

AUSFERTIGUNG

EINLAGEZAHL


UM 01-00.02

 KORALMBAHN  
 GRAZ – KLAGENFURT



 SÜDBAHN  
 GRAZ – SPIELFELD/STRASS

# BAHNSTROMÜBERTRAGUNGSANLAGE GRAZ – WERNDORF

Einreichoperat für das  
 Differenzgenehmigungsverfahren

04					
03					
02					
01					
Version	Datum	Name	Beschreibung der Änderung		
OBJEKTNR:			LEITUNGSNR.: 194		
ABSCHNITT km / Stat.			110 kV – HOCHSPANNUNGSKABEL Ltg. km 0,000 bis Ltg. km 7,513		
Bearbeitet	Juni 2011	Schmautzer	Inhalt  <b>STELLUNGNAHME</b>  Magnetische Felder von Kabelordnungsvarianten		
Gezeichnet	-	-			
Geprüft	Juni 2011	Schmautzer			
GZ	-	-			
PLANUNG:			BAUWERBER: ÖBB-INFRASTRUKTUR AG		
 Institut für Elektrische Anlagen TU Graz, Institut für Elektrische Anlagen, Inffeldgasse 18/8010 Graz			FREIGABE DER FACHABTEILUNG:	DATUM Okt. 2012	NAME Wurmitzer, e.h.
			FREIGABE DER PROJEKTLEITUNG	DATUM Okt. 2012	NAME Gobiet, e.h.

## BERICHTERSTELLUNG

 	Institut für Elektrische Anlagen Technische Universität Graz Inffeldgasse 18 8010 Graz	Elektromagnetische Felder
---	---	---------------------------

## Voraussetzungen

In diesem Kurzbericht werden 2 verschiedene Kabelanordnungen der 110-kV-Bahnstromversorgung Graz-Werndorf einander gegenübergestellt und ihre Vor- und Nachteile hinsichtlich der Exposition der Allgemeinbevölkerung durch magnetische Felder analysiert.

Die Bahnstrom-Versorgung erfolgt mit einer Frequenz von  $f = 16,7$  Hz. Als thermischer Strom der Kabel wird ein Strom von 620 A je Schleife (für das 2-schleifige System somit 1240 A) herangezogen. Die magnetischen Flussdichten können für andere Ströme in diesem Fall linear umgerechnet werden.

Die folgende Abbildung zeigt die beiden Varianten mit dem möglichen Geländeverlauf.

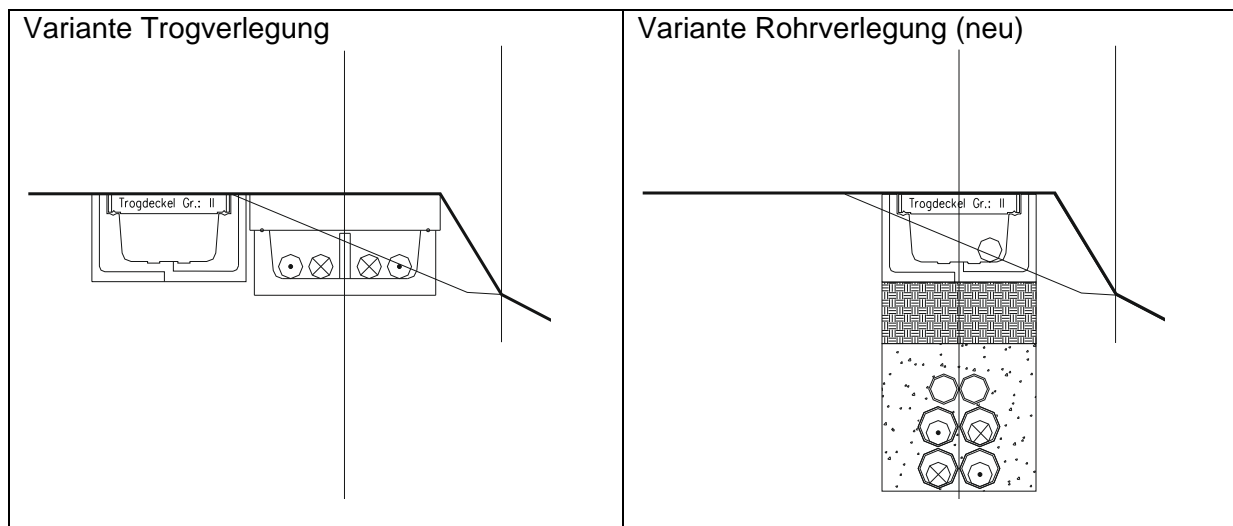


Abbildung 1 Kabelverlegungsvarianten

Die Anordnung von Hin- und Rückleiter wird, wie in der obigen Abbildung dargestellt, angenommen. Diese Anordnung erweist sich bei beiden Varianten im Gegensatz zu einer nicht ausgekreuzten Anordnung als die hinsichtlich des magnetischen Feldes günstigere Anordnung.

### **Beurteilung der magnetischen Flussdichte**

Zur Beurteilung der Exposition hinsichtlich magnetische Felder wird die Vornorm ÖVE/ÖNORM E 8850, Ausgabe: 2006-02-01: „Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz – Beschränkung der Exposition von Personen“ herangezogen.

Der für eine Frequenz von 16,7 Hz gültige Referenzwert der magnetischen Flussdichte beträgt somit 300  $\mu\text{T}$ .

### **Berechnung der magnetischen Flussdichten**

Die Berechnung der magnetischen Flussdichten erfolgt mit einem vereinfachten Fadenleitermodell nach dem Gesetz von Biot-Savart in Abhängigkeit der Geometrie und den feldverursachenden Strömen für die Grundschwingung.

### **Oberschwingungen**

Die Berücksichtigung von Oberschwingungen die Vornorm ÖVE/ÖNORM E 8850 erfolgt mithilfe des Oberschwingungsgewichtungsfaktors gemäß dem Grundsatzgutachten „Elektromagnetische Felder im Bereich elektrifizierter Bahnanlagen und ihre gesundheitlichen Risiken“. Für die 110-kV-Bahnstromversorgung ergibt sich somit ein Stromoberschwingungsgewichtungsfaktor  $k_{OS,I}$  von 1,2.

**Isolinien der magnetischen Flussdichte  $B_{rms}$  (16,7Hz),  $I=620$  A je Schleife**

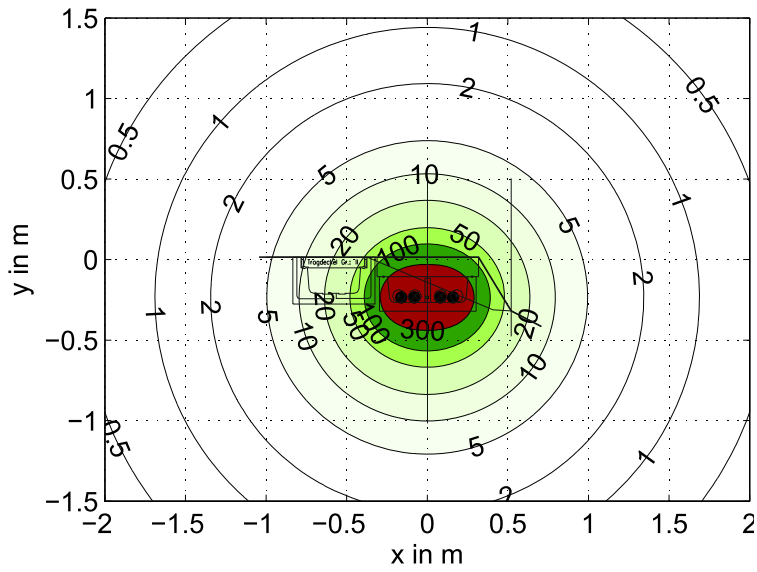


Abbildung 2 Magnetische Flussdichte  $B_{rms}$  in  $\mu T$ , verursacht durch die 110-kV-Bahnstromversorgung in Trogverlegung

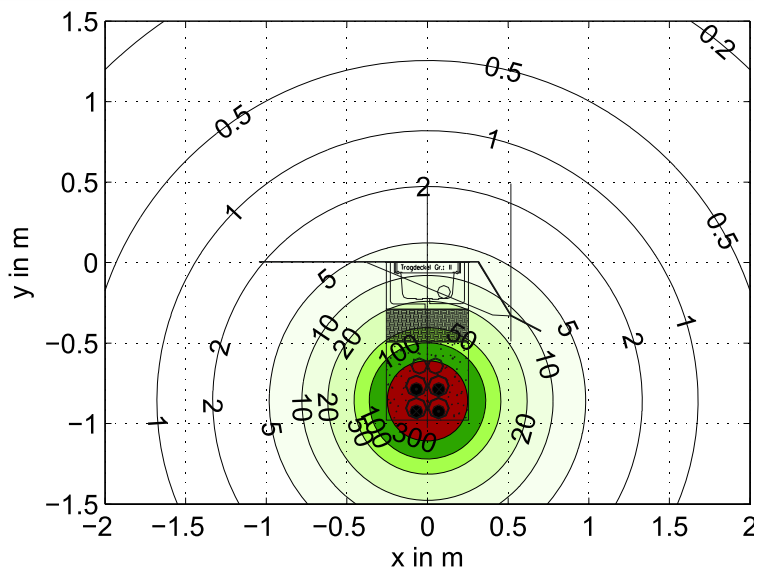


Abbildung 3 (neu) Magnetische Flussdichte  $B_{rms}$  in  $\mu T$ , verursacht durch die 110-kV-Bahnstromversorgung in Rohrverlegung

**Isolinien des Expositionsverhältnisses unter Berücksichtigung des Oberschwingungsgewichtungsfaktors  $k_{OS,I}=1,2$  für 110-kV-Bahnstromanlagen gemäß Grundsatzgutachten,  $I=620$  A je Schleife**

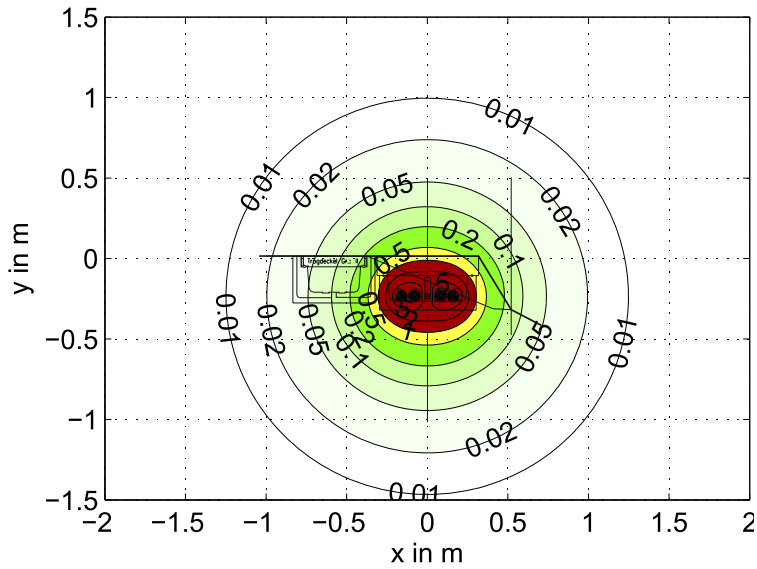


Abbildung 4 Expositionsverhältnis  $ER_B$  der magnetischen Flussdichte ( $k_{OS,I}=1,2$ ) verursacht durch die 110-kV-Bahnstromversorgung in Trogrverlegung

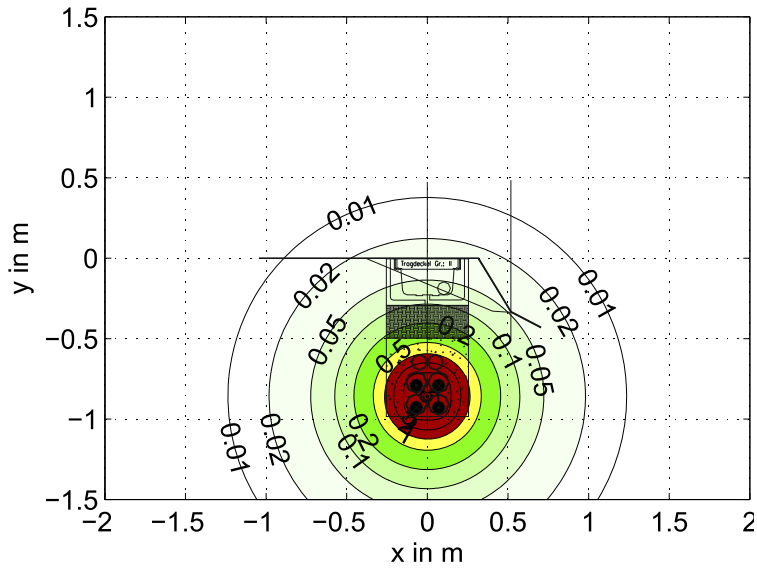


Abbildung 5 Expositionsverhältnis  $ER_B$  der magnetischen Flussdichte ( $k_{OS,I}=1,2$ ) verursacht durch die 110-kV-Bahnstromversorgung in Rohrverlegung (neu)

## Magnetische Flussdichte und Expositionsverhältnis (inkl. Oberschwingungsgewichtungsfaktor $k_{OS} = 1,2$ )

### Vergleich mehrerer Verlegearten

In Abbildung 6 und Abbildung 7 kann man erkennen, dass sich im Nahbereich bei der Variante „Rohr neu“ im Vergleich zur Verlegung im Trog auf oder über Grund ( $y=0$  m,  $y=1$  m) eine Reduzierung der magnetischen Flussdichte ergibt. Ab einem Abstand von ca. 5 m seitlich von der Trasse sind die beiden Varianten gleichwertig. Die Verlegung im Sondertrog gemäß UVE verursacht im Fernfeld, aufgrund des geringen Abstandes der Leiter zueinander, kleinere magnetische Flussdichten als die übrigen Verlegearten, zeichnet sich aber, wie auch die Standard-Trogverlegung, durch höhere Flussdichten im Nahbereich aus. Die Standard-Rohrverlegung gemäß UVE (Verlegetiefe 1,3 m) ist sowohl im Nahbereich, als auch im Fernbereich ungünstiger als die Verlegung „Rohr neu“.

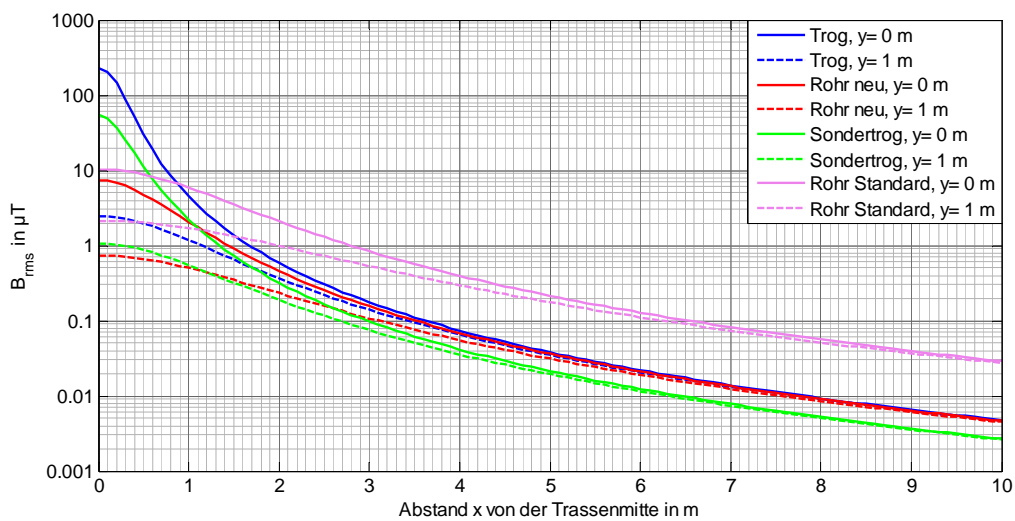


Abbildung 6 Vergleich der magnetischen Flussdichte  $B_{rms}$  in  $\mu T$  verursacht durch die 110-kV-Bahnstromversorgung

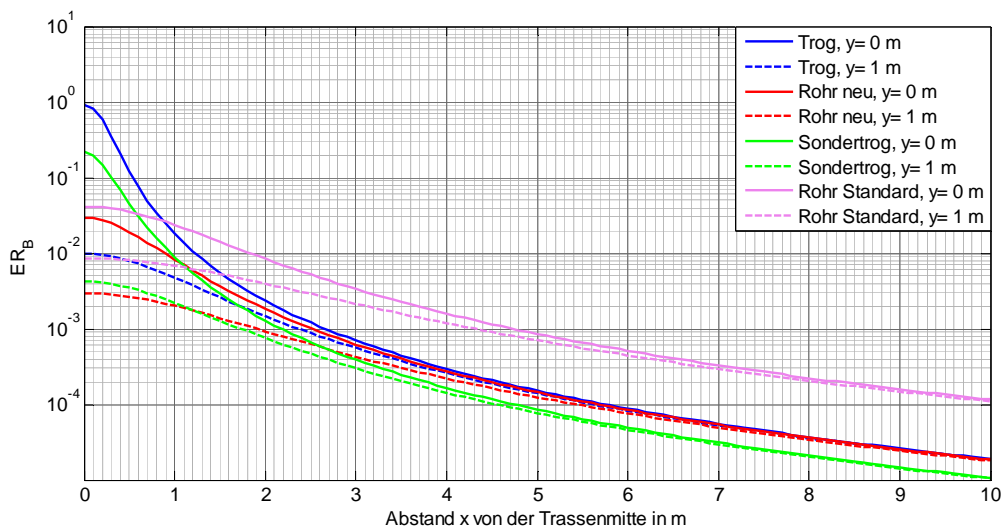


Abbildung 7 Vergleich des Expositionsverhältnisses der magnetischen Flussdichte verursacht durch die 110-kV-Bahnstromversorgung

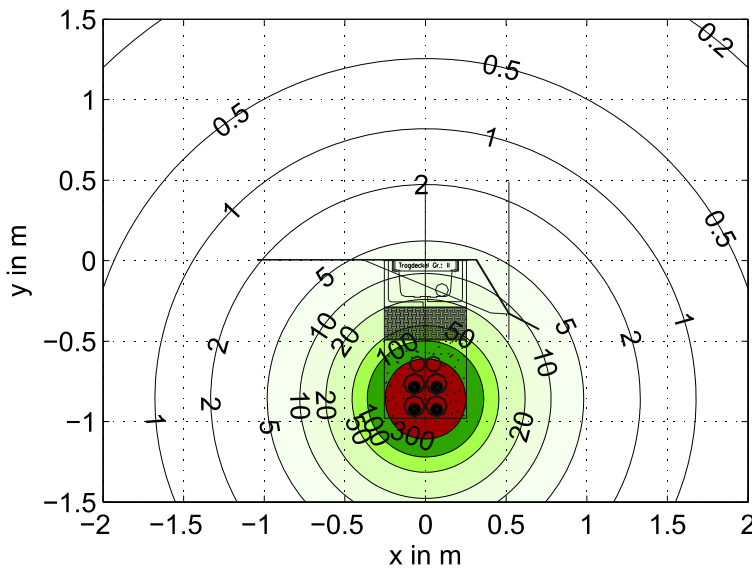


Abbildung 1 (neu) Magnetische Flussdichte  $B_{rms}$  in  $\mu T$ , verursacht durch die 110-kV-Bahnstromversorgung in Rohrverlegung

y in m	Abstand x in m												max	
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	10,0	20,0	50,0	100,0		
	magnetische Ersatzflussdichte $B_e$ in $\mu T$													
10,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
1,0	0,74	0,73	0,72	0,71	0,66	0,50	0,35	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74
0,5	1,88	1,87	1,82	1,75	1,56	0,98	0,57	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88
0,2	3,98	3,92	3,77	3,54	2,94	1,53	0,76	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,98
0,0	7,45	7,30	6,88	6,27	4,81	2,06	0,91	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,45
-0,5	101,52	91,05	68,15	46,20	20,26	3,94	1,29	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	101,52
-1,0	#####	990,81	328,70	129,84	33,67	4,59	1,38	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#####
-5,0	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
max	#####	#####	558,69	172,98	37,73	4,72	1,40	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabelle 1 Ungünstigste magnetische Ersatzflussdichte in  $\mu T$  bei 16,7 Hz verursacht durch die 110-kV-Bahnstromleitung für in Rohrverlegung (neu) (rot=Überschreitung der Referenzwerte, ##### Wert zu groß für die Darstellung)

y in m	Abstand x in m												max	
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	10,0	20,0	50,0	100,0		
	Expositionsverhältnis $ER_B$ inkl. Oberschwingungen													
10,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,0	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
0,5	0,008	0,007	0,007	0,007	0,006	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008
0,2	0,016	0,016	0,015	0,014	0,012	0,006	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016
0,0	0,030	0,029	0,028	0,025	0,019	0,008	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030
-0,5	0,406	0,364	0,273	0,185	0,081	0,016	0,005	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,406
-1,0	5,482	3,963	1,315	0,519	0,135	0,018	0,006	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,487
-5,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
max	11,555	14,337	2,235	0,692	0,151	0,019	0,006	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Tabelle 2 Ungünstigstes Expositionsverhältnis der magnetischen Ersatzflussdichte inkl. Oberschwingungen verursacht durch die 110-kV-Bahnstromleitung in Rohrverlegung (neu) (rot=Überschreitung der Referenzwerte, ##### Wert zu groß für die Darstellung)