

Interner Bericht
DESY H4-71/1
November 1971

DESY-Bibliothek

21. JAN. 1972

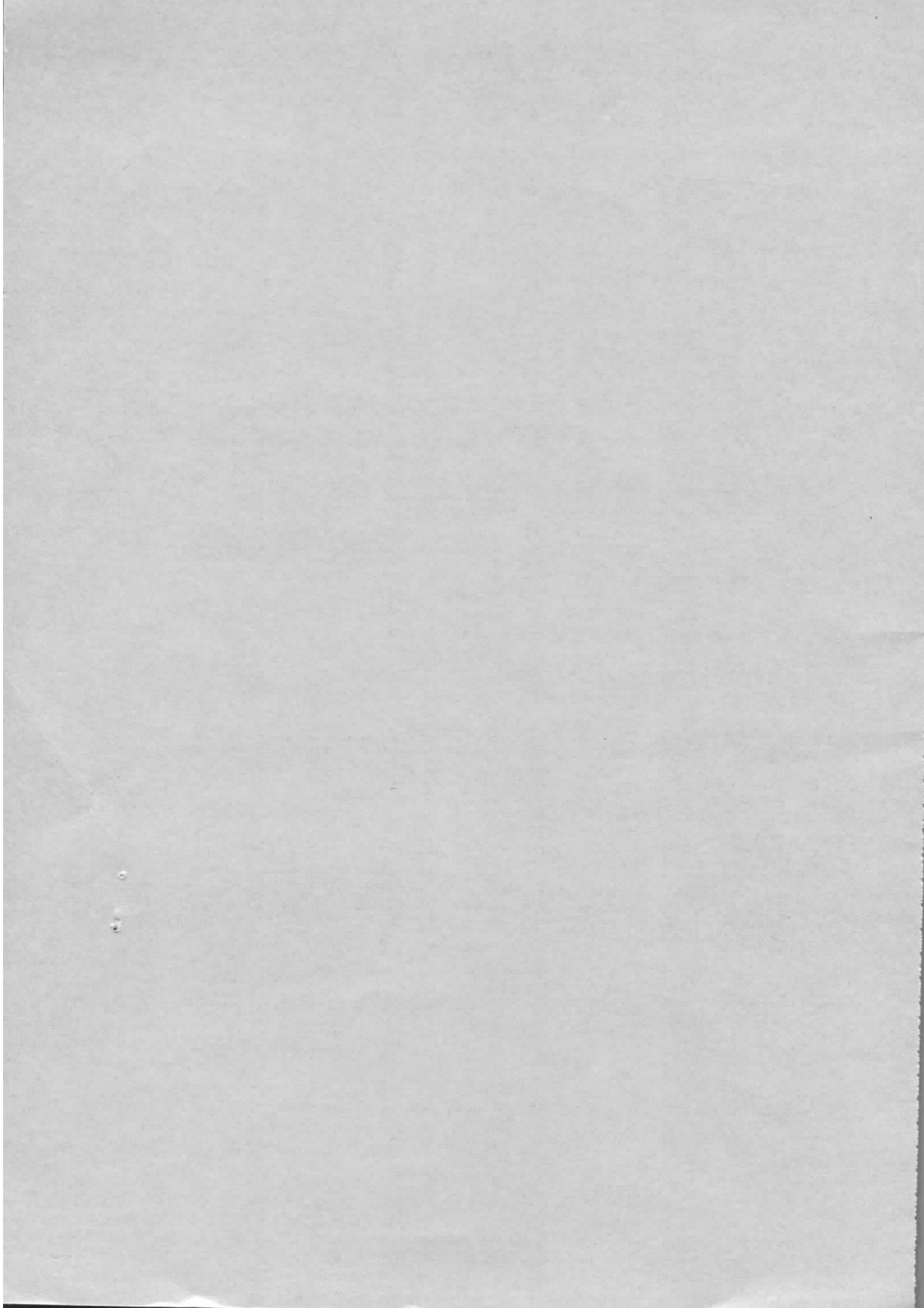
Anordnung der Synchrotronstrahlungsabsorber

im

DESY - SPEICHERRING

von

J. Kouptsidis und H.Chr. Lewin



Inhaltsverzeichnis

	S.
Zusammenfassung	1
1. Einleitung	2
2. Synchrotronstrahlungsquellen im Speicherring	2
2.1 Synchrotronstrahlung	2
2.2 Maximale Leistung der verschiedenen Synchrotronstrahlungsquellen	3
3. Absorberdimensionierung	3
3.1 Intensitätsverteilung der Synchrotronstrahlung auf die Vakuumkammer	3
3.2 Zulässige Belastung der Vakuumkammer	5
3.3 Einfallswinkel der Synchrotronstrahlung	7
3.4 Thermische Daten	8
4. Absorberanordnung	9

Zusammenfassung

Die 1,1 MW Synchrotronstrahlungsleistung des Speicherringes werden im vorgeschlagenen Absorbersystem mit einem flachen Einfallswinkel aufgefangen. Hierdurch läßt sich die Oberflächenbelastung des Strahlungsabsorbers auf 80 W/cm herabsetzen. Die dabei entstehende maximale Temperatur bleibt unterhalb 150°C und beeinflußt die Gasdesorptionsrate nicht wesentlich.

An einigen Stellen kann die Absorberbelastung aus geometrischen Gründen bis auf 200 W/cm ansteigen, die zu einer maximalen Temperatur von etwa 250°C führt.

Bei Oberflächenbelastungen bis 1 W/cm, die zu einer lokalen Temperaturerhöhung auf 100°C führen, wird auf Strahlungsabsorber verzichtet. Durch eine 0,3 mm Kupferbeschichtung der Kammeraußenseite darf diese Belastung auf 3 W/cm erhöht werden.

1. Einleitung

Die im Speicherring gespeicherten Elektronen und Positronen verlieren bei ihrer Ablenkung ständig Energie durch "Synchrotronstrahlung". Die größten Verluste treten bei 0,9 A Strahlstrom und einer Elektronenenergie von 3 GeV auf und betragen für beide Ringe etwa 1,1 MW.

Um diese hohe Leistung ohne Gefährdung des Vakuumsystems sicher abzuführen, müssen an den gefährdeten Kammerteilen Absorber angebracht werden^{1, 10)}; über die Dimensionierung, die Anordnung der Absorber und ihre Belastung durch "Synchrotronstrahlung" wird in der vorliegenden Arbeit berichtet.

2. Synchrotronstrahlungsquellen im Speicherring

2.1 Synchrotronstrahlung

Die Leistung der Synchrotronstrahlung, die durch die Ablenkung eines Elektrons in eine Kreisbahn mit dem Radius R entsteht, läßt sich mit Hilfe der folgenden Formel^{2, 3)} berechnen:

$$P = \frac{2}{3} \frac{c \cdot e^2}{R^2} \cdot \frac{E^4}{(mc^2)}, \quad \text{wobei}$$

c = Lichtgeschwindigkeit,

e = Elementarladung des Elektrons,

E = Elektronenenergie und

m = Ruhemasse des Elektrons sind.

Danach ergeben der Energieverlust pro Umlauf

$$\Delta E \text{ (keV/Umlauf)} = 88,5 \cdot \frac{E^4}{R} \left(\frac{\text{GeV}}{\text{m}} \right)$$

und die Gesamtleistung N der Synchrotronstrahlung für einen Strahlstrom I

$$N \text{ (kW)} = 88,5 \cdot I \text{ (A)} \cdot \frac{E^4 \text{ (GeV)}}{R \text{ (m)}} \cdot$$

Daraus folgt die maximale Leistung der Synchrotronstrahlung N_ϕ , die bei 3 GeV/0,9 A und dem Ablenkwinkel ϕ mit dem Krümmungsradius R abgestrahlt wird:

$$N_\phi \text{ (kW)} = 1,03 \cdot 10^3 \cdot \frac{\phi}{R} \left(\frac{\text{rad}}{\text{m}} \right)$$

2.2 Maximale Leistung der verschiedenen Synchrotronstrahlungsquellen

Die Tabelle 1 zeigt, welche maximalen Leistungen - nach obiger Formel berechnet - in den verschiedenen Magnettypen auftreten.

3. Absorberdimensionierung im Speicherring

3.1 Intensitätsverteilung der Synchrotronstrahlung auf die Vakuumkammer

Zur Berechnung der Intensitätsverteilung der Synchrotronstrahlung auf die Vakuumkammer sei ABE die Teilchenbahn in den Ablenkmagneten (Abb.1). Als x-Achse des Koordinatensystems wurde die Außenseite der Vakuumkammer der nachfolgenden geraden Struktur gewählt; der Bezugspunkt D liegt am Ende des Ablenkmagneten.

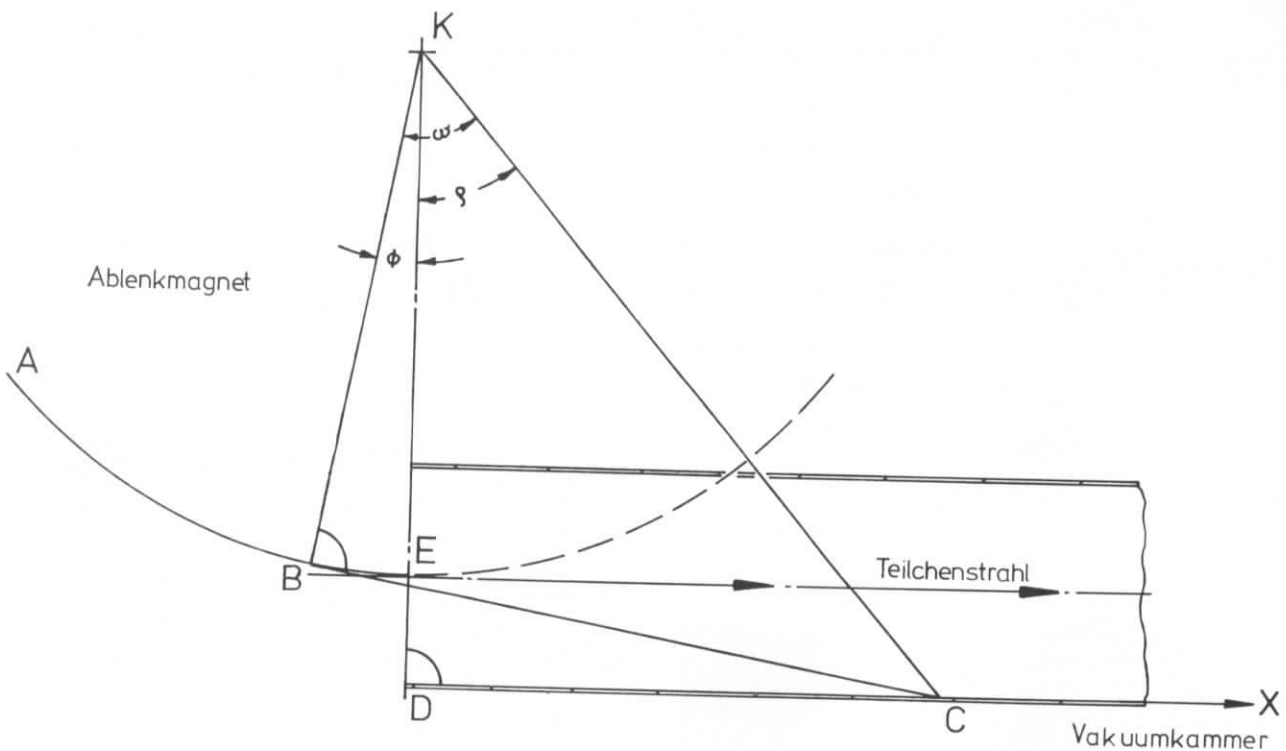


Abb. 1

Leistung der Synchrotronstrahlung in verschiedenen Magneten bei 3 GeV/0,9 A.

Tabelle 1

Magnettyp	Anzahl der Magnete	Ablenkwinkel ϕ (mrad)	Bahnradius R (m)	dN/ds ^{xxx} (W/cm)	$dN/d\phi$ (W/mrad)	N (kW/Magnet)	N (kW/beide Ringe)
DM	48	262,0	12,19	71	85	22,4	1075
VM	8	52,8	28,4	12,8	37,0	1,92	15,4
WQ _I	8	36,0 ×	30,4 ×	10,0	30,6	1,2 ^{xx}	9,6
WQ _{II}	8	51,2 ×	21,5 ×	31,0	66,7	3,4 ^{xx}	27,0
WQ _{III}	8	14,3 ×	77,0 ×	1,74	13,4	0,2 ^{xx}	1,6
HS	8	40,3	49,57	4,2	20,8	0,84	6,7
VS	8	9,2	251,0	0,15	4,4	0,04	0,32

∑ 1,16 MW

× = mittlere Werte

xx = durch Integration berechnet

xxx s = Bahnkoordinate

KB = R = 12,19 m (Krümmungsradius der Teilchenbahn in den Ablenkmagneten)
ED = r = 72 mm (Innenradius der Vakuumkammer in der geraden Struktur)

Die Vakuumkammer von C bis ∞ wird von der Synchrotronstrahlung der Bahn BE getroffen. Zur Berechnung dieser Leistung genügt die Bestimmung des Winkels \hat{BKD} , der gleich dem Winkel der Synchrotronstrahlungsrichtung mit der Vakuumkammer $\hat{BCD} = \hat{\phi}$ ist.

$$\hat{\phi} = \omega - \rho = \text{arc tg} (BC/KB) - \text{arc tg} (DC / KD)$$

$$\hat{\phi} = \text{arc tg} \left(\frac{\sqrt{2Rr+r^2+x^2}}{R} \right) - \text{arc tg} \left(\frac{x}{R+r} \right)$$

Aus $d\hat{\phi}/dx$ läßt sich einfach die maximale lineare Belastung der Vakuumkammer berechnen

$$q = - \frac{dN}{dx} \left(\frac{W}{\text{cm}} \right) = - \frac{1,03 \cdot 10^6}{R(\text{m})} \cdot \frac{d\hat{\phi}}{dx} \left(\frac{\text{rad}}{\text{cm}} \right)$$

Die maximale lineare Belastung der Vakuumkammer dN/dx sowie der Winkel der Synchrotronstrahlung und die integrale Belastung $\int_x^{\infty} dN$ wurden mit Hilfe der IBM 360 für verschiedene x-Werte berechnet und in Abb. 2 dargestellt.

3.2. Zulässige Belastung der Vakuumkammer

Mit wachsendem Abstand vom Ende des Ablenkmagneten verringert sich die Leistung der Synchrotronstrahlung, die die Vakuumkammer belastet (Abb.2). Daher scheint es sinnvoll zu untersuchen, ob es möglich ist, in einigen Teilen der Vakuumstruktur auf Strahlungsabsorber zu verzichten, zumal es wegen Aperturbegrenzungen erwünscht ist. Zur Bestimmung der maximalen Belastbarkeit der Vakuumkammer wird nur die Begrenzung der Desorptionsrate herangezogen.

Die aus der Belastbarkeit der Vakuumkammer mit Synchrotronstrahlung entstehende Temperaturerhöhung beschleunigt exponentiell sämtliche Prozesse, die zur Desorption von absorbierten Gasmolekülen führen. In Abb. 3 wurde eine typische Temperaturabhängigkeit der Elektronenstoßdesorption von Edelstahl in einem Arrhenius-Diagramm dargestellt. Eine ähnliche Abhängigkeit

gilt ebenso für die reine thermische Desorption. Daraus ist abzulesen, daß die Desorptionsrate bis zu Temperaturen von etwa 200°C eine geringe Temperaturabhängigkeit zeigt (eine Verdoppelung der Desorptionsrate erfolgt in Temperaturintervallen von etwa 30 Grad). Dagegen steigt die Desorptionsrate bei Temperaturen, die höher als 200°C liegen, rapide an.

Daraus ist zu entnehmen, daß Belastungen der Vakuumkammer, die bis zu Temperaturen von 100°C führen, zugelassen werden können. Die dabei auftretende lokale Erhöhung der Desorptionsrate um den Faktor 8,5 würde den Betriebsdruck des Speicherringes nicht wesentlich beeinflussen, da der Anteil der Kammeroberfläche, die auf 100°C erwärmt wird, nur 1% der Absorberoberfläche beträgt. Wie später zu sehen ist, steigt die Temperatur der Absorberoberfläche auf 150°C und bestimmt die Desorptionsrate der Synchrotronstrahlung. Zur Berechnung der maximalen Leistung der Synchrotronstrahlung, die zur Temperaturerhöhung von 100°C führt, muß berücksichtigt werden, daß die Kühlung der Vakuumkammer nur durch die Isolation der Ausheizschicht erfolgen kann; eine bessere Luft- oder Wasserkühlung der Vakuumkammer läßt sich aus technischen Gründen nicht realisieren.

Aus der Lösung der Differentialgleichung der Wärmeleitung entlang des Umfanges der Vakuumkammer ergibt sich folgende Beziehung zwischen linearer Belastung q und maximaler Oberflächentemperatur T_{\max} der Vakuumkammer^{4) ++}:

$$T_{\max} = \frac{1}{2} \frac{q}{(1 - e^{-2b\sqrt{\alpha/\lambda d}})} (1 + e^{-2b\sqrt{\alpha/\lambda d}}) \cdot \frac{\sqrt{\alpha/\lambda d}}{\alpha} + T_0$$

T_0 = Umgebungstemperatur in grad,

α = Wärmeübergangszahl in W/grad cm²,

q = lineare Belastung der Vakuumkammer in W/cm ,

b = halber Umfang der Vakuumkammer in cm,

λ = Wärmeleitfähigkeit der Vakuumkammer in W/grad cm,

d = Dicke der Vakuumkammerwand in cm.

Der Temperaturverlauf entlang des halben Umfanges der Vakuumkammer folgt aus derselben Gleichung:

$$T = \frac{T_{\max}}{1 + e^{-2b\sqrt{\alpha/\lambda d}}} \left(e^{\sqrt{\alpha/\lambda d}(y-2b)} + e^{-\sqrt{\alpha/\lambda d} y} \right)$$

(y ist der Abstand auf den halben Umfang der Vakuumkammer, gemessen vom Auftreffpunkt der Synchrotronstrahlung).

⁺⁺ Der Faktor 1/2 ergibt sich aus den zwei Möglichkeiten der Wärmeleitung entlang des Umfanges der Vakuumkammer.

Die Temperaturverteilungen für verschiedene Parameter (α, q, λ, d) bei $T_{\max} = 100^{\circ}\text{C}$ sind in Abb.4 dargestellt. Die Wärmeübergangszahl der Vakuumkammer mit Ausheizschicht und Isolation wurde mit $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ W/grad cm}^2$ angenommen. Daraus resultiert, daß bei einer lokalen Erwärmung auf 100° die lineare Belastbarkeit einer Vakuumkammer aus 2 mm Edelstahl $1,3 \text{ W/cm}$ beträgt. Da es in manchen Fällen - bei Belastungen, die höher als $1,3 \text{ W/cm}$ liegen - wegen Aperturbegrenzungen nicht erlaubt ist, einen Strahlungsabsorber in die Vakuumkammer einzubauen, wurde als Lösung die Beschichtung der äußeren Kammerwand mit 0,3 - 0,5 mm Elektrolytkupfer angeregt. Damit wird es möglich, die Belastbarkeit der Vakuumkammer auf etwa 3 W/cm zu erhöhen. Dieser Wert erklärt sich aus der Wärmeleitfähigkeit von Kupfer, die etwa zwanzigmal besser als die von Edelstahl ist.

3.3 Der Einfallswinkel der Synchrotronstrahlung

Das Hauptproblem des Ultrahochvakuumsystems eines Elektronen-Speicherringes liegt in der Gasdesorption, die die Synchrotronstrahlung verursacht.^{5,6,7,8)} Zu dieser Desorption tragen hauptsächlich die aus der Wechselwirkung der Synchrotronstrahlung mit dem Absorber oder der Kammeroberfläche entstehenden Photoelektronen bei.⁵⁾

Die Zahl der Photoelektronen hängt mit $1/\sin\phi$ vom Winkel ϕ zwischen Synchrotronstrahlungsrichtung und Vakuumkammer ab⁹⁾.

Um die Zahl der Photoelektronen möglichst klein zu halten, wurde früher vorgeschlagen, die Synchrotronstrahlung senkrecht auf den Strahlungsabsorbern einfallen zu lassen¹⁰⁾; hierdurch wurde erwartet, ohne Berücksichtigung thermischer Effekte die Desorptionsrate um den Faktor 6 vermindern zu können.

Gerade aber in Leistungsspeicherringen ändert sich die Oberflächentemperatur des Strahlungsabsorbers sehr stark mit dem Einfallswinkel der Synchrotronstrahlung. Die durch den senkrechten Einfall entstehende Temperaturerhöhung des Strahlungsabsorbers vergrößert exponentiell die Desorptionsrate (Abb.3). Für DORIS würde z.B. bei $3 \text{ GeV} / 0,9 \text{ A}$ die Oberflächentemperatur des Strahlungsabsorbers bei senkrechtem Einfall auf etwa 500°C steigen¹⁾, was einer Erhöhung der Desorptionsrate mindestens um den Faktor 10^4 entspricht. Im Gegensatz dazu ist es aber durch die Wahl eines flachen Einfalls der Synchrotronstrahlung möglich, die maximale Temperatur auf dem Absorber kleiner als 150°C

zu halten; die dabei auftretende Erhöhung der Desorptionsrate der Photoelektronen nur um den Faktor 15 zeigt deutlich den Vorteil. Dies ist auch der Grund, ein Absorbersystem mit flachem Einfall der Synchrotronstrahlung zu bevorzugen.

Die bei einem flachen Einfall der Synchrotronstrahlung erhöhte Reflexion soll mit Hilfe einer Zahnstruktur auf der Absorberoberfläche vermindert werden. Darüber wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden.

3.4 Thermische Daten

Solange der Absorber parallel zur Teilchenbahn verläuft, wird er maximal mit 80 W/cm von der Synchrotronstrahlung belastet. Manche Stellen in der Ablenkmagnetkammer fordern aus Konstruktionsgründen, den Strahlungsabsorber unter einem Winkel zur Teilchenbahn anzuordnen; hier kann die maximale lineare Belastung auf 200 W/cm steigen. Dieser Wert wird deshalb zur Dimensionierung des Strahlungsabsorbers herangezogen.

Als Absorbermaterial wurde OFHC-Kupfer ausgewählt, um die Absorbertemperaturen möglichst klein zu halten¹⁾.

Abb. 5 zeigt den Querschnitt des vorgeschlagenen Strahlungsabsorbers. Der Rohrdurchmesser der Kühlkanäle wurde 10 mm gewählt, um den Durchfluß der erforderlichen Kühlwassermenge bei einer mittleren Geschwindigkeit von 1,5 m/sec zu gewährleisten.

Bei einer maximalen Leistung von 23 kW pro Ablenkmagnet entsteht eine Temperaturdifferenz von etwa 50°C zwischen Wassereinlauf und Auslauf des in Serie geschalteten Absorbersystems. Für eine Wassereintrittstemperatur von 30°C ergibt sich eine mittlere Wassertemperatur von 55°C. Die Wärmeaustauschfläche der Kühlkanäle beträgt etwa 6,3 cm² pro laufenden cm. Die maximale Oberflächenbelastung der Kühlkanäle von 32 W/cm² liegt mit Sicherheit unterhalb der Grenze der Dampfschichtinstabilität¹⁾.

Der thermische Widerstand des Strahlungsabsorbers für einen laufenden cm wurde mit Hilfe der IBM 360 berechnet und beträgt 0,91 grad/W. In dieser Rechnung wurde die Wärmeübergangszahl zum Wasser mit 0,72 W/grad cm² angenommen.¹⁾

Der thermische Widerstand um den Einfallspunkt der Synchrotronstrahlung liegt bei 0,14 grad/W im Vergleich zu 0,32 grad/W für den im Kupferblech und 0,45 grad/W für den der Wasserkühlung.

Die maximale Oberflächentemperatur des Strahlungsabsorbers während der extremen Belastung von 200 W/cm beträgt $200 \cdot 0,91 + 55 = 237^\circ\text{C}$.

Diese hohe Temperatur kommt nur in kleinen Bereichen des Strahlungsabsorbers in den Ablenkmagneten vor. Sonst steigt die Absorberrtemperatur bei der üblichen Belastung von 80 W/cm nur bis auf $80 \cdot 0,91 + 55 = 128^{\circ} \text{C}$

4. Absorberanordnung

Die maximale Strahlausdehnung am Ende des Ablenkmagneten erlaubt einen Abstand von 54 mm zwischen Absorberoberfläche und Strahlmitte. Dadurch werden nur etwa 70% der Synchrotronstrahlung eines einzelnen Magneten vom Strahlungsabsorber in der Ablenkmagnetkammer aufgefangen¹⁾. Die restlichen 30% belasten die nachfolgende Ablenkmagnetkammer oder die gerade Struktur der Quadrupolmagnete.

In der Regel besteht die Quadrupolstruktur aus 5 Vakuumkammern, die normalerweise mit Strahlungsabsorbern zu bestücken sind. Die maximale Strahlausdehnung am Ende der zweiten Quadrupolkammer beträgt 36 mm und erlaubt es, den Abstand Strahlabsorber-Strahlmitte auf 42 mm zu verringern. Durch diese Maßnahme kann auf die Absorber in den zwei nachfolgenden Kammern verzichtet werden. Der Schatten des Absorbers in der zweiten Quadrupolkammer reicht jetzt aus, die nachfolgende Vakuumstruktur bis zum Ablenkmagneten vor der Belastung mit Synchrotronstrahlung zu schützen. Dies wurde rechnerisch mit der IBM 360 unter Berücksichtigung der Gaußverteilung des Teilchenstrahls geprüft. Auch bei einer extremen Schwankung des Strahles von 10 mm um die Sollbahn bleibt die Vakuumstruktur geschützt. Die Strahlungsabsorber wurden mit einer Steigung in Strahlrichtung von mindestens 4 mm über ihre gesamte Länge versehen. Dieser Höhenunterschied bewirkt, daß eine gleichmäßige Verteilung der Synchrotronstrahlung auf die Teilabsorber erreicht wird.

Die Abstände von Strahlmitte zum Anfang und Ende des Strahlungsabsorbers wurden mit 58 mm bzw. mit 54 mm festgelegt. Nur das Ende des Strahlungsabsorbers in der zweiten Quadrupolkammer jedes Quadrupoltriplets liegt bei 42 mm.

Die Absorber in der Injektionsstrecke 1G und 2R sind in den vorliegenden Abbildungen 6 und 7 - wie oben beschrieben - dimensioniert worden. Zur Zeit wird aber wegen Aperturbegrenzungen die Möglichkeit untersucht, den Abstand Absorberoberfläche - Strahlmitte auf 65 mm zu vergrößern.

Die Abbildungen 6 bis 16 zeigen die maximalen Absorberbelastungen in den verschiedenen geraden Strukturen des Speicherringes. Abb. 17 zeigt die Absorberverteilung und ihre Belastung in den vertikalen Abschnitten bis zum Wechselwirkungspunkt.

Referenzen

1. J.Kouptsidis, Interner Bericht DESY H4-70/1, Juli 1970
2. R.Haensel und C.Kunz, DESY 67/15, "Experimente mit der Synchrotronstrahlung", Mai 1967.
3. J. Schwinger, Phys. Rev. 75, 1912, 1949
4. M. Jacob, Heat transfer, S. 214, J.Wiley, N.Y. 1959.
5. G.E.Fischer, R.A.Mack, J.Vac. Sc. Techn., 2, S. 123, 1965.
6. M.Bernardini, L.Malter, J.Vac. Sc. Techn., 2, S. 130, 1965.
7. E.L.Garwin et al, Proc. 4th Int. Vac. Congress, S.131, 1968.
8. SLAC-Proposal, "SPEAR Design Report", Aug. 1969.
9. N.G. Nakbodkin, P.V. Melnik, Sov.Phys.-Solid State 5, 1779(1964);
5, 1259(1964).
10. Vorschlag zum Bau eines 3 GeV Elektron-Positron-Doppelspeicherringes, DESY, 1967.

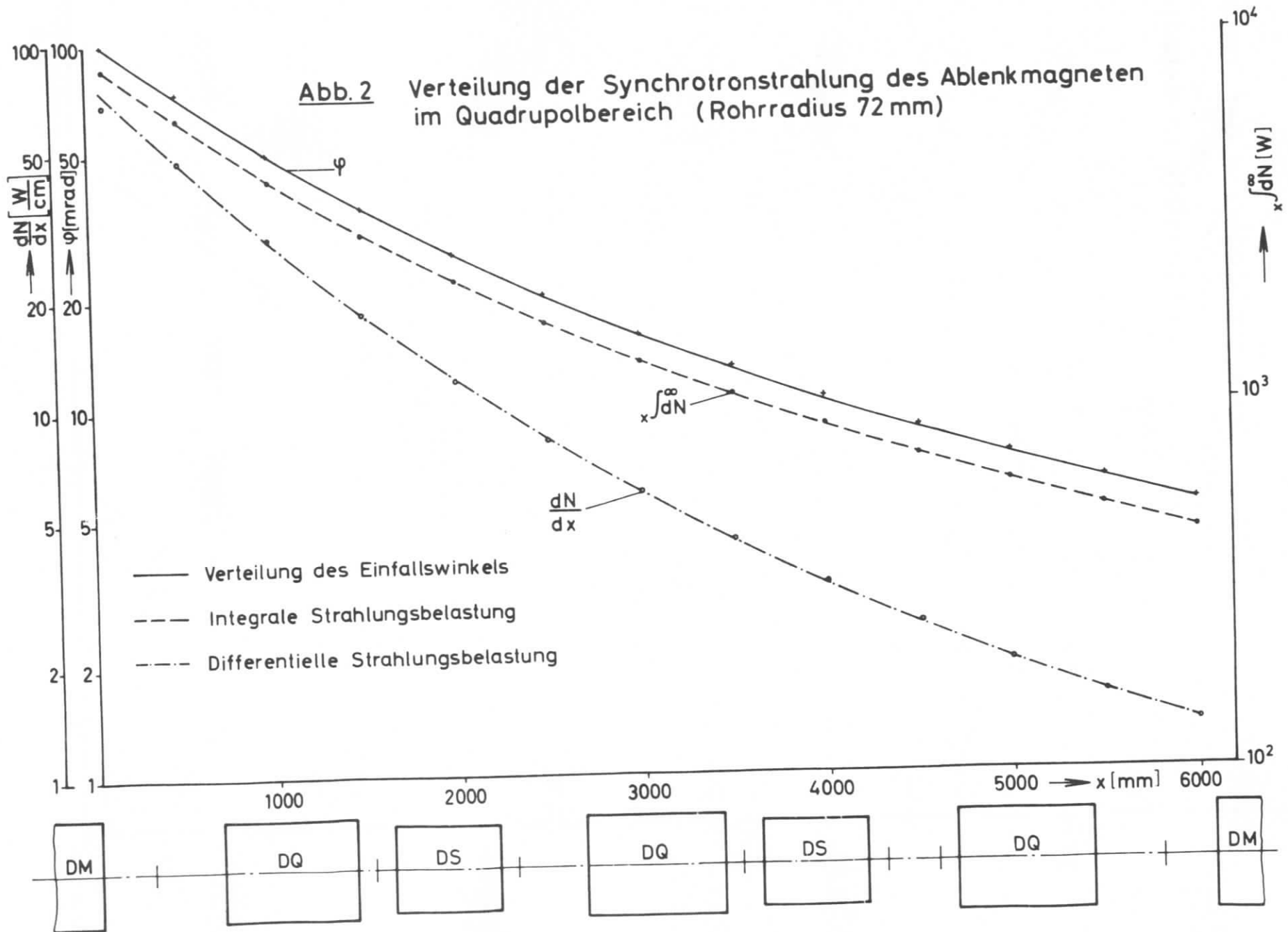
Danksagung

Den Herren Degèle, Pingel, Steffen und Wiedemann danken wir für Vorschläge und Diskussionen.

Herrn Schwartz und Herrn Rahn danken wir für die Bereitstellung der Absorber-Stücklisten und Auswertung der Rechnerergebnisse.

Frau Fiedler danken wir für die mühevollen Schreibarbeit und Herrn Knaut für die sorgfältige Anfertigung der Zeichnungen.

Abb. 2 Verteilung der Synchrotronstrahlung des Ablenkmagneten im Quadrupolbereich (Rohrradius 72 mm)



↑ Desorptionswahrscheinlichkeit [Moleküle/Elektron]

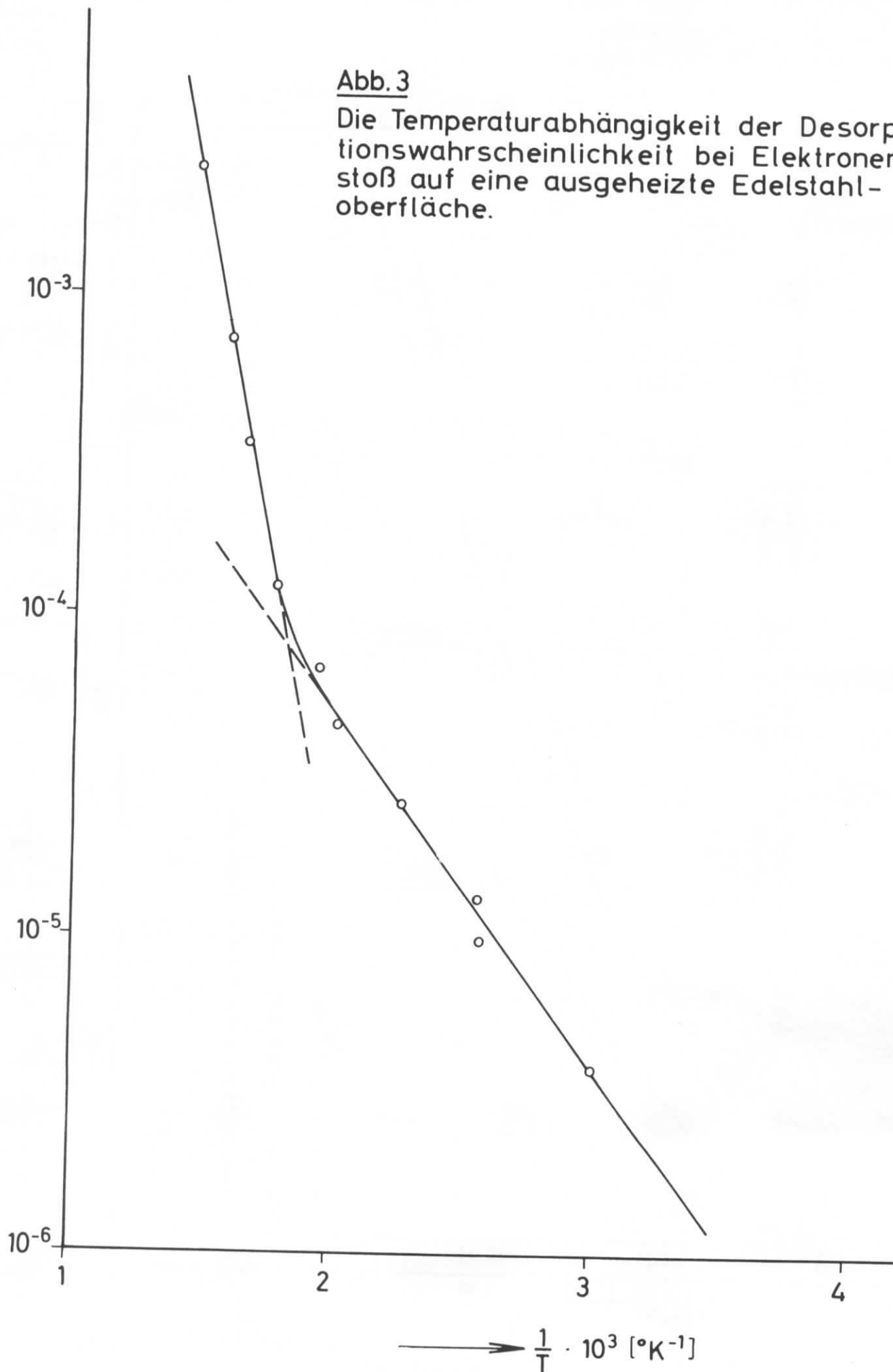
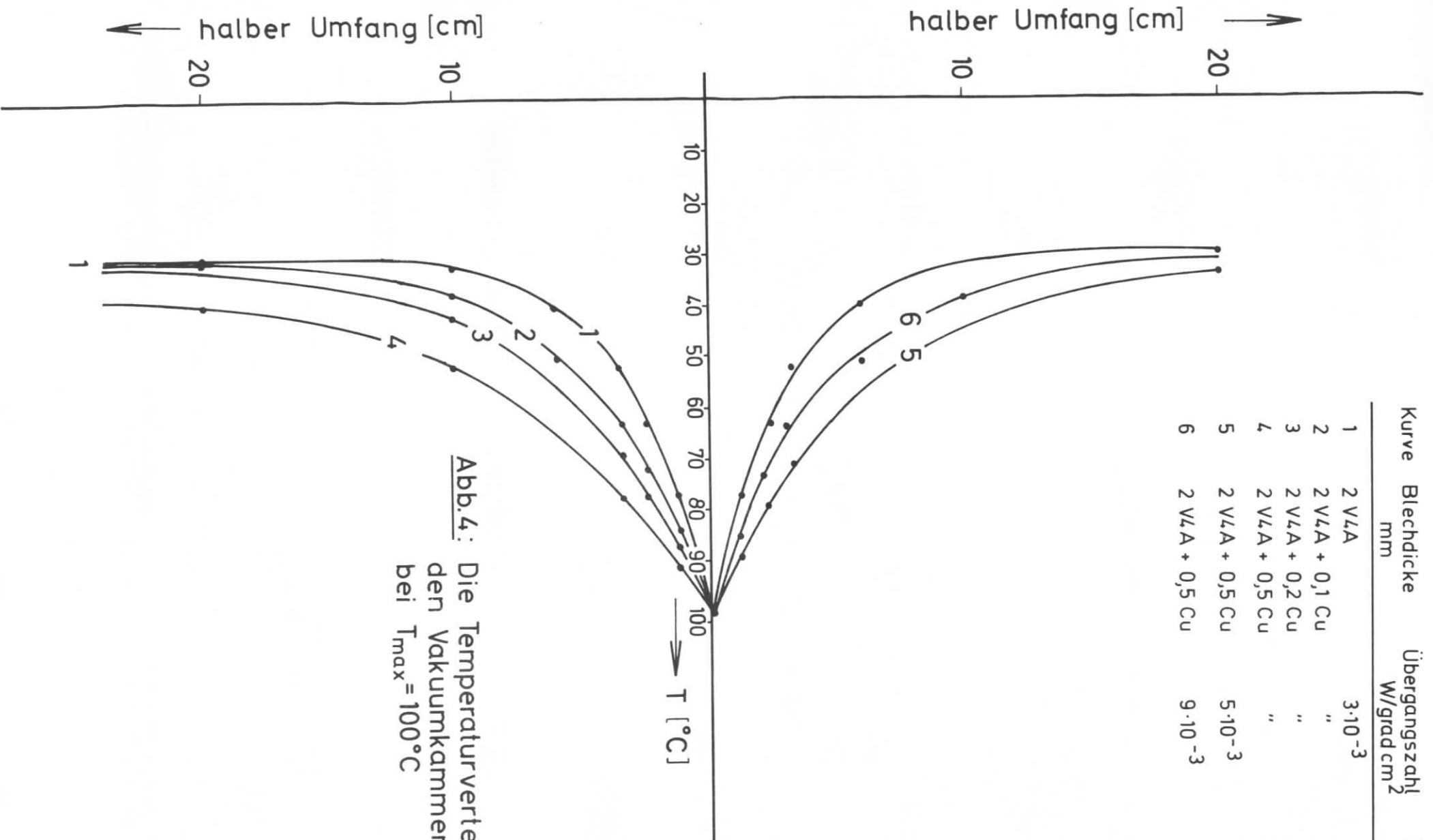


Abb. 3

Die Temperaturabhängigkeit der Desorptionswahrscheinlichkeit bei Elektronenstoß auf eine ausgeheizte Edelstahloberfläche.



Kurve	Blechdicke mm	Übergangszahl $W/\text{grad cm}^2$	Belastung W/cm
1	2 V4A	$3 \cdot 10^{-3}$	1,3
2	2 V4A + 0,1 Cu	"	2,0
3	2 V4A + 0,2 Cu	"	2,6
4	2 V4A + 0,5 Cu	"	3,6
5	2 V4A + 0,5 Cu	$5 \cdot 10^{-3}$	4,8
6	2 V4A + 0,5 Cu	$9 \cdot 10^{-3}$	6,4

Abb.4: Die Temperaturverteilung auf den Vakuumkammerumfang bei $T_{\text{max}} = 100^\circ\text{C}$

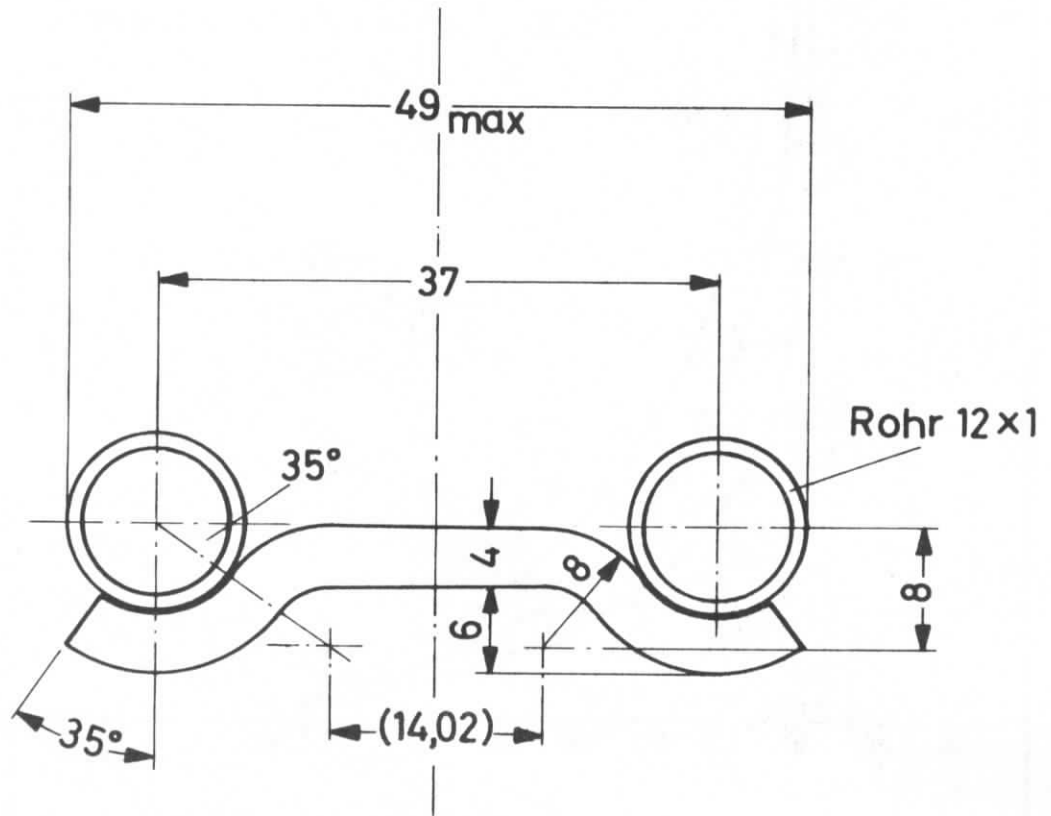


Abb. 5 Querschnitt des Strahlungsabsorbers

Abb.6

Max. Synchrotronstrahlungsbelastung
in der Injektionsstrecke 2R*

* (vorläufige Absorberstruktur; siehe Seite 9)

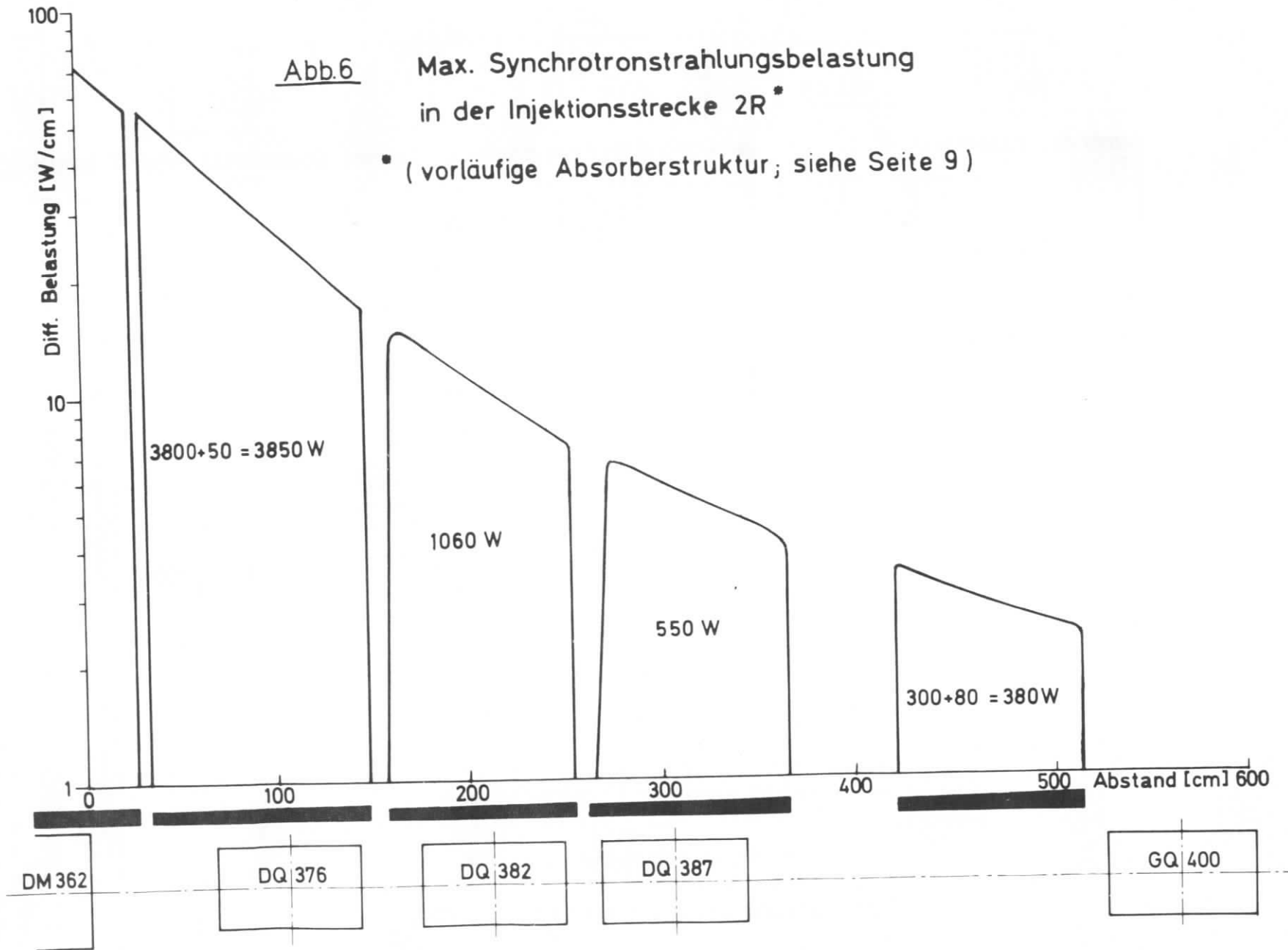


Abb. 7 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung

in der Injektionsstrecke 1G*

* (vorläufige Absorberstruktur; siehe Seite 9)

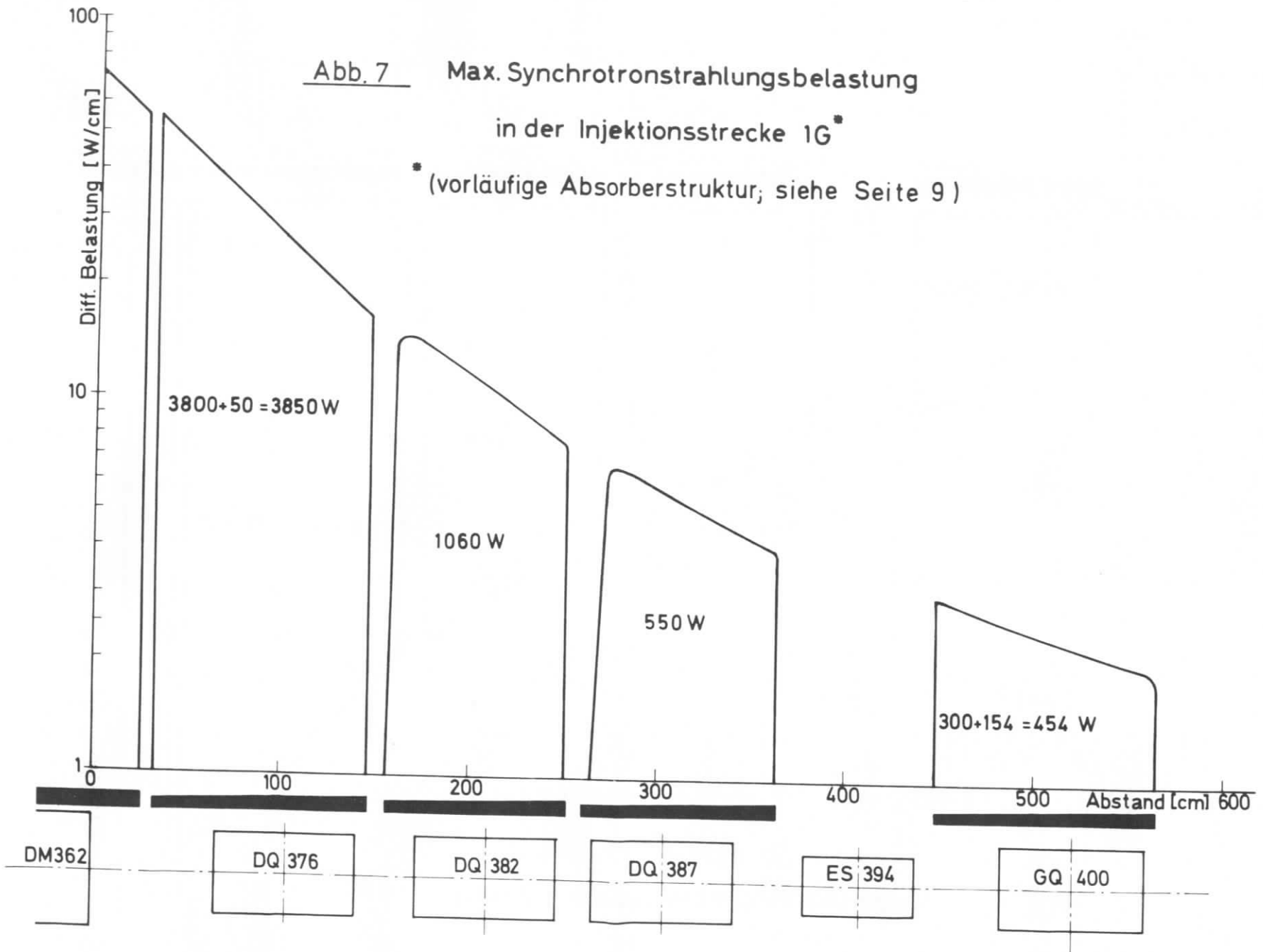


Abb. 8 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung
in den Injektionsstrecken 3G, 4R

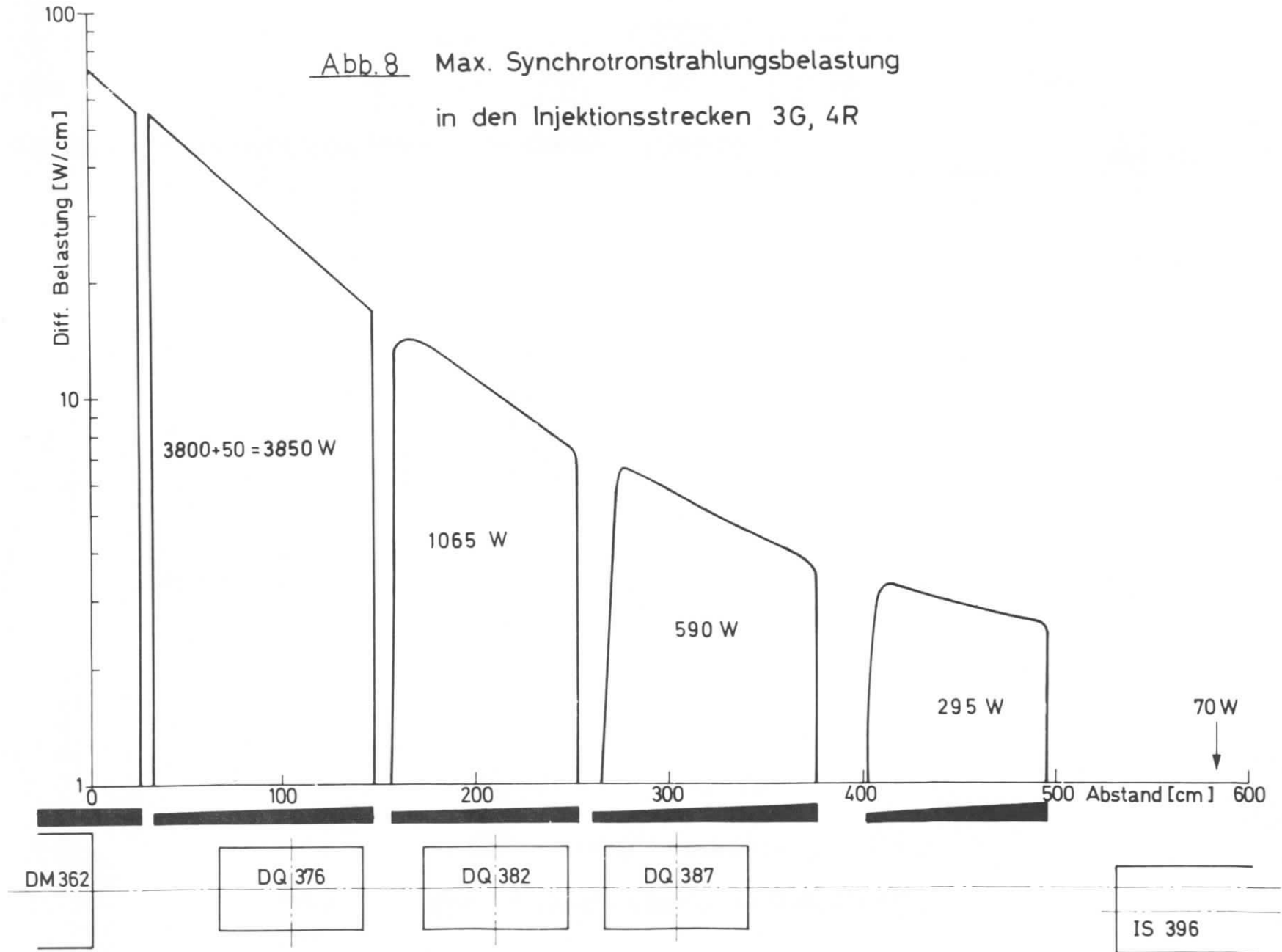


Abb.9 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung
in den Sextupolstrecken 1R, 3R, 2G, 4G

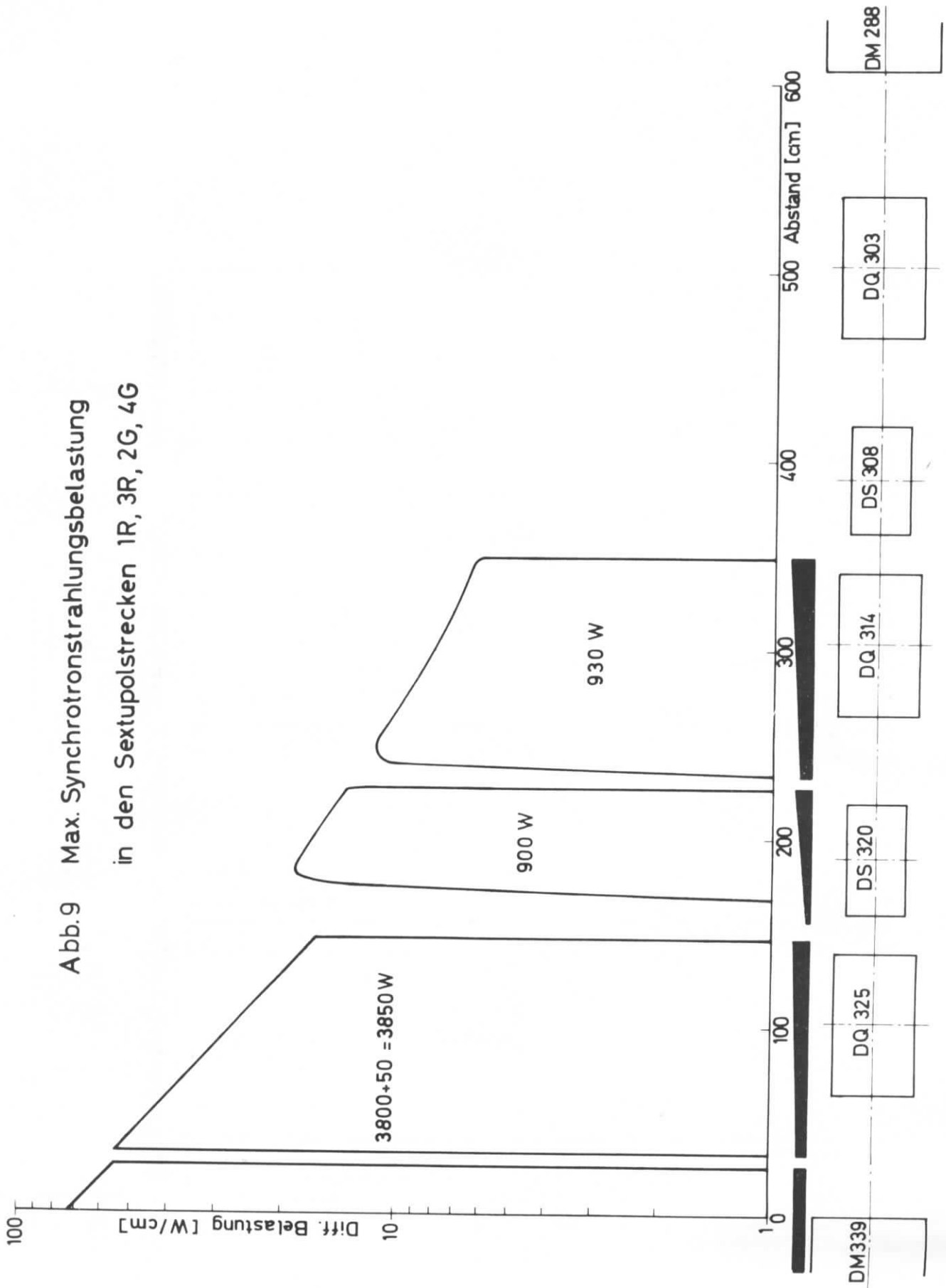


Abb.10 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung
in den Sextupolstrecken 1G, 3G, 2R, 4R

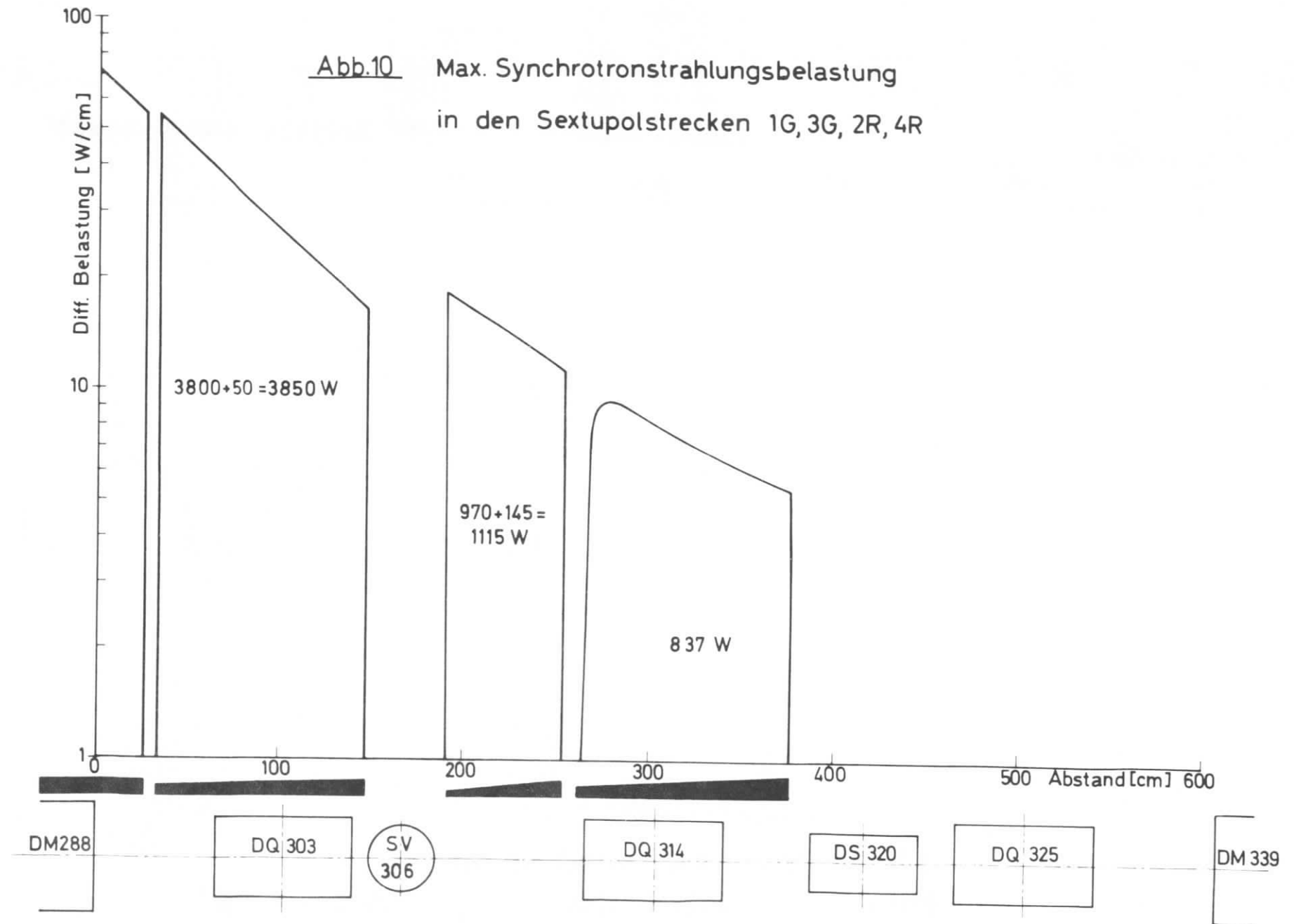


Abb.11 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung

im Bereich DM 266 – DM 215 (1R,3R,2G,4G)

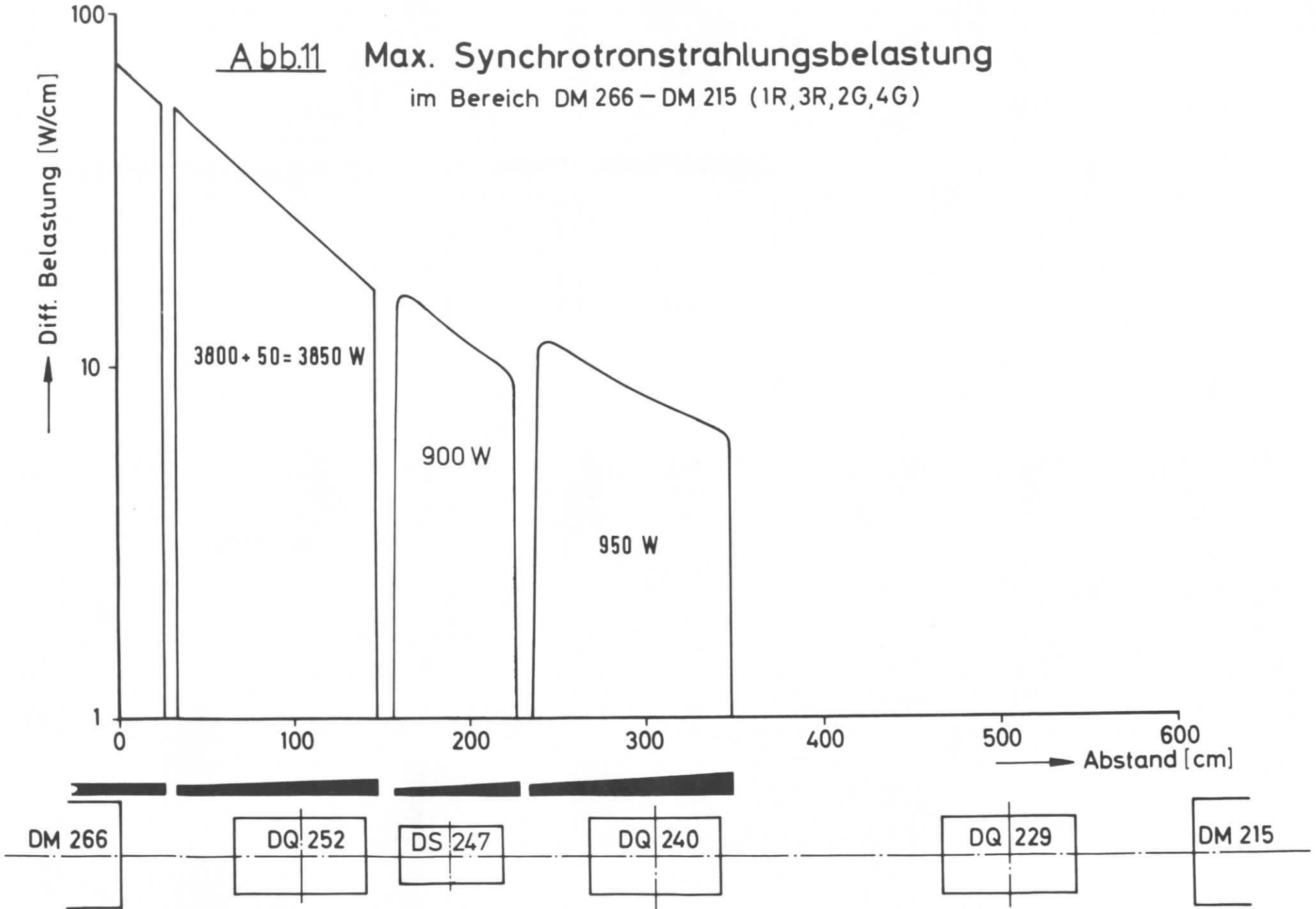


Abb.12 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung
in den Kickerstrecken 3G, 4R

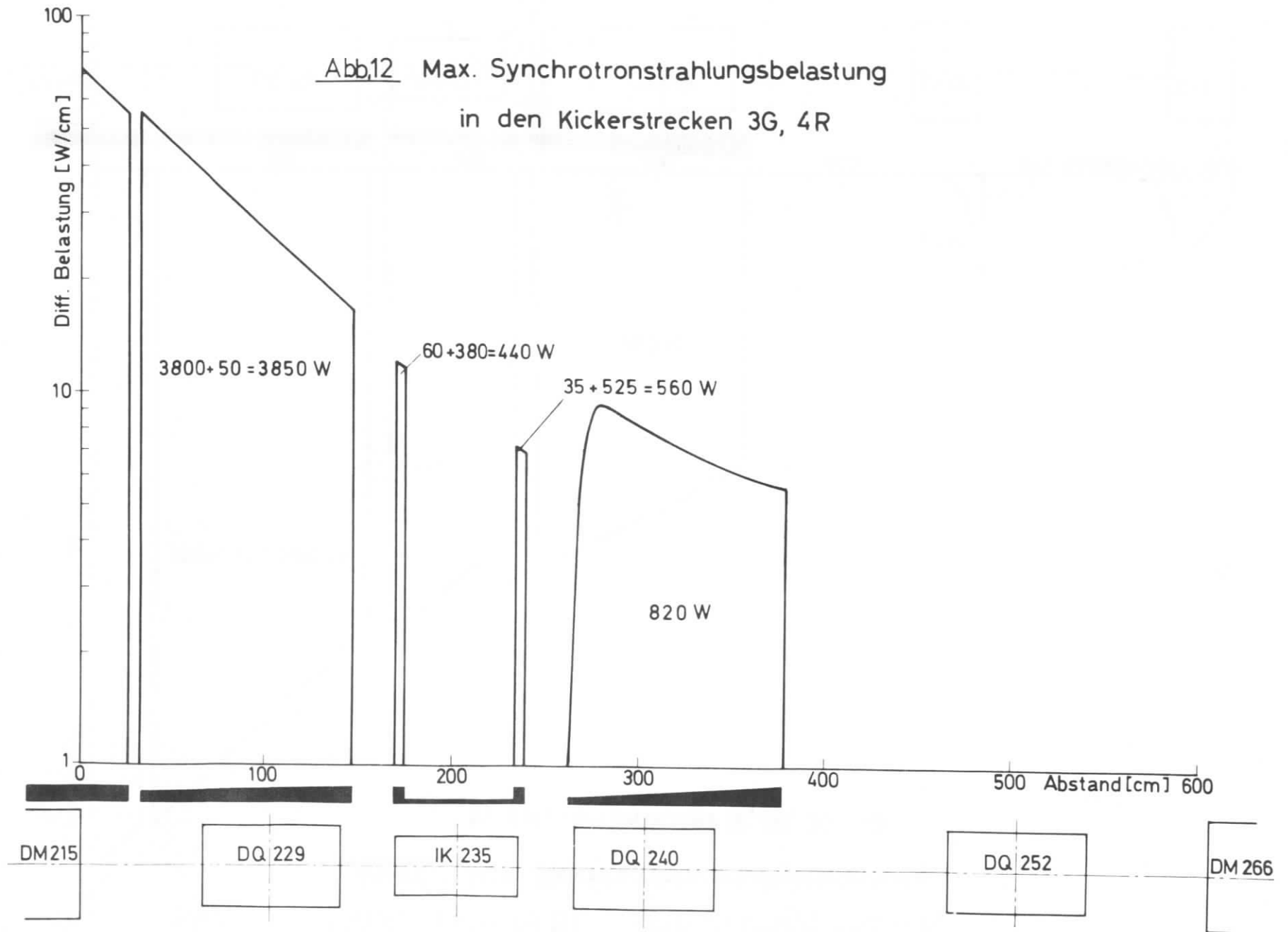


Abb.13 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung
in den HF-Strecken 1R, 3R, 2G, 4G

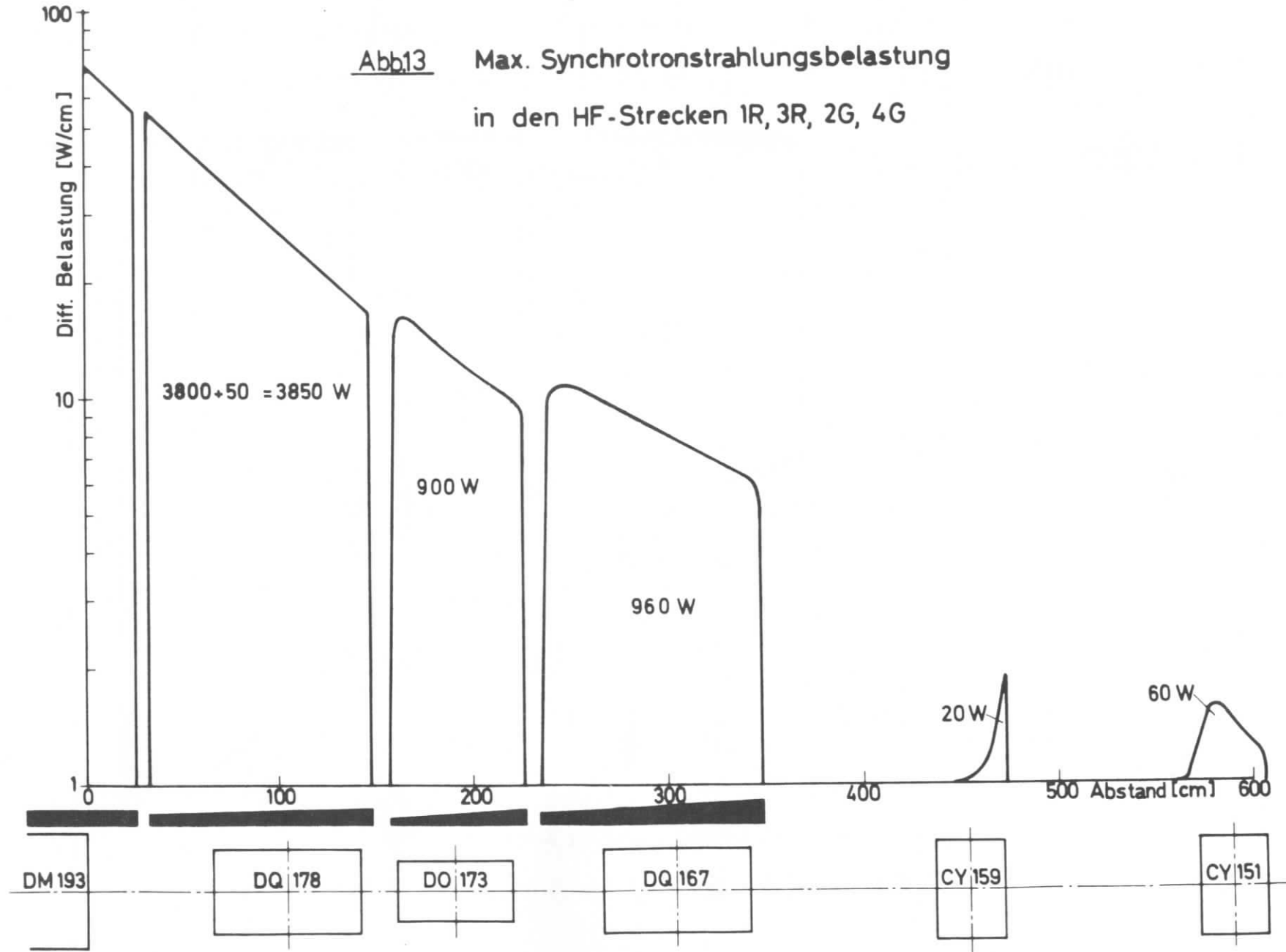


Abb.14 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung

in den HF-Strecken 1R, 3R, 2G, 4G

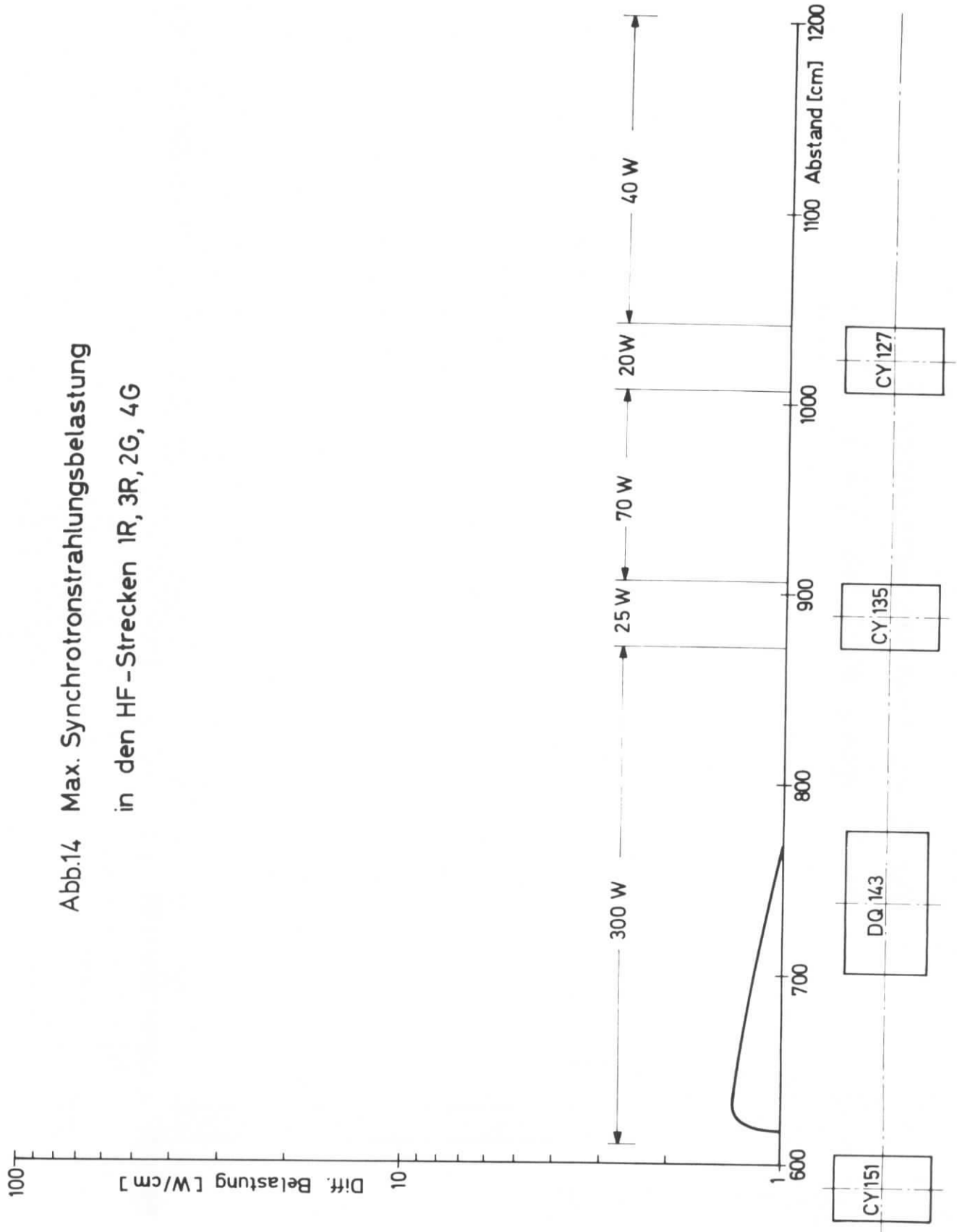


Abb.15 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung
im VM-Bereich (VM 110- 086) 1R, 3R, 2G, 4G

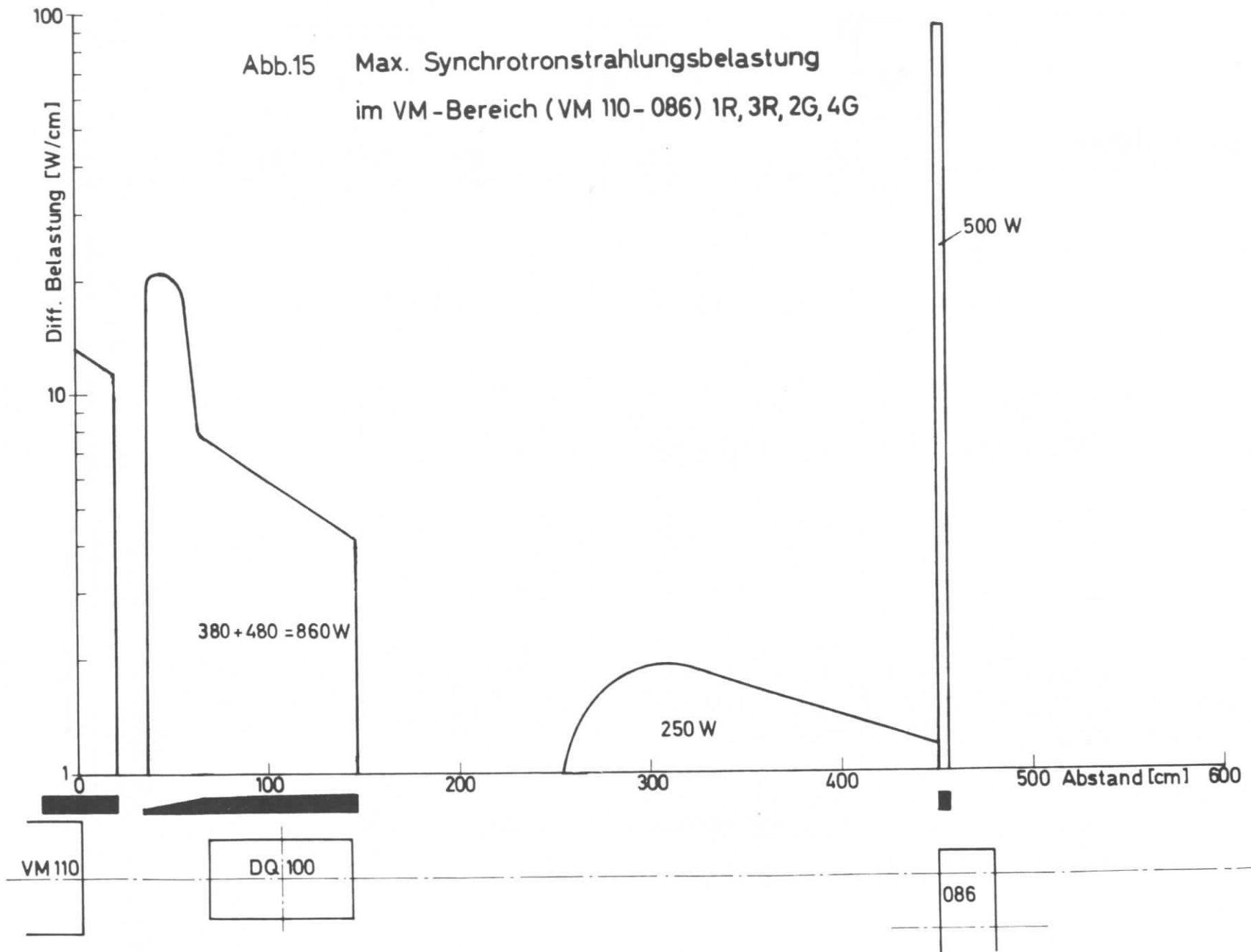
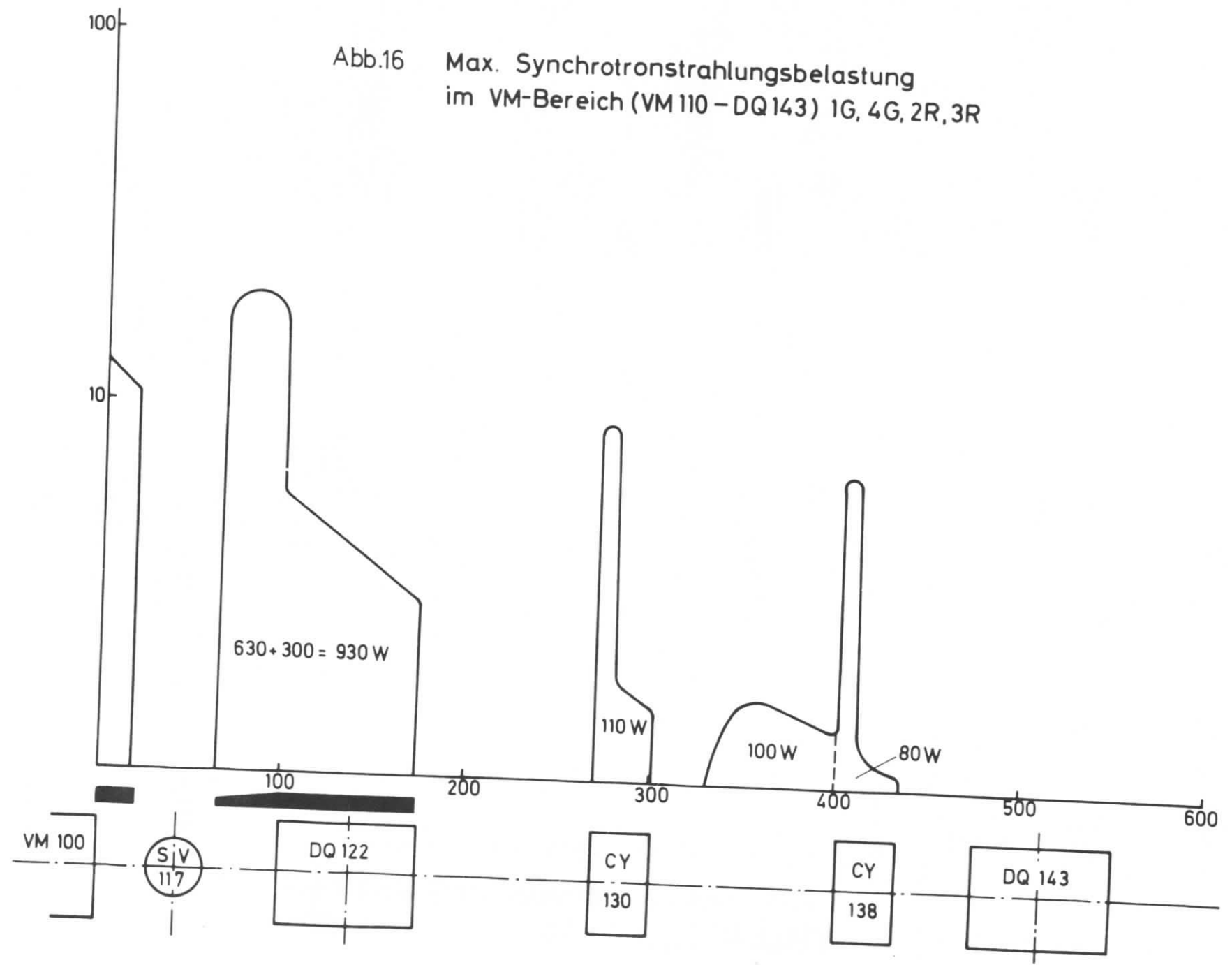
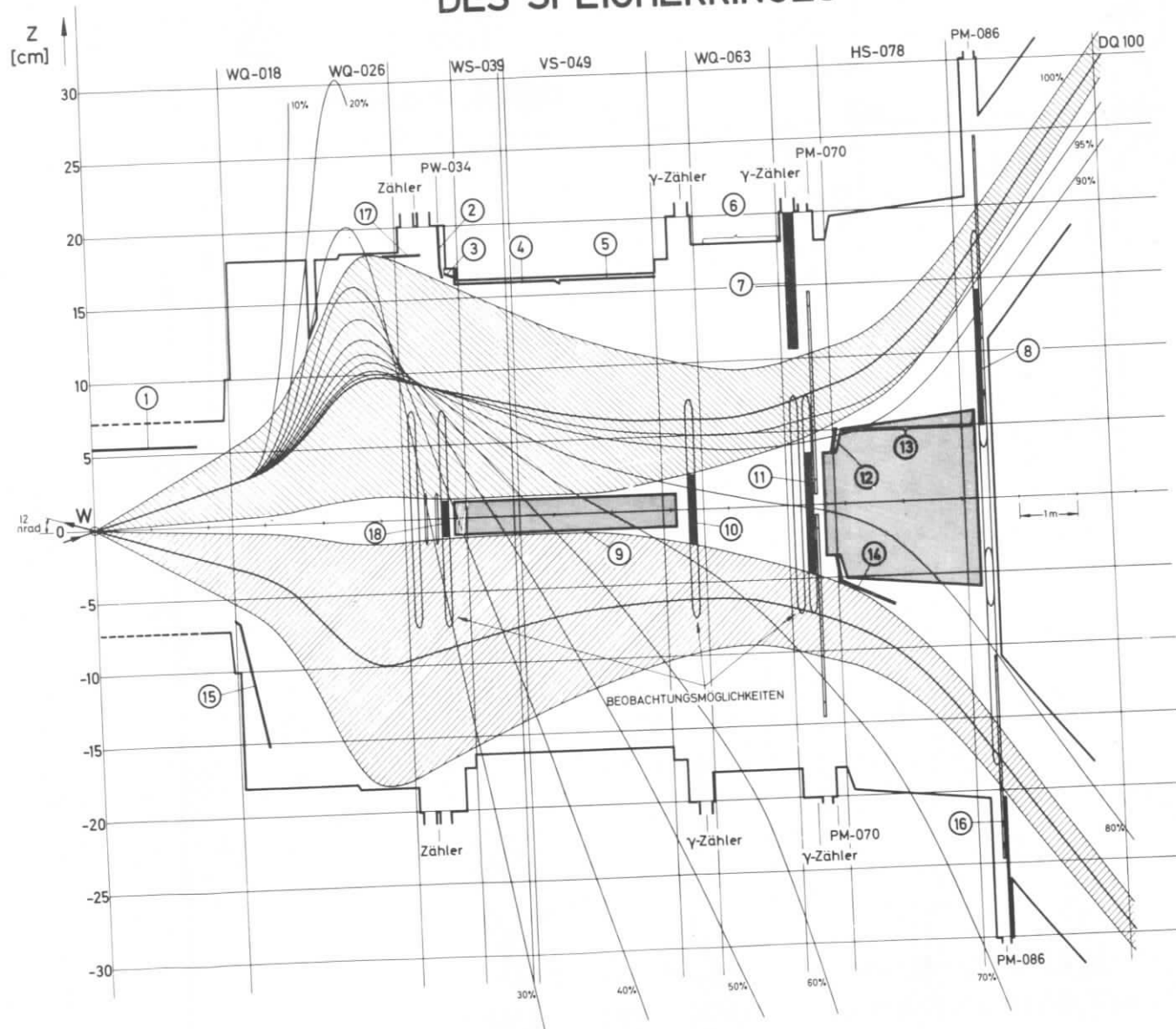


Abb.16 Max. Synchrotronstrahlungsbelastung
im VM-Bereich (VM 110 - DQ 143) 1G, 4G, 2R, 3R



ABSORBERANORDNUNG IM BEREICH DER VERTIKALEN ABLENKUNG DES SPEICHERRINGES



ABSORBERDATEN

Absorber	Max. lineare Belastung q_{max} [W/cm]	Gesamtleistung Q [W]
① 1/2 AB-000	27	3000
② AB-034	100	375
③ AB-035	11	200
④ AB-036	11	1900
⑤ AB-055	6	900
⑥ —	1,3	120
⑦ AB-068	136	845
⑧ AB-085	100	810
⑨ —	0,8	200
⑩ AB-058	70	310
⑪ AB-070	70	320
⑫ AB-072	80	70
⑬ —	0,55	120
⑭ AB-073	8	400
⑮ AB-015	50	1800
⑯ AB-086	91	500
⑰ AB-030	11	600
⑱ AB-033	30	75

Abb. 17