

## Parametertabelle

des Quadrupoles der Strahlführungen in die Targethalle  
mit 1.0m Jochlänge

C. Mühle

Darmstadt, den 28. Dezember 2004

Tel.: +49 6159 71 2368

Fax: +49 6159 71 2043

## Vorbemerkung

Es handelt sich um die Neuauflage der Parametertabelle für die 1.0m-Standard-Quadrupole der Hochenergiestrahlführung (GSI-SIS-TN/87-03). Der geringfügig höhere Widerstand kommt aus der Einbeziehung der Leiterlänge von der Spule bis zum Anschlußkasten (ca. 0.5m).

## Eingabe Daten

Gradient $\times$ effekt. Länge	10.000	T
Gradient $\times$ Länge bei Injektion	0.000	T
Rampensteilheit	50.000	T/s
Tastverhältnis	100.000	%
Aperturradius	65.000	mm
Streckweite der Hyperbel	100.000	mm
innerer Jochradius	255.000	mm
Vorgegebene Jochlänge	1.000	m
Jochaufbau	vierteilig	
Streifendlänge/Aperturradius, für den Fluss	0.800	
Streifendlänge/Aperturradius, auf der Achse	0.800	
Polradius	0.000	mm
Polsehne	0.000	mm
Jochausradius	330.000	mm
Polbasisbreite	133.000	mm
Periodendauer	0.000	ms
Nummer der B- $\mu$ Tabelle	3	
Sättigungsverluste bei $B_{max}$	5.000	%
eff. Koord. für den Fluss im Pol	111.400	mm
eff. Koord. für den Fluss im Joch	136.900	mm
eff. Koord. für die gesp. Energie	131.400	mm
nutzbare Feldbreite	120.000	mm
zu $\Delta B'/B' \leq$	0.500	%
Mittelwert $(B/B_{pol})^2$ in der Spule	0.250	
effektiver Polweg / Polweg	90.000	%
Durchmesser des Leiters	0.000	mm
Leiterbreite	9.000	mm
Leiterhöhe	9.000	mm
Kantenradius	1.000	mm
Durchmesser des Kühlkanals	6.000	mm
Leiterisolierung	0.500	mm
Grundisolierung	1.500	mm
Abstand der Spule vom Pol	5.000	mm
Zuleitungslänge	0.500	m
Kühlmitteleinlauftemperatur	25.000	$^{\circ}\text{C}$
zugelassener Temperaturhub	35.000	$^{\circ}\text{C}$
Blechdicke	1.000	mm
Blechfüllfaktor	0.970	
Windungszahl einer Spule	62	
Zeilenzahl einer Spule	6	
Spule stirnseitig im Radius = Pol- breite/2 gewickelt		
Gesamtzahl der Kühlkreisläufe	4	

spez. Widerst. des Leiters, 0°C	0.160E-05	Ωcm
Temperaturkoeff. des Widerst.	0.433E-02	1/°C
Dichte des Leitermaterials, 25°C	8.960	g/cm <sup>3</sup>
pez. Widerst. des Stahlblechs	0.200E-04	Ωcm
Dichte des Stahls, 25°C	7.800	g/cm <sup>3</sup>
maximale Hysteresefläche	250.000	J/m <sup>3</sup>
spezifische Wärme des Leiters	0.092	cal/g/K
Dichte des Kühlmittels	1.000	g/cm <sup>3</sup>
Viskosität des Kühlmittels	1.800	g/m/s

## Datenauszug des Quadrupol

Gradient $\times$ effekt. Länge	10.000	T
Rampensteilheit	50.000	T/s
Feldgradient, max	9.506	T/m
Feldgradient, min	0.000	T/m
Aperturradius	65.000	mm
nutzbare Feldbreite	120.000	mm
zu $\Delta B'/B' \leq$	0.500	%
magnet. Länge für den Fluss	1.052	m
magnet. Länge auf der Achse	1.052	m
Baulänge des Jochs	1.000	m
Baulänge des Magneten	1.269	m
Stahlgewicht (nur Lamellen)	1745.967	kg
Kupfergewicht	306.722	kg
gespeicherte Energie (nur Gap)	5.518	kJ
Windungszahl pro Pol	62	
Strom	270.626	A
Widerstand	241.245	m $\Omega$
Induktivität	166.136	mH
dc - Verluste	17.668	kW
Wirbelstromverl. auf der Rampe	0.000	kW
Hystereseverluste pro Zyklus	0.000	J
Tastverhältnis	100.000	%
mittlere Verluste	17.668	kW
Kühlwasserbedarf	7.269	ℓ/min
bei Temperaturanstieg um	35.000	°C
und Druckdifferenz von	7.157	at

## Jochdaten des Quadrupols

Gradient $\times$ effekt. Länge	10.000	T
Rampensteilheit	50.000	T/s
Puls-Tastverhältnis	100.000	%
Feldgradient, max	9.506	T/m
Flussdichte am Pol	0.618	T
Flussdichte, Polsekante	1.147	T
Flussdichte, Polfuss	1.453	T
Polbreite	111.546	mm
Polbasisbreite	133.000	mm
Polabstand	42.250	mm
Flussdichte im Joch	1.288	T
Jochinnendurchmesser	510.000	mm
Jochaussendurchmesser	660.000	mm
Aperturradius	65.000	mm
Streckweite der Hyperbel	100.000	mm
nutzbare Feldbreite	120.000	mm
zu $\Delta B'/B' \leq$	0.500	%
Jochaufbau	vierteilig	
Magnet.Länge für den Gesamtfluss	1.052	m
Magnet.Länge auf der Achse	1.052	m
Baulänge des Jochs	1.000	m
Baulänge des Magneten	1.269	m
Lamellendicke	1.000	mm
Lamellenzahl	3880	
Füllfaktor	0.970	
Gewicht pro Blech	449.992	g
Gewicht des ganzen Joches (nur Lamellen)	1745.967	kg
mittl. Wirbelstromverluste, Puls	0.000	kW
Hystereseverluste	0.000	kW
Ampere-Windungsverluste	5.000	%
gespeicherte Energie (nur Gap)	5.518	kJ
rel. Permeabilität im Pol	3448.230	
rel. Permeabilität im Joch	2864.744	
Hysteresefläche	197.154	J/m <sup>3</sup>
diff. Permeabilität im Pol	1864.029	
diff. Permeabilität im Joch	1098.971	
Multiplikator zu $\Delta H_c/H'_{inj}$	, 198.688	1/m
Divisor für $\Delta\mu/\mu$	55.104	

## Daten des Spulensystems

Windungszahl pro Spule	62	
Zeilenzahl	6	
Gesamtzahl der Kühlkreisläufe	4	
Strom	270.626	A
Abstand der Spule vom Pol	5.000	mm
Spule stirnseitig im Radius = Polbreite/2 gewickelt		
Leiterisolierung	0.500	mm
Grundisolierung	1.500	mm
Leiterbreite	9.000	mm
Leiterhöhe	9.000	mm
Kantenradius	1.000	mm
Durchmesser des Kühlkanals	6.000	mm
Kupferquerschnitt	51.867	mm <sup>2</sup>
Stromdichte	5.218	A/mm <sup>2</sup>
mittlerer Spulenumfang	2.647	m
Zuleitungslänge	0.500	m
Widerstand	241.245	mΩ
mittl. Verlustleistung, Puls	17.668	kW
mittl. Wirbelstromverl., Puls	0.000	kW
Kühlwasserbedarf	7.269	ℓ/min
bei: Puls-Tastverhältnis	100.000	%
bei: Rampenanstieg	50.000	T/s
bei: Temperaturanstieg um	35.000	°C
und für Druckdifferenz von	7.157	at
Strömungsgeschwindigkeit	1.071	m/s
Reynold Zahl	3571.	
Wärmeübergang, im Maximum	0.142	W/cm <sup>2</sup>
Wärmeübergang, im Pulsmittel	0.142	W/cm <sup>2</sup>
Temperaturanstieg ohne Kühlung, DC	0.150	°C/s
Kupferfüllfaktor ≤	51.867	%
Kupfergewicht	306.722	kg
Gewicht pro Spule	76.274	kg

## Betriebsdaten

Strom	270.626	A
Stromanstieg	1.353	kA/s
Widerstand	241.245	m $\Omega$
Induktivität	166.136	mH
dc-Spannung	65.287	V
ac-Spannung	224.803	V
dc-Verlustleistung	17.668	kW
Wirbelstromverluste, Spule und Magnet, auf der Rampe	0.000	kW
Hystereseverl. pro Zyklus,	0.000	J
Rampendauer	200.000	ms
Puls-Zyklusdauer	*****	ms
Periodendauer	*****	ms
Puls-Tastverhältnis	100.000	%
mittlere Verluste	17.668	kW
moment. Verlustl. Rampenende	17.668	kW
Gesamtspannung, Rampenende	290.090	V
gespeicherte Energie (Gap)	5.518	kJ