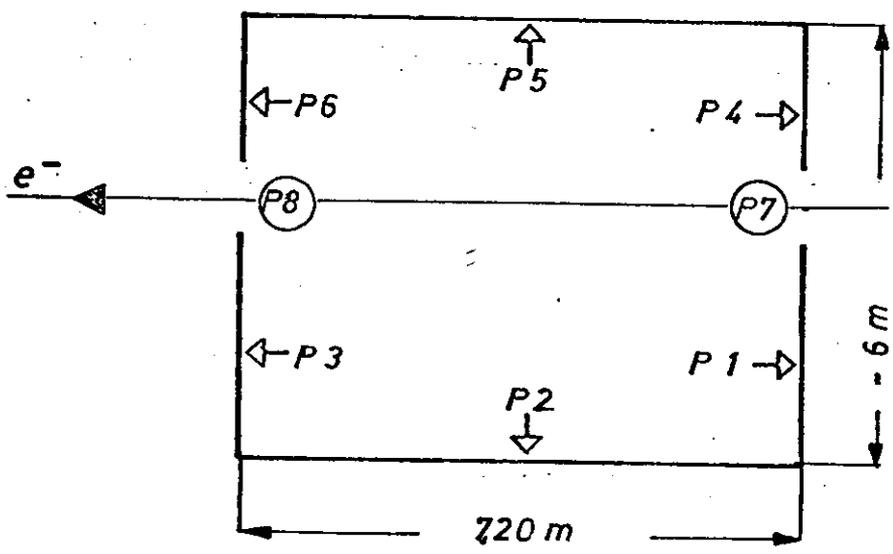


Fig. 2

Wechselwirkungszone 1



Q1	Q2
Q4	Q3



Wechselwirkungszone 2

Fig. 3

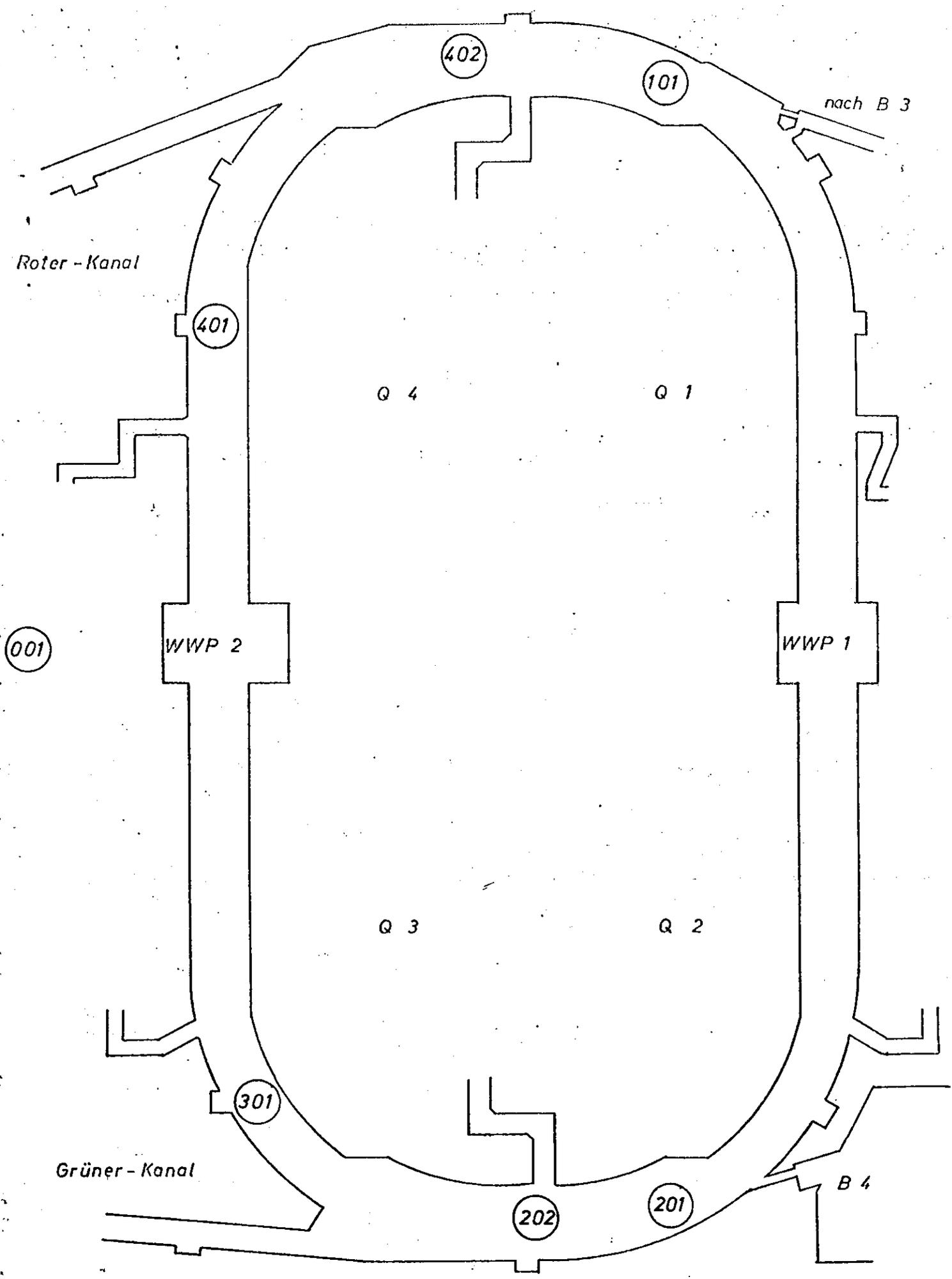


Fig. 4

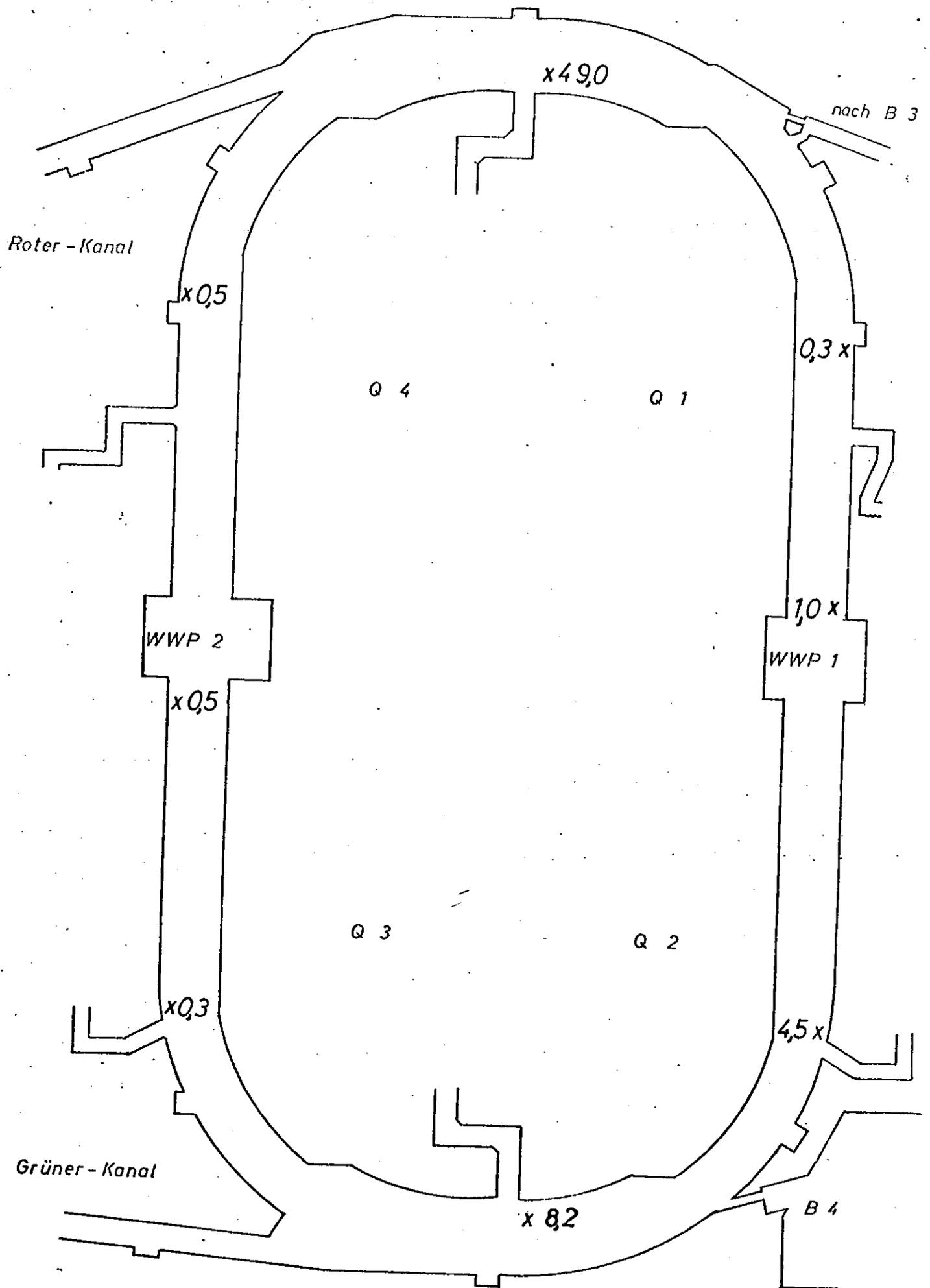


Fig. 5

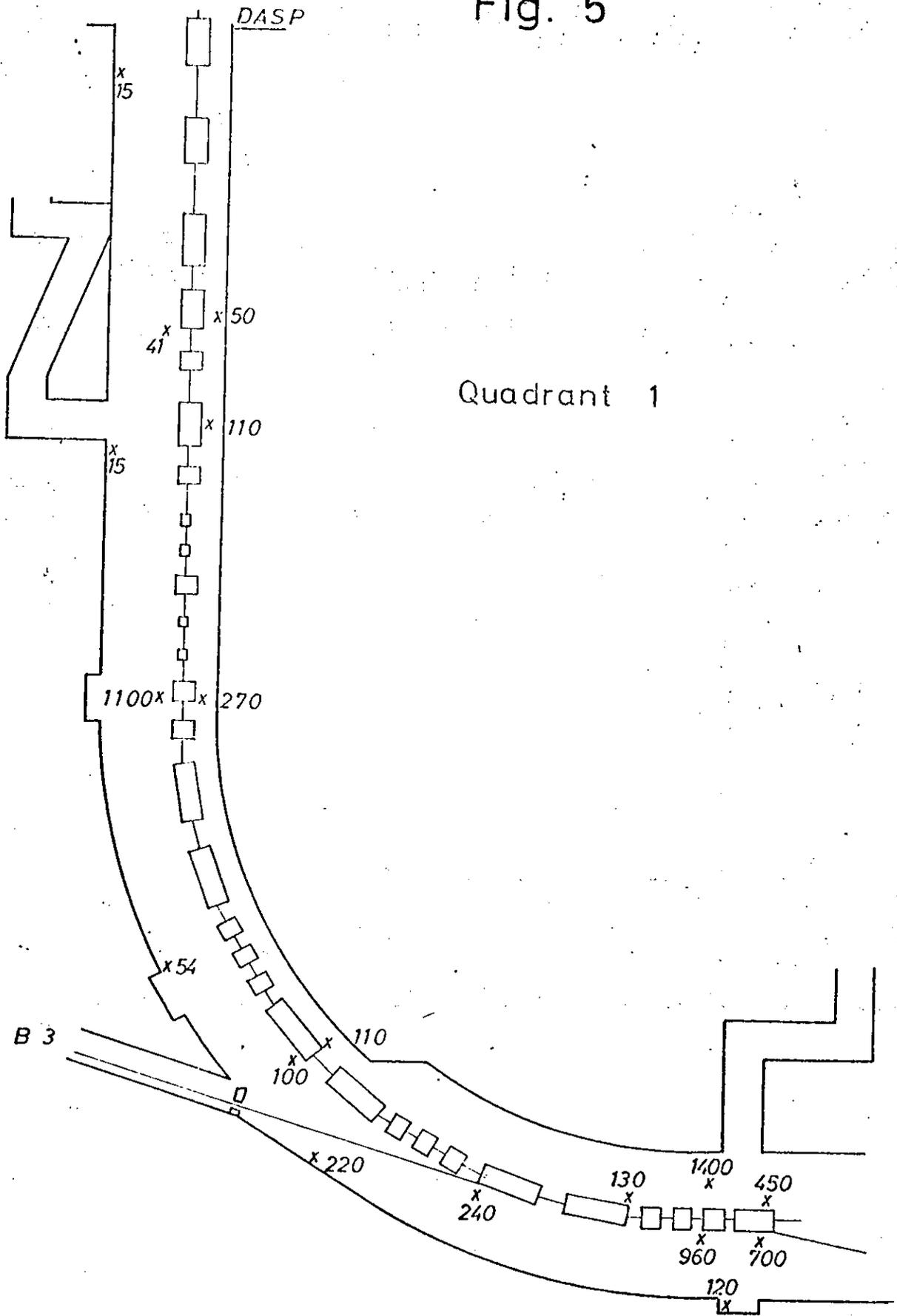


Fig. 6

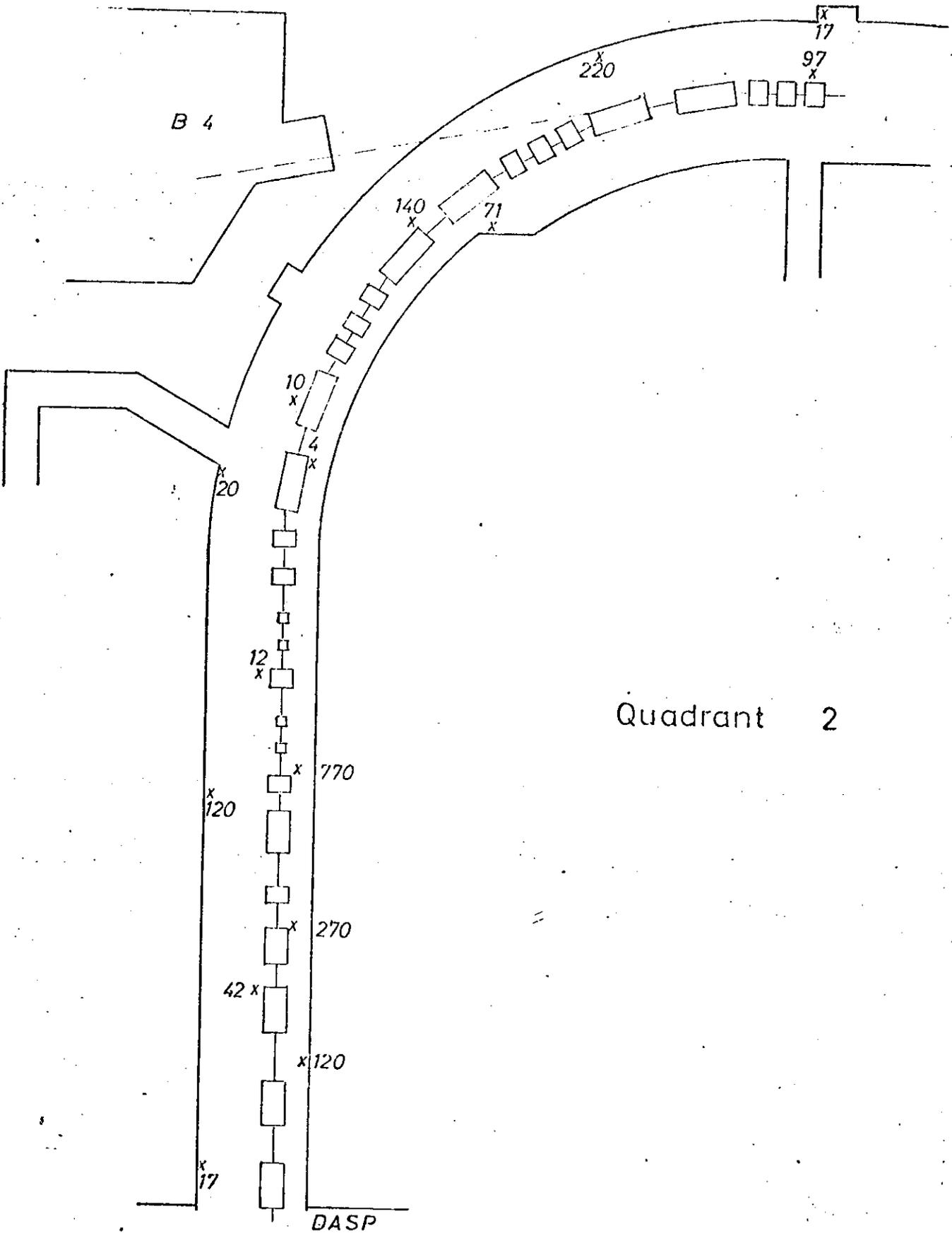


Fig. 7

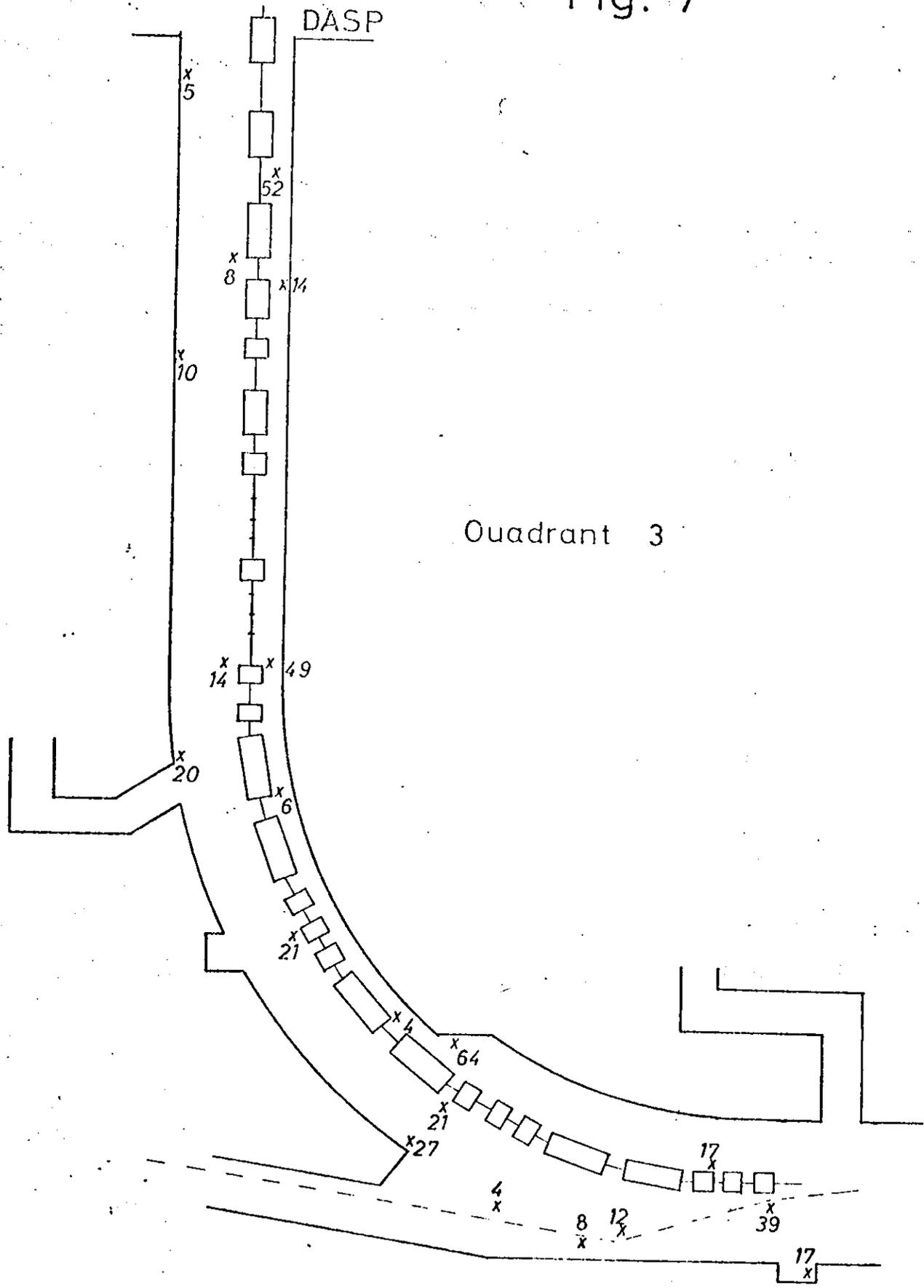
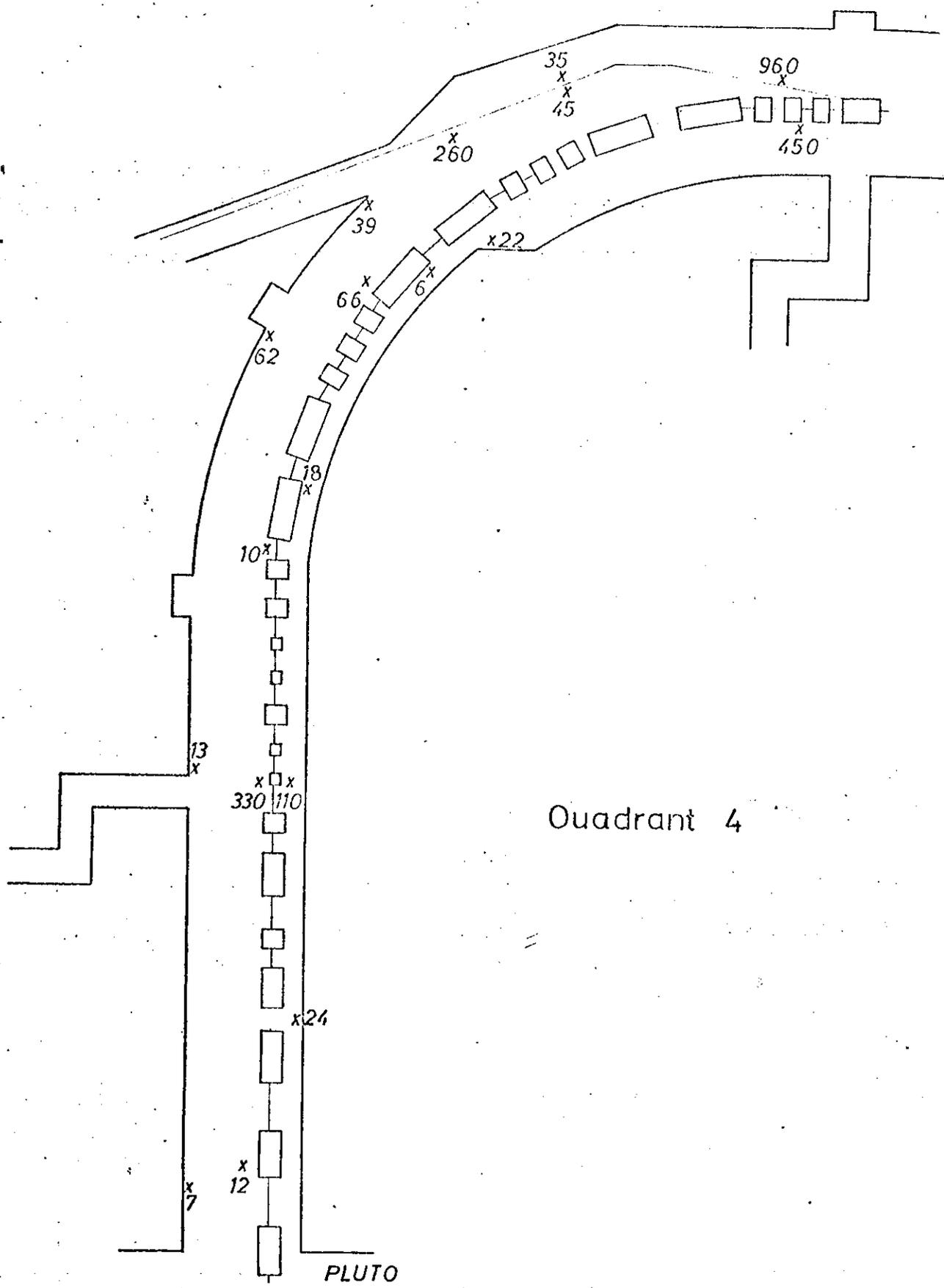


Fig. 8



Quadrant 4

PLUTO

Abb. 9

$\beta$ -Aktivität der DORIS-Innenluft

