

Müller-BBM GmbH
Robert-Koch-Str. 11
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 248
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dr.-Ing. Gisbert Gralla
Telefon +49(89)85602 248
Gisbert.Gralla@MuellerBBM.de

22. August 2012
M83929/09 GRL/MSR

380 kV Anschlussleitung KW Haiming – UW Simbach

Berechnung elektromagnetischer Felder zum Nachweis der Einhaltung der Grenzwerte der 26. BImSchV

Prüfbericht Nr. M83929/09

Auftraggeber:	OMV Kraftwerk Haiming GmbH Haiminger Straße 1 D-84489 Burghausen
Bearbeitet von:	Dr.-Ing. Gisbert Gralla Dr. rer. nat. Andrea Thiemann
Berichtsdatum:	22. August 2012
Berichtsumfang:	21 Seiten insgesamt, davon 11 Seiten Textteil, 2 Seiten Anhang 1, 3 Seiten Anhang 2, 3 Seiten Anhang 3 und 2 Seiten Anhang 4

Zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001
Akkreditiertes Prüflaboratorium nach ISO/IEC 17025

Müller-BBM GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer: Horst Christian Gass,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Stefan Schierer
Dr. Edwin Schorer, Norbert Suritsch

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung und Beurteilung der Ergebnisse	3
2	Situation und Aufgabenstellung	4
3	Verwendete Unterlagen	4
4	Modellbildung	5
5	Grenzwerte nach 26. BImSchV	7
6	Durchführung der Berechnungen und Ergebnisse	8
6.1	Durchführung der Berechnung	8
6.2	Ergebnisse	8
7	Vergleichende Betrachtung zur technischen Alternative Erdkabel	10

Anhang 1: Mastbild

Anhang 2: Berechnungsergebnisse Querschnitt Freileitung

Anhang 3: Berechnungsergebnisse Haiming – Simbach

Anhang 4: Berechnungsergebnisse Querschnitt Variante Erdkabel 380 kV

1 Zusammenfassung und Beurteilung der Ergebnisse

In vorliegender Untersuchung werden die elektrischen und magnetischen Felder berechnet, die im Umfeld der neu geplanten Anschlussleitung vom Kraftwerk in Haiming zum Umspannwerk in Simbach zu erwarten sind. Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Mast- und Leitungskonfiguration wurden für Phasenbelegung und Leiterdurchhang immer die ungünstigsten Belegungen bzw. Werte angenommen.

Die zulässigen Werte sowohl für die elektrische Feldstärke als auch für die magnetische Flussdichte werden zwischen 0 m und 2 m Höhe, d. h. in dem Bereich, in dem sich Personen im Freien üblicherweise aufhalten, an keiner Stelle überschritten. Dies gilt ohne Einschränkung, d. h. die Zulässigkeit einer kleinräumigen Überschreitung um weniger als 100 % gemäß § 3, 26. BImSchV, an der Stelle des größten Seildurchhangs muss bei der vorgesehenen Mastkonfiguration nicht in Anspruch genommen werden.

Im freien Gelände gilt: Außerhalb eines 50,6 m breiten Streifens (25,3 m beidseitig der Trassenmitte) sind die Grenzwerte für die elektrischen und magnetischen Felder in jeder Höhe stets eingehalten. Dieser Abstand ist kleiner als die Breite des Schutzstreifens von mindestens 54 m, der im freien Gelände ohnehin bei der Planung eingehalten werden muss [6].

Im Bereich Simbach werden mehrere Gebäude überspannt. Zur Einhaltung der Grenzwerte gemäß 26. BImSchV für elektromagnetische Felder ist ein Abstand von 3,3 m zu den unteren Leiterseilen erforderlich. Dieser Abstand ist kleiner als der vorgesehene Mindestabstand von 6 m, der ohnehin aus Gründen der elektrischen Sicherheit eingehalten werden muss [6].



Dr. rer. nat. Andrea Thiemann
Telefon +49 (0)89 85602-3458



Dr.-Ing. Gisbert Gralla
Telefon +49 (0)89 85602-248



Durch die DGA Deutsche Gesellschaft für Akkreditierung mbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Hinweis: Dieser Prüfbericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM.

2 Situation und Aufgabenstellung

Die OMV Kraftwerk Haiming GmbH (OKH), eine hundertprozentige Tochter der OMV Power International GmbH, plant die Errichtung und den Betrieb eines Gas-Kombi-Kraftwerkes in der Gemeinde Haiming (Landkreis Altötting). Zur Einspeisung des im Kraftwerk erzeugten Stroms in das deutsche Höchstspannungsnetz ist die Schaffung einer Netzanbindung erforderlich.

Vom zuständigen Übertragungsnetzbetreiber TenneT TSO GmbH wurde das Umspannwerk Simbach als Einspeisepunkt festgelegt.

Mit den vorliegenden Unterlagen beantragt die OKH die Planfeststellung des Baus und des Betriebs einer 380 kV-Stromleitung vom Kraftwerksstandort in Haiming zum Einspeisepunkt UW Simbach.

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens sollen die elektrischen und magnetischen Felder berechnet werden. Dabei sollen auch die Abstände von der Freileitung ermittelt werden, ab welchen die maßgeblichen deutschen Grenzwerte für Gebäude oder Grundstücke, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, eingehalten werden (26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV [1]).

3 Verwendete Unterlagen

- [1] 26. BImSchV: 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über elektromagnetische Felder vom 16. Dezember 1996.
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder, Länderausschuss für Immissionsschutz LAI, März 2004.
- [3] GUM: DIN V ENV 13005, Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen. Juni 1999.
- [4] Eingabedaten EMF-Berechnung, übermittelt per CD von Herrn H. Benz, Fichtner.
- [5] E-Mail von Herrn Fuchs, Fa. Fichtner, bezüglich Masthöhen in Simbach vom 16.01.2012.
- [6] E-Mail von Herrn Benz, Fa. Fichtner, bezüglich Mindestabstand von Leiterseilen und Breite des Schutzstreifens, vom 29.02.2012.
- [7] Technische Alternative Höchstspannungskabel von Herrn Benz, Fa. Fichtner, vom 27.03.2012.

4 Modellbildung

Für die Modellierung der Leitungstrasse wurden die folgenden vom Auftraggeber vorgegebenen Mastkonfigurationen angesetzt [4]:

Masthöhe:	33,5 m
380 kV Leiterseilhöhe am Mast L1 & L2 & L3:	24,3 m
380 kV Abstand Mast – L1:	5,7 m
380 kV Abstand L1 – L2:	6,4 m
380 kV Abstand L2 – L3:	6,4 m
Minimaler Bodenabstand obere Traverse (380 kV):	18,6 m

380 kV Leiterseil: 4 x 265/35 ACSR

380 kV Maximaler Nennstrom: 2720 A

110 kV Leiterseilhöhe am Mast:	14,6 m
110 kV Abstand Mast – L1:	6,0 m
110 kV Abstand L1 – L2:	3,8 m
110 kV Abstand L2 – L3:	3,8 m
Minimaler Bodenabstand untere Traverse (110 kV):	8,9 m

110 kV Leiterseil: 1 x 565/72 ACSR

110 kV Maximaler Nennstrom: 1000 A

Erdseilhöhe am Mast:	32,0 m
Erdseil Abstand Mast:	15,3 m
Minimaler Bodenabstand Erdseil:	26,3 m

Im Anhang 1, Seite 2, ist die Geometrie eines entsprechenden Mastes dargestellt. Der oben beschriebene Masttyp wurde für die Masten Nr. 1 – 49, die im freien Gelände stehen, verwendet. Die tatsächlichen Masthöhen variieren zwischen 33,5 m und 72,5 m. Im Sinne einer "worst-case"-Betrachtung wurde die niedrigste Masthöhe für die Masten Nr. 1 – 49 verwendet.

Die Masten Nr. 50 – 54 stehen im Siedlungsbereich von Kirchdorf und Simbach und überspannen teilweise Gebäude. Diese sind dementsprechend höher und haben somit auch andere minimale Bodenabstände gemäß [5]. Im Berechnungsmodell wurden für die Masten Nr. 50 – 54 die in der folgenden Tabelle dargestellten, vom oberen Masttyp abweichenden Werte, angesetzt:

Tabelle 1. Abweichende Mastgeometrien im Rechenmodell für die Masten Nr. 50 – 54.

Mast-Nr.	Masthöhe	380 kV Leiterseilhöhe am Mast	Minimaler Bodenabstand 380 kV	110 kV Leiterseilhöhe am Mast	Minimaler Bodenabstand 110 kV	Erdseilhöhe am Mast	Minimaler Bodenabstand Erdseil
50	63,2 m	54,0 m					
			37,8 m	44,3 m	28,1 m	61,7 m	45,5 m
51	57,6 m	48,4 m	32,2 m	38,7 m	22,5 m	56,1 m	39,9 m
			25,3 m	31,8 m	15,6 m	49,2 m	33,0 m
52	50,7 m	41,5 m	31,0 m	37,5 m	21,3 m	54,9 m	38,7 m
53	56,4 m	47,2 m					
54	56,4 m	47,2 m					

Im Bereich der Innquerung bei den Masten Nr. 13 und 14 weicht die Mastkonfiguration vom dargestellten Standard ab. In diesem Bereich befinden sich jedoch keine Immissionsorte gemäß der 26. BImSchV. Deswegen wurde auf eine Modellierung des Mastbildes verzichtet.

5 Grenzwerte nach 26. BImSchV

Für Niederfrequenzanlagen (50 Hz-Felder) gelten nach der 26. BImSchV [1] für „Gebäude oder Grundstücke, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind“, folgende Grenzwerte:

- Magnetische Flussdichte: 100 μ T
- Elektrische Feldstärke: 5 kV/m

Für die magnetische Flussdichte sind dabei kurzzeitige Überschreitungen um maximal den Faktor 2 zulässig, wenn diese innerhalb eines Tages insgesamt nicht mehr als 72 Minuten andauern.

Für die elektrische Feldstärke sind kleinräumige Überschreitungen um den Faktor 2 zulässig, wenn „nicht im Einzelfall hinreichende Anhaltspunkte für insbesondere durch Berührungsspannungen hervorgerufene Belästigungen bestehen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer für die Nachbarschaft unzumutbar sind“.[^]

6 Durchführung der Berechnungen und Ergebnisse

6.1 Durchführung der Berechnung

Die Berechnung der von der Leitungstrasse ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder erfolgte mit dem Feldberechnungsprogramm Winfield EP, Version 2012.

Die Anordnung der Phasen L1, L2 und L3 wurde für das gesamte Mastbild (2 Systeme 380 kV, 2 Systeme 110 kV) variiert. Verwendet wurde die Konfiguration, die zu einer maximalen magnetischen Flussdichte und zu einer maximalen elektrischen Feldstärke (jeweils am Boden) geführt hat¹. Das Ergebnis ist als „worst-case“ bezeichnet. Die Phasenbelegung ist mit Blick auf das Mastbild von links nach rechts, oben nach unten angegeben. Die Phasenbelegung 321 – 123 // 321 – 123, die den „worst-case“ darstellt, bedeutet:

- Linkes 380 kV-System: L3, L2, L1,
- Rechtes 380 kV-System: L1, L2, L3
- Linkes 110 kV-System: L3, L2, L1
- Rechtes 110 kV-System: L1, L2, L3

Für die Phasen gilt:

- L1: 0°
- L2: 120°
- L3: 240°

Zur Bestimmung der Abstände zur Einhaltung der Grenzwerte wurden die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte in einer Ebene quer zur Leitungstrasse am Ort des größten Durchhangs der Leiterseile berechnet, siehe Anhang 2.

Eine graphische Darstellung der Berechnungsergebnisse für die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte über den gesamten Trassenverlauf in 2 m über Geländeoberkante findet sich im Anhang 3.

6.2 Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke unter der Leitung im Bereich des größten Durchhangs jeweils für 0 m Höhe und 2 m Höhe über GOK (Geländeoberkante) aufgelistet (Berechnung siehe Anhang 2, Berechnungsaufösung: 0,1 m x 0,1 m). Ferner ist der Mindestabstand angegeben, der zur Einhaltung der Grenzwerte zu den unteren Leiterseilen eingehalten werden muss.

¹ Für die maximale magnetische Flussdichte und die maximale elektrische Feldstärke ergeben sich gleiche Phasenbelegungen.

Tabelle 2. Maximalwerte der magnetischen Flussdichte B_{\max} und elektrischen Feldstärke E_{\max} für die beschriebene Mastkonfiguration und die oben beschriebene Phasenbelegung („worst-case“) sowie die erforderlichen Abstände zur Einhaltung der Grenzwerte gemäß 26. BImSchV.

	B_{\max}	E_{\max}
Maximalwert in 0 m Höhe	36,85 μ T	3,62 kV/m
Maximalwert in 2 m Höhe	48,68 μ T	3,74 kV/m
Erforderlicher Mindestabstand zu den 110 kV-Leiteseilen	3,3 m (100 μ T)	3,3 m (5 kV/m)
Grenzwert gemäß 26. BImSchV, erreicht in Abstand von Trassenmitte (jede Höhe)	22,2 m (100 μ T)	25,3 m (5 kV/m)

Die Phasenbelegung für den „worst-case“ ist 321 – 123 // 321 – 123. Die Phasenbelegung für den „best-case“ ist 321 – 321 // 123 – 123.

In Anhang 3 sind die Berechnungsergebnisse der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke für den gesamten Trassenverlauf in 2 m Höhe über GOK grafisch dargestellt (Auflösung der Berechnung 2 m x 2 m). Das Geländemodell vom Landesamt für Vermessungen und Geoinformationen wurde hinterlegt.

Anmerkung 1:

Die Skalierung der magnetischen Flussdichte bzw. der elektrischen Feldstärke ist in den Anhängen 2 und 3 unterschiedlich gewählt. Zur Darstellung des Nahfeldes der Leitungstrasse (Anhang 2) wurde als Maximalwert der Skala 1000 μ T bzw. 1000 kV/m gewählt, während für die Darstellung des Fernfeldes (Anhang 3) jeweils der Grenzwert gemäß 26. BImSchV verwendet wurde, nämlich 100 μ T bzw. 5 kV/m.

Anmerkung 2:

In der Darstellung des Fernfeldes (Anhang 3, Berechnungshöhe 2 m) sind die Grenzwerte an keiner Stelle erreicht oder überschritten.

7 Vergleichende Betrachtung zur technischen Alternative Erdkabel

Zum Zwecke der vergleichenden Betrachtung des 380 kV-Erdkabels als technische Alternative zur Freileitung wird im Folgenden die magnetische Flussdichte für eine äquivalente Erdkabel-Variante berechnet. Diese Berechnung ist nicht Gegenstand des Antrages, sondern dient lediglich der vergleichenden Bewertung im Erläuterungsbericht und der Umweltverträglichkeitsstudie.

Das Erdkabelsystem wurde gemäß Angaben aus [7] erstellt. Es besteht aus 6 Einzelkabeln (Querschnitt je 2500 mm²) in zwei Gruppen in Dreiecksanordnung mit einem Phasenabstand von 300 mm und einem Systemabstand von 400 mm und einer Verlegetiefe von 1,38 m (geometrischer Mittelpunkt der drei Einzelkabel). Die genauen Positionen der Einzelkabel im Querschnitt sind im Anhang 4 dargestellt und der folgenden Tabelle sowie der Abbildung 1 zu entnehmen, für die Phasenbelegung wurde der "worst-case" angenommen:

Tabelle 3. Positionen der Einzelkabel im Querschnitt.

Gruppe / Phase	x-Koordinate	z-Koordinate
Links / L1	-0,7 m	-1,23 m
Links / L2	-0,85 m	-1,53 m
Links / L3	-0,55 m	-1,53 m
Rechts / L1	0,55 m	-1,53 m
Rechts / L2	-0,85 m	-1,53 m
Rechts / L3	-0,7 m	-1,23 m

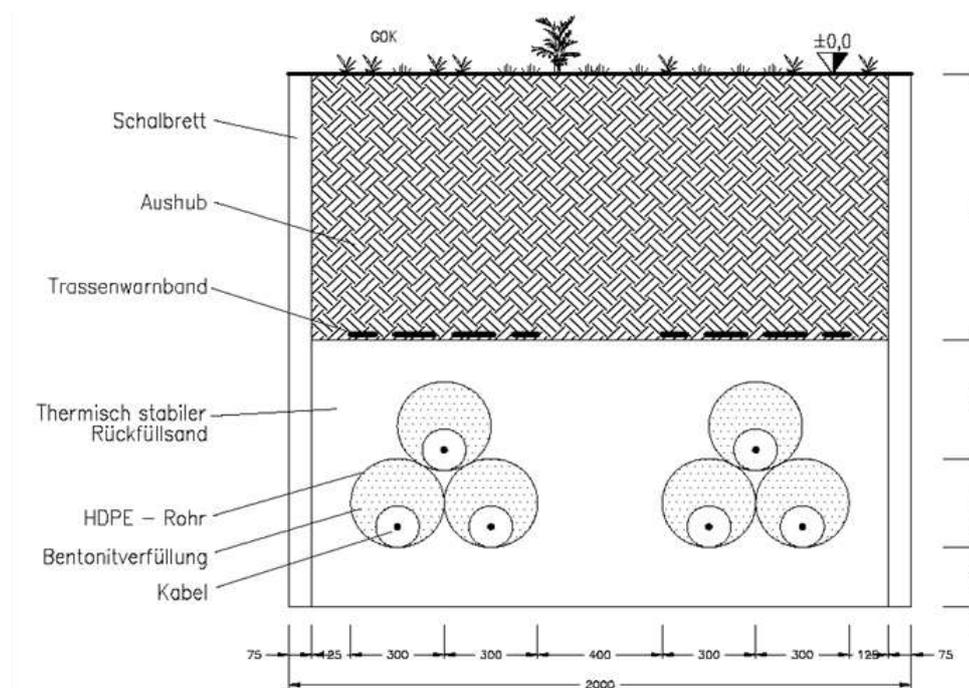


Abbildung 1. Positionen der Einzelkabel im Querschnitt.

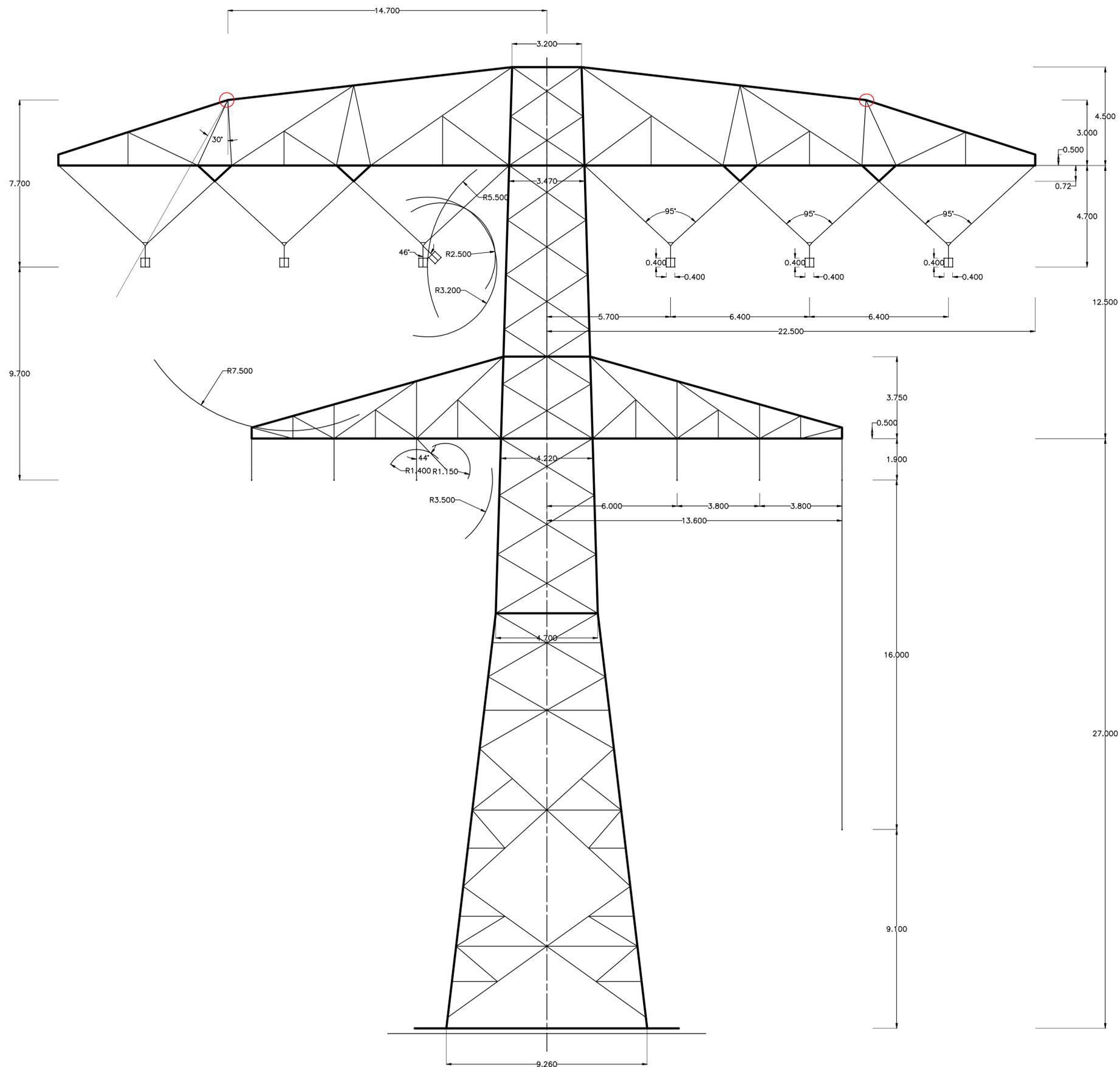
Als Spannung wurde 380 kV und als Strom 1718 A verwendet.

Mit diesen Parametern ergibt sich ein maximaler Wert der magnetischen Flussdichte von 107,4 μT an der Geländeoberkante (GOK) und ein Wert von 100 μT ca. 5,9 cm über der GOK. Der Grenzwert gemäß 26. BImSchV wird somit mit der hier verwendeten Geometrie stets eingehalten, wenn das System 6 cm tiefer verlegt wird. In Anhang 4 ist für einen Querschnitt des Erdkabels die magnetische Flussdichte dargestellt (Auflösung der Berechnung 0,001 m x 0,001 m).

Die elektrische Feldstärke ist bei Erdkabeln grundsätzlich nicht zu betrachten, da die Schirmung des Kabels und das Erdreich selbst die elektrische Feldstärke stets ausreichend abschirmt.

Anhang 1

Mastbild



T+27

○ = Position der Erdseile

Anlage 5.1

D				
C				
B				
A				
	Datum	Name	Art der Änderung	
	FICHTNER		OMV	
			380kV Anschlussleitung	
			KW-Haiming-UW Simbach	
	Gez.:	Datum	Name	Maßstab:
	Gepr.:	03.05.2011	AUFRECHT	380/110kV
		03.05.2011	FUCHS	Zwei Einebenen-Mastfamilie
	Ersatz für:		Tragmast T	
	Ersetzt durch:		Format: A 1	Auftr.-Nr.: 5582A03 Datei: FIACAD_020
	System: ACAD 2010		Beilage:	Zeichn.-Nr.:
Diese mit CAD erstellte Zeichnung darf nur per CAD geändert werden!				

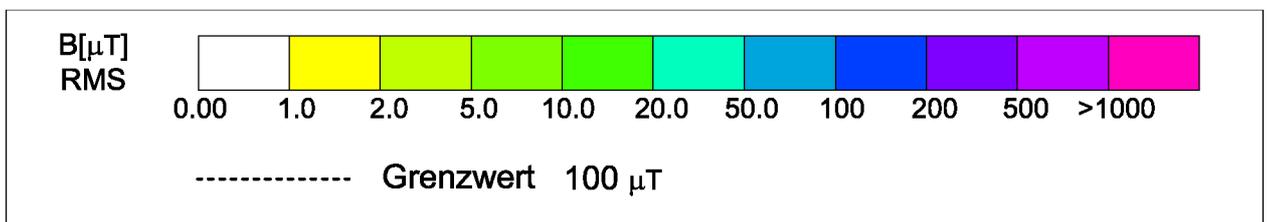
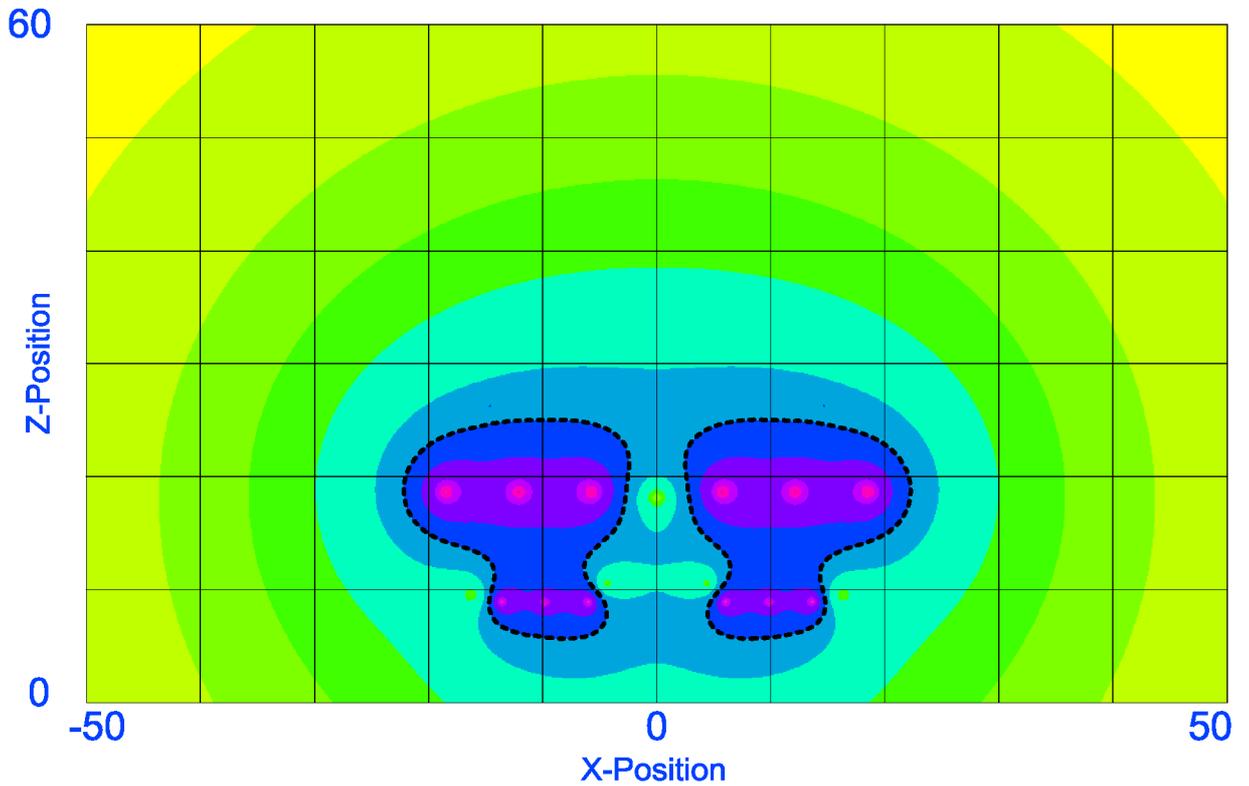
Anhang 2

Berechnungsergebnisse Querschnitt Freileitung

380kV/110kV Anschlussleitung KW Haiming - UW Simbach

2710 A / 1000 A, magnetische Flussdichte,

Vertikalschnitt am Ort des größten Durchhangs, worst case

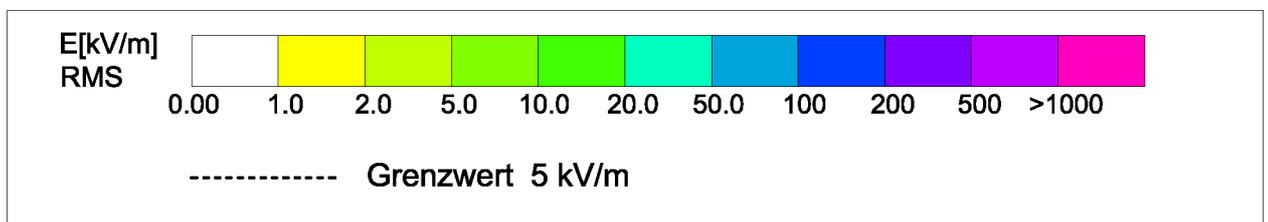
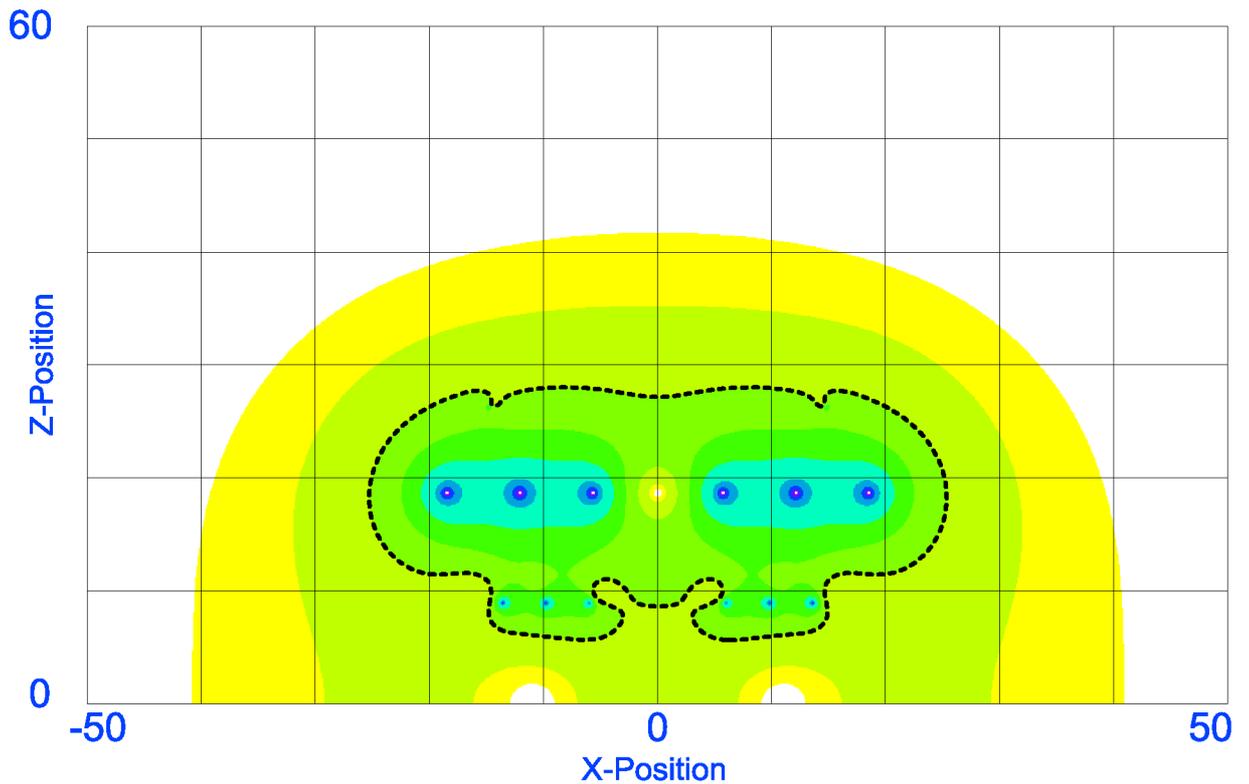


Robert-Koch-Straße 11 82152 Planegg / München Telefon +49 (0) 89 85602 - 0 www.MuellerBBM.de				MÜLLER-BBM	
380 kV/110 kV Anschlussleitung KW Haiming - UW Simbach			Berechnung magnetische Flussdichte Vertikalschnitt		
Projekt					Inhalt
EMV Fachbereich	M83 929/8 Bericht	tim/sdr Sachbearbeiter/Zeichner	-- Maßstab	29.02.2012 Datum	Anhang 2, Seite 2 Plan

380kV/110kV Anschlussleitung KW Haiming - UW Simbach

2710 A / 1000 A, elektrische Feldstärke,

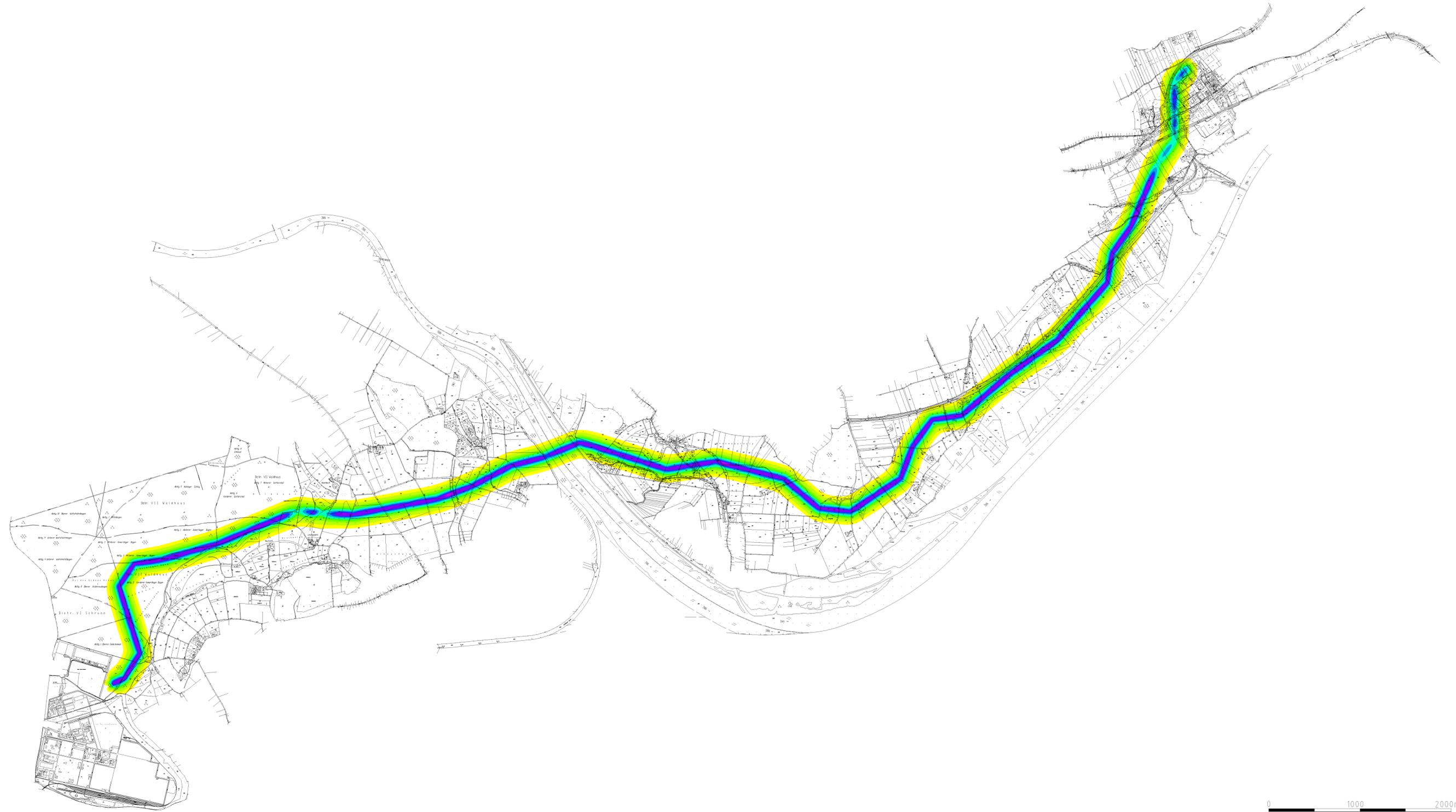
Vertikalschnitt am Ort des größten Durchhangs, worst case



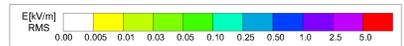
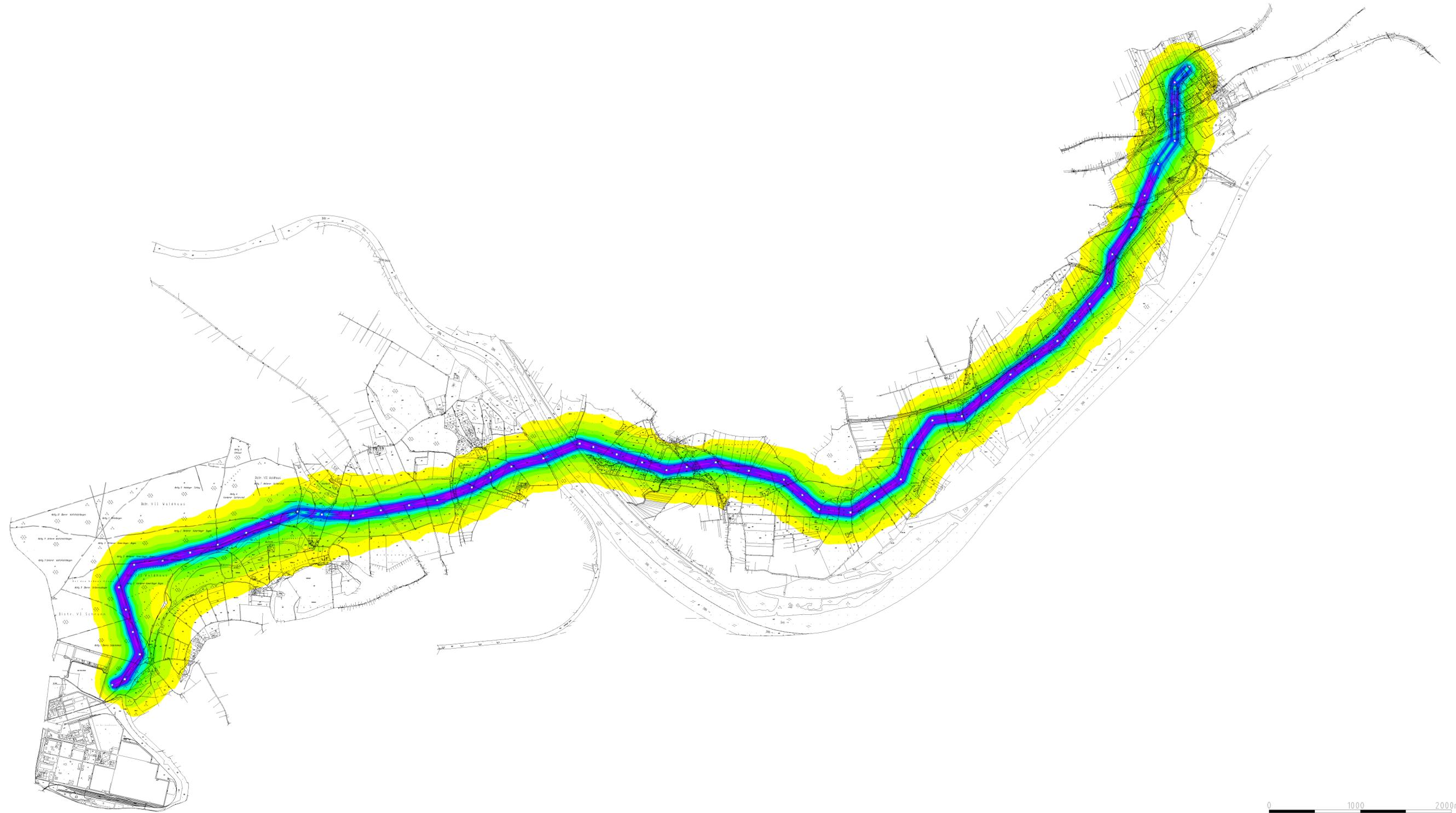
Robert-Koch-Straße 11 82152 Planegg / München Telefon +49 (0) 89 85602 - 0 www.MuellerBBM.de				MÜLLER-BBM	
380 kV/110 kV Anschlussleitung KW Haiming - UW Simbach			Berechnung elektrische Feldstärke Vertikalschnitt		
Projekt					Inhalt
EMV Fachbereich	M83 929/8 Bericht	tjm/sdr Sachbearbeiter/Zeichner	-- Maßstab	29.02.2012 Datum	Anhang 2, Seite 3 Plan

Anhang 3

Berechnungsergebnisse Haiming – Simbach



Grenzwert 100 µT



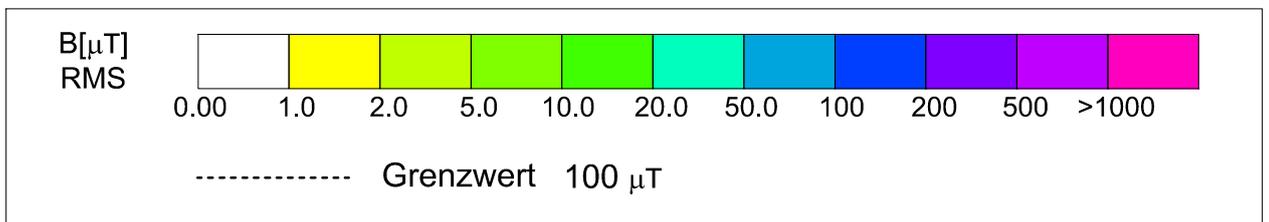
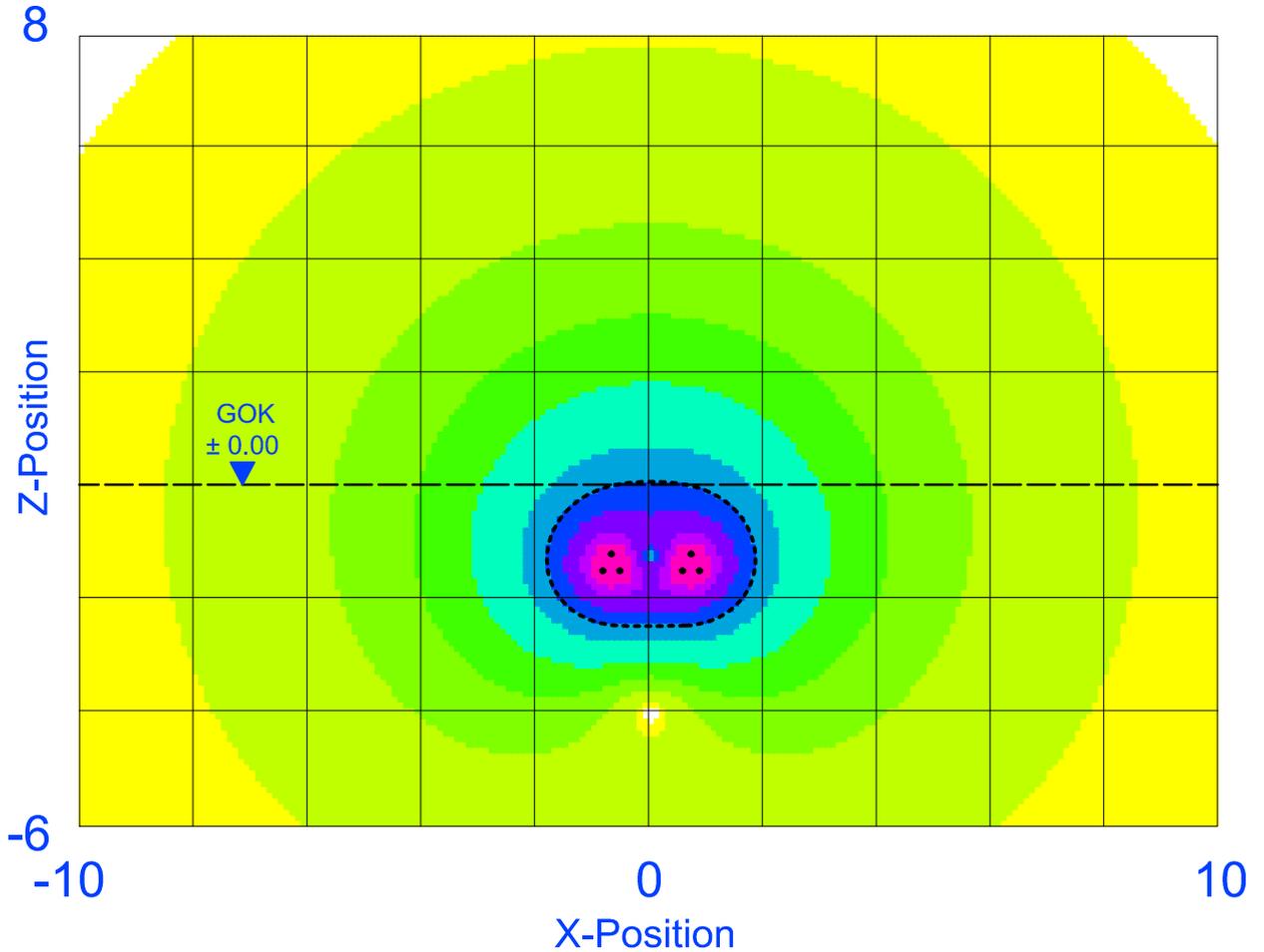
Grenzwert 5 kV/m

Anhang 4

Berechnungsergebnisse Querschnitt Variante Erdkabel 380 kV

380kV Anschlussleitung KW Haiming - UW Simbach

1718 A, magnetische Flussdichte,
Vertikalschnitt Erdkabel



Robert-Koch-Straße 11 82152 Planegg / München Telefon +49 (0) 89 85602 - 0 www.MuellerBBM.de					MÜLLER-BBM
380 kV Anschlussleitung KW Haiming - UW Simbach Variante Erdkabel			Berechnung magnetische Flussdichte Vertikalschnitt		
Projekt					Inhalt
EMV Fachbereich	M83 929/8 Bericht	tim/sdr Sachbearbeiter/Zeichner	-- Maßstab	04.04.2012 Datum	Anhang 4, Seite 2 Plan