



EMV-Consulting AG

Magnetfeld Technologie

CFW, NISV-Lösungen mit System

NISV

(CH-Norm vom 1. Feb. 2000)



EMV-Consulting AG

www.cfw.ch

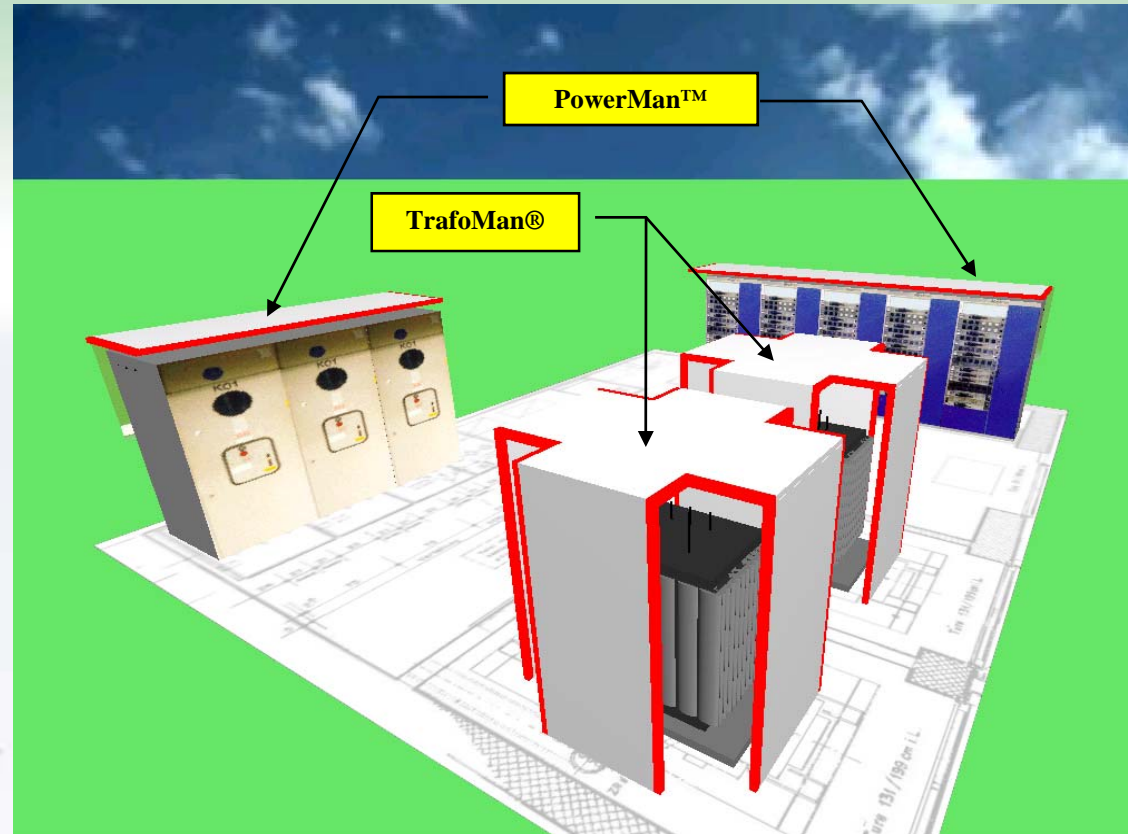
CFW Dienstleistungen

EMF Abschirmplatten
EMF Abschirmgehäuse
EMF Abschirmkabinen
EMF Berechnungen
EMF Messungen

(EMF = niederfrequente elektromagnetische Felder, 0Hz – 10kHz)



CFW Abschirmgehäuse





EMV-Consulting AG

www.cfw.ch

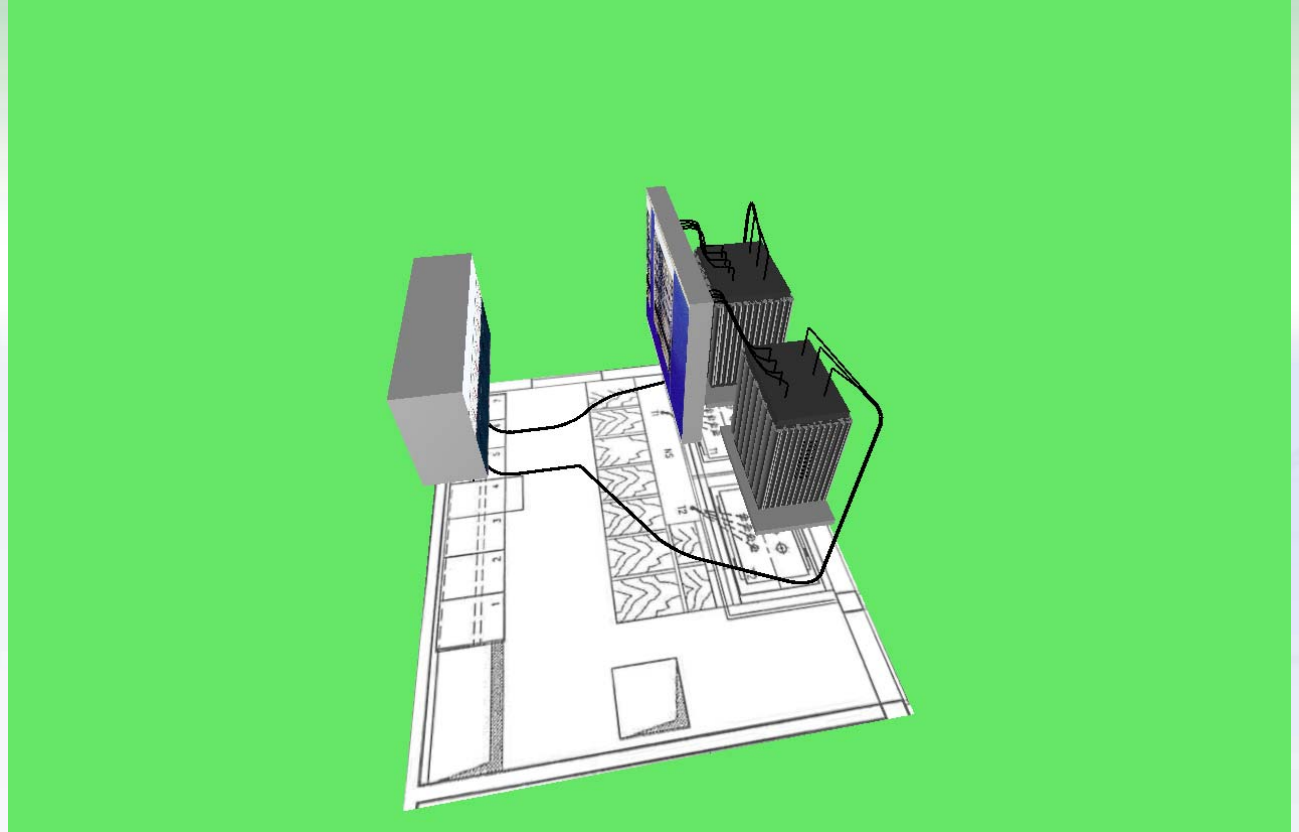
CFW Abschirmkabinen



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Komponentenanordnung (Messung)

ohne Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Abb. Transformatoren

ohne Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Abb. NS-Verteilung

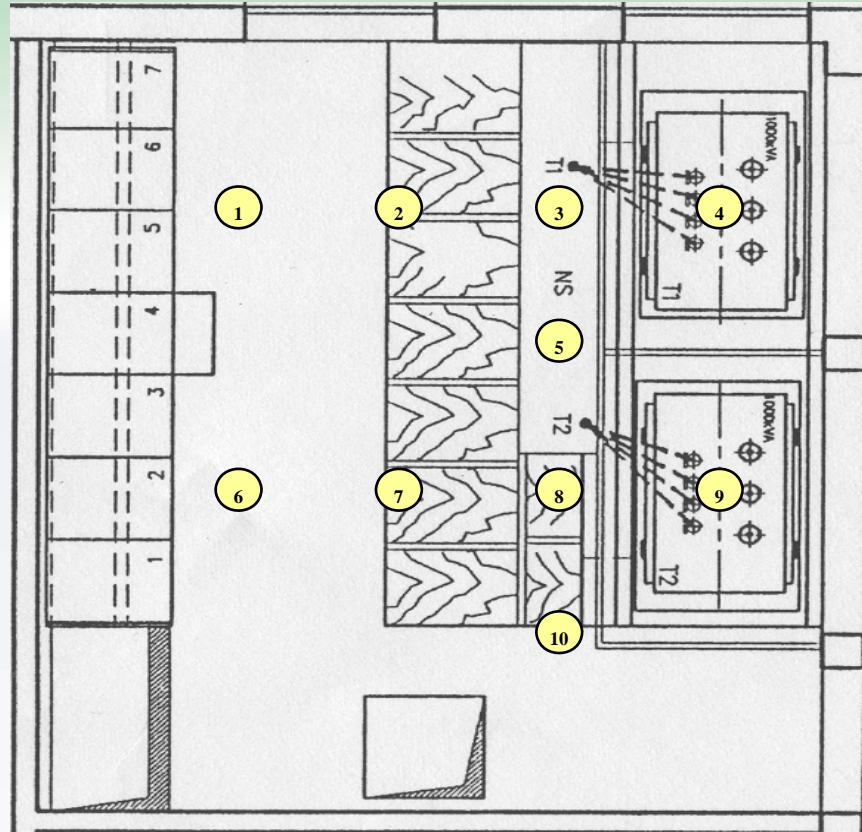
ohne Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Anordnung der Messpunkte 1 - 10

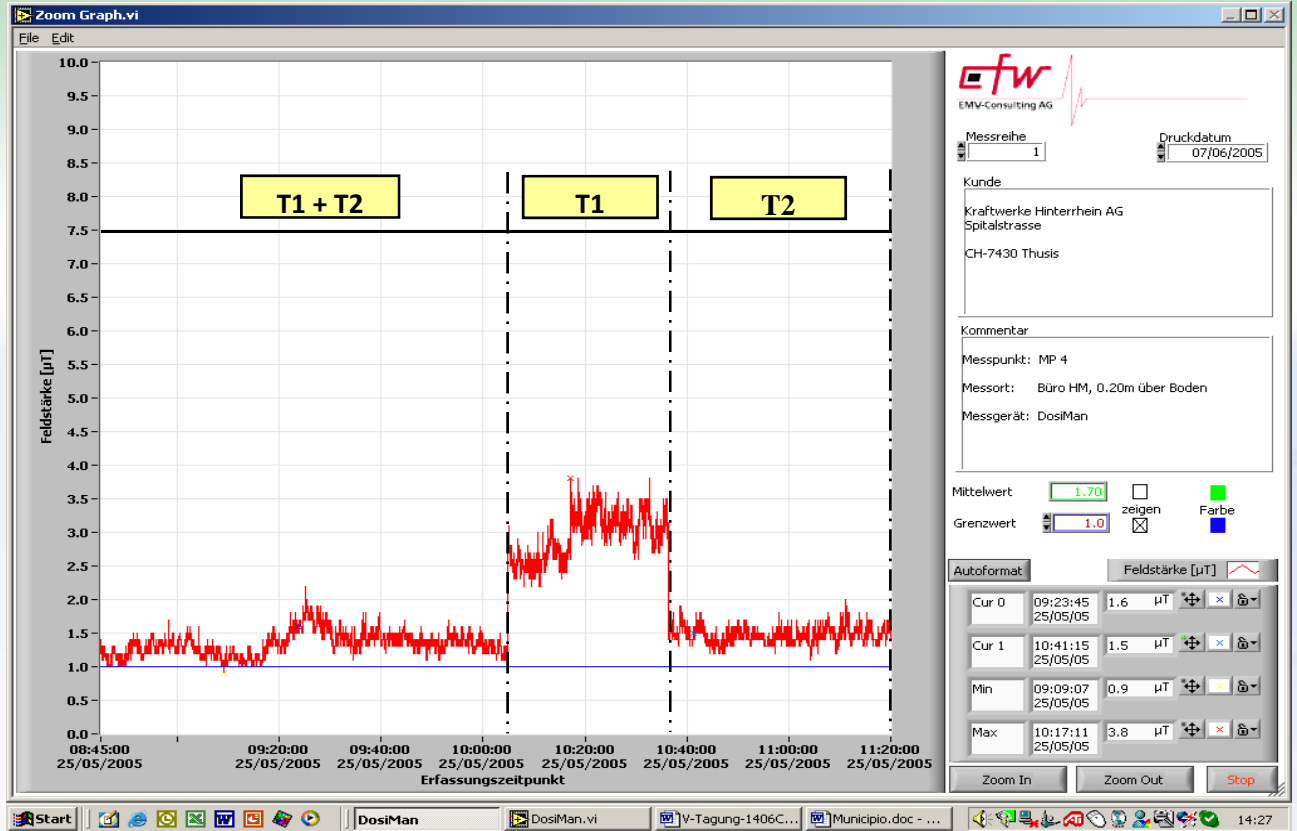
ohne Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messprotokoll MP4

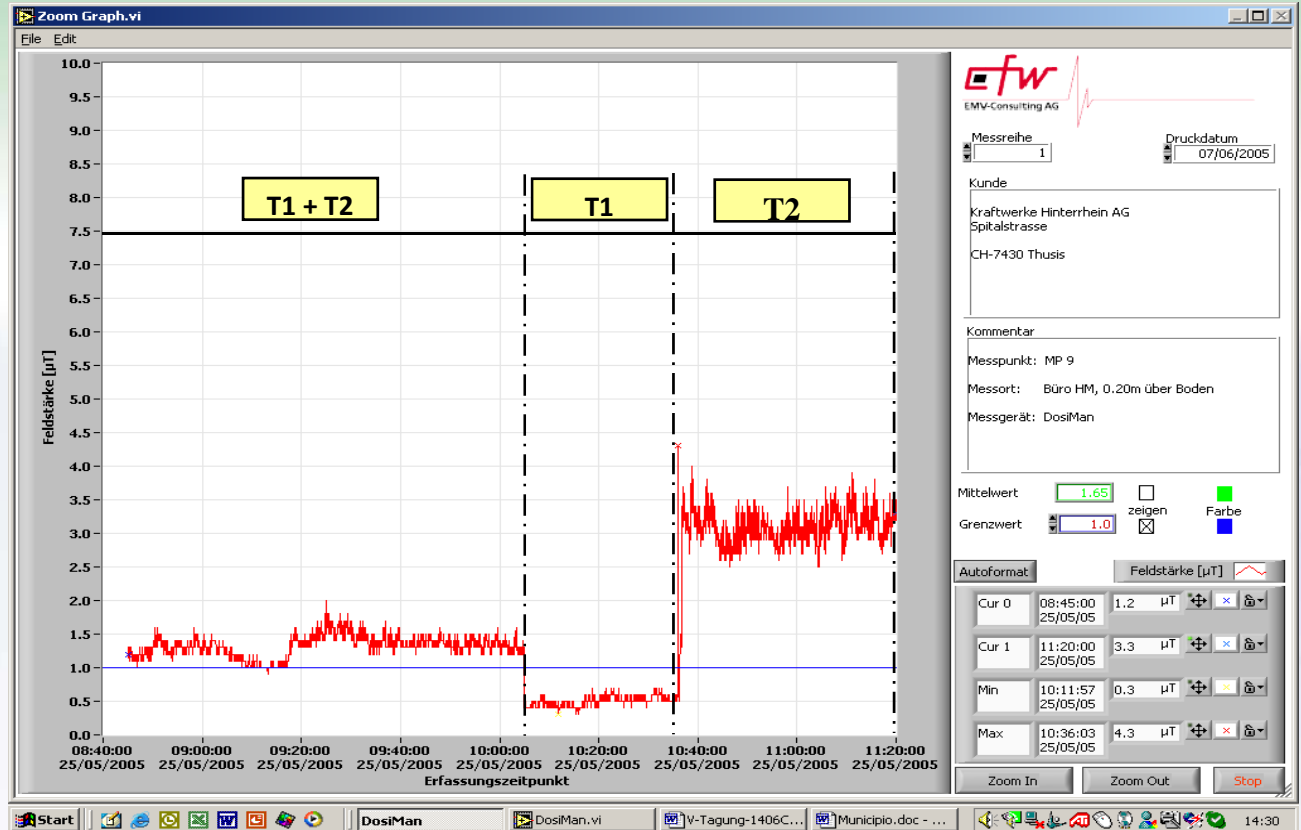
ohne Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messprotokoll MP9

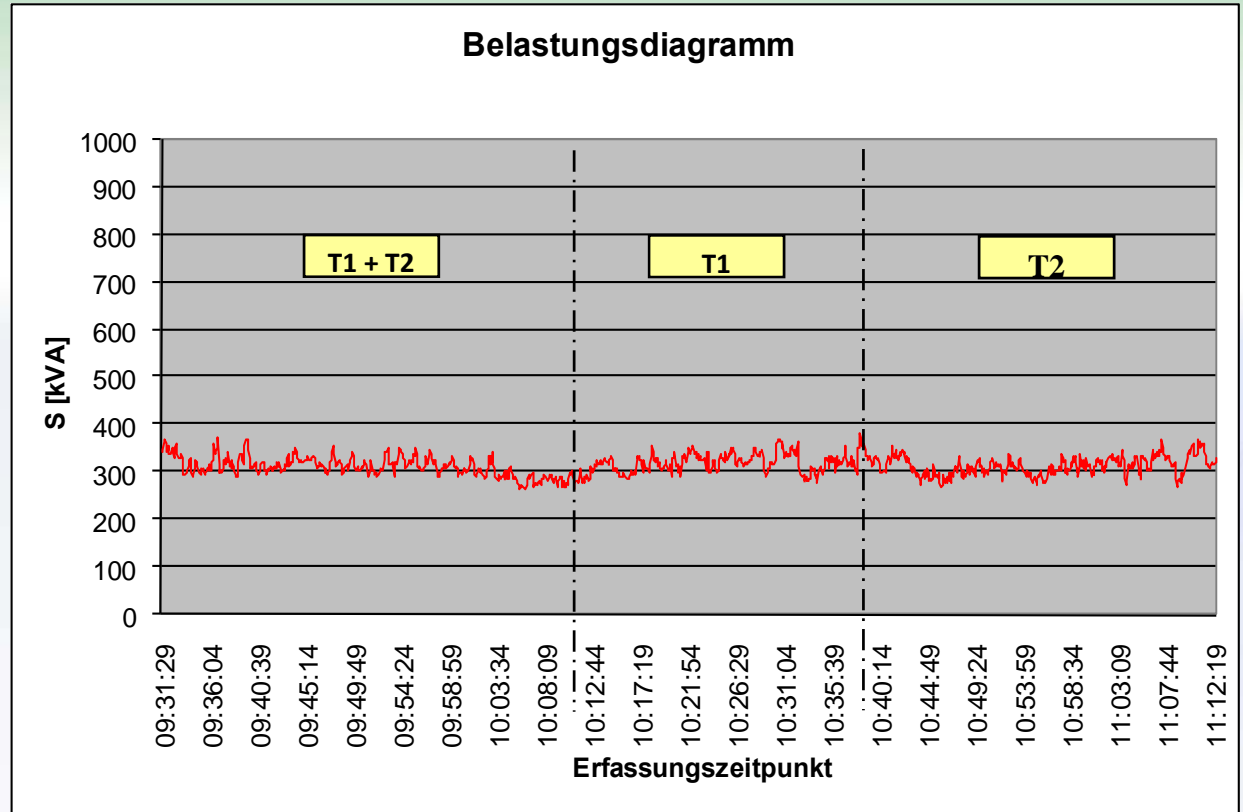
ohne Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Leistungsdiagramm

ohne Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messwerte T1 + T2 = Ein

ohne Abschirmung

Messpunkt	Zeit	B ₀ [μT] (30min)	Mittlere Belastung S ₀ [kVA] (30min)			B _{max} [μT] (hochgerechnet)	NISV
			T1+T2	T1	T2		
		<i>gemessen</i>				<i>2000kVA</i>	
MP 1	09:30 – 10.00	0.54	320	163	157	3.38	AGW
MP 2	09:30 – 10.00	1.39	320			8.69	AGW
MP 3	09:30 – 10.00	1.77	320			11.06	AGW
MP 4	09:30 – 10.00	1.39	320			8.69	AGW
MP 5	09:30 – 10.00	2.12	320			13.25	AGW
MP 6	09:30 – 10.00	0.39	320			2.44	AGW
MP 7	09:30 – 10.00	0.96	320			6.00	AGW
MP 8	09:30 – 10.00	1.71	320			10.69	AGW
MP 9	09:30 – 10.00	1.37	320			8.56	AGW
MP 10	09:30 – 10.00	0.84	320			5.25	AGW

$$B_{\max} [\mu T] = \frac{2000kVA * B_0 [\mu T]}{320kVA}$$

Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messwerte T1 = Ein

ohne Abschirmung

Messpunkt	Zeit	B ₀ [μT] (30min)	Mittlere Belastung S ₀ [kVA] (30min)			B _{max} [μT] (hochgerechnet)	NISV
			gemessen	T1+T2	T1		
						1000kVA	
MP 1	10:05 – 10:35	1.08		310	0	3.48	AGW
MP 2	10:05 – 10:35	2.95		310	0	9.52	AGW
MP 3	10:05 – 10:35	4.27		310	0	13.78	AGW
MP 4	10:05 – 10:35	2.93		310	0	9.45	AGW
MP 5	10:05 – 10:35	0.84		310	0	2.71	AGW
MP 6	10:05 – 10:35	0.37		310	0	1.19	AGW
MP 7	10:05 – 10:35	0.57		310	0	1.84	AGW
MP 8	10:05 – 10:35	0.59		310	0	1.90	AGW
MP 9	10:05 – 10:35	0.50		310	0	1.61	AGW
MP 10	10:05 – 10:35	0.30		310	0	0.97	AGW

$$\underline{B_{\max} [\mu T] = 1000kVA * B_0 [\mu T]}$$

$$310kVA$$

Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messwerte T2 = Ein

ohne Abschirmung

Messpunkt	Zeit	B ₀ [μT] (30min)	Mittlere Belastung S ₀ [kVA] (30min)			B _{max} [μT] (hochgerechnet)	NISV
			T1+T2	T1	T2		
		<i>gemessen</i>				<i>1000kVA</i>	
MP 1	10:40 – 11:10	0.32		0	310	1.03	AGW
MP 2	10:40 – 11:10	1.02		0	310	3.29	AGW
MP 3	10:40 – 11:10	2.00		0	310	6.45	AGW
MP 4	10:40 – 11:10	1.45		0	310	4.68	AGW
MP 5	10:40 – 11:10	4.54		0	310	14.65	AGW
MP 6	10:40 – 11:10	0.44		0	310	1.42	AGW
MP 7	10:40 – 11:10	1.53		0	310	4.94	AGW
MP 8	10:40 – 11:10	3.41		0	310	11.00	AGW
MP 9	10:40 – 11:10	3.05		0	310	9.84	AGW
MP 10	10:40 – 11:10	1.74		0	310	5.61	AGW

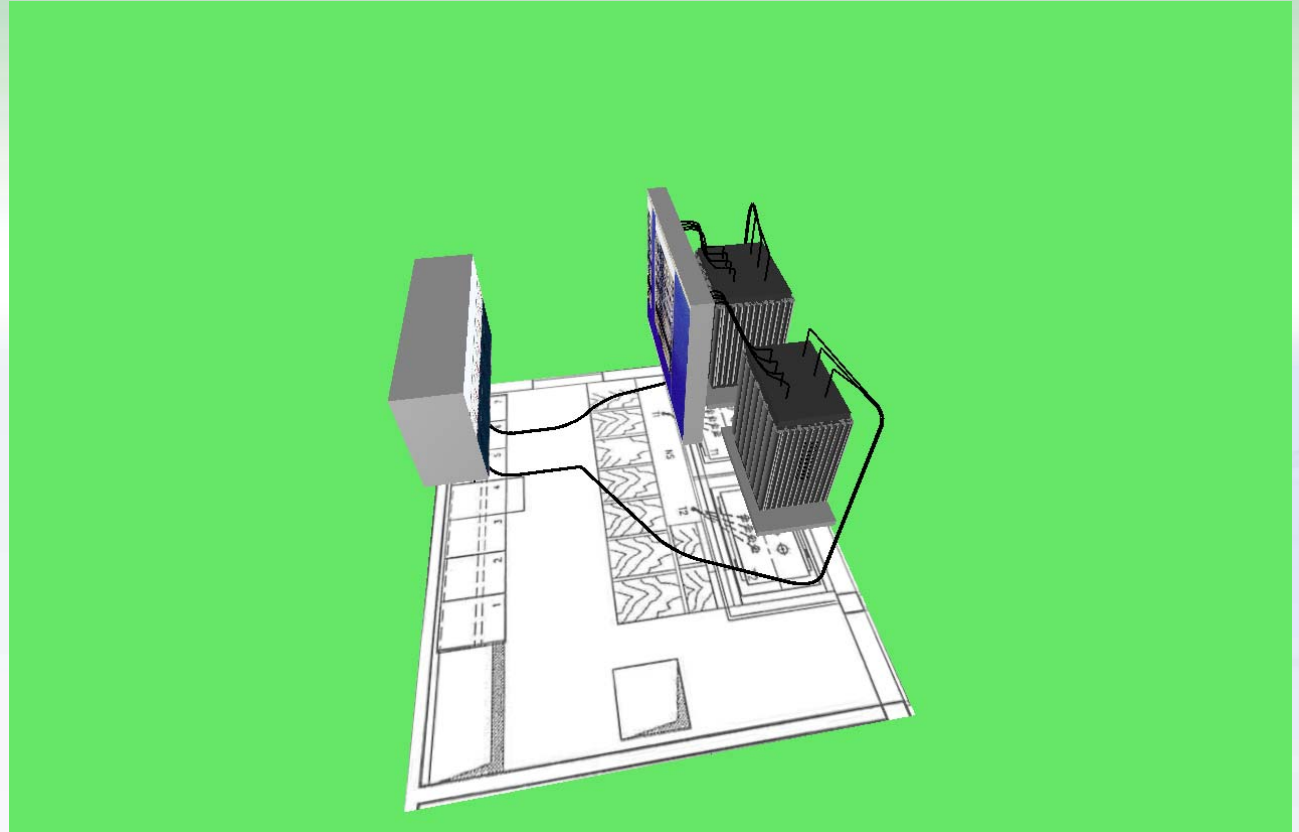
$$\underline{B_{\max} [\mu T] = 1000kVA * B_0 [\mu T]}$$

$$310kVA$$

Vergleich Messung/Berechnung

a) Anordnung der Komponenten (Berechnung)

ohne Abschirmung

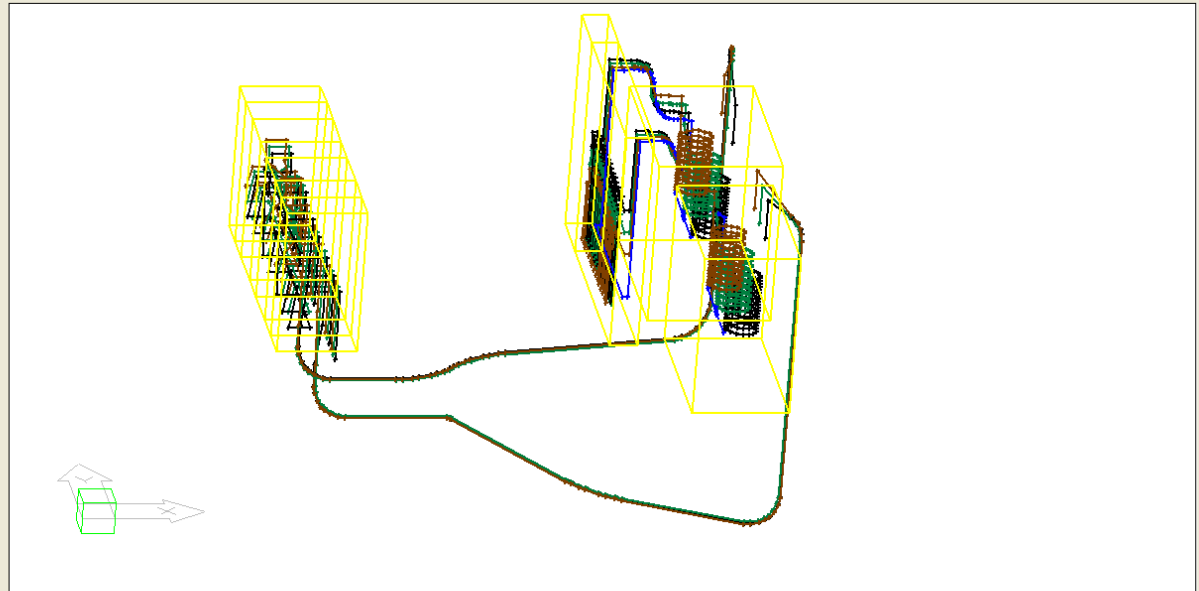


Vergleich Messung/Berechnung

b) Modellierung der Geometrie

ohne Abschirmung

Kraftwerke Hinterrhein AG, TS Compogna, Thusis
3D-Ansicht



Vergleich Messung/Berechnung

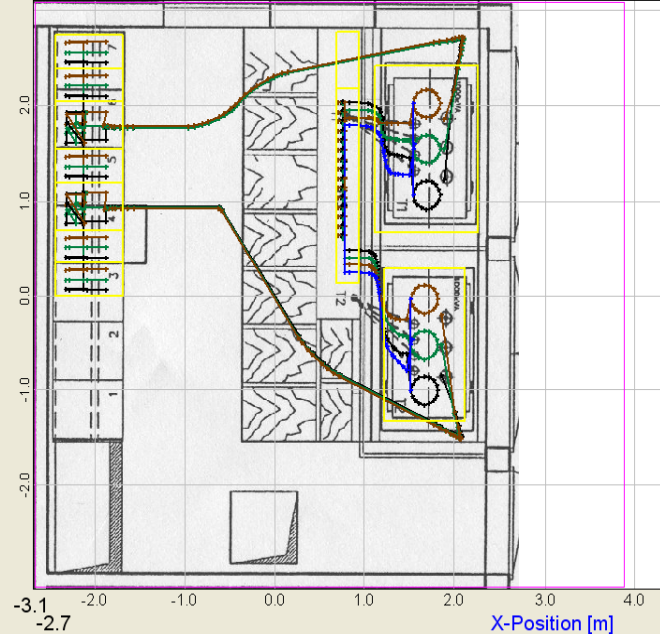
c) Berechnungsparameter

ohne Abschirmung

Kraftwerke Hinterrhein AG, TS Compogna, Thusis
Berechnungsparameter

Y-Position [m]

3.1



TS-COMPOGNA.GEO 21.08.2008 14:35:04

Berechnungsparameter

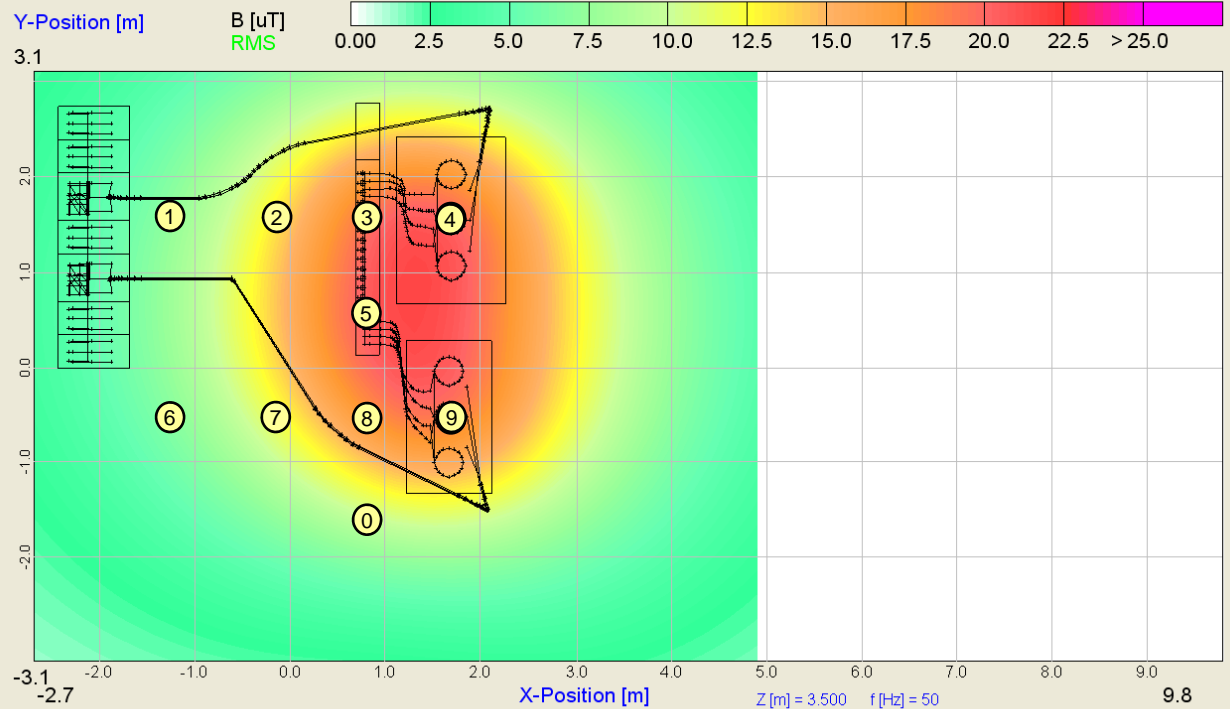
Transformator:	ABB, 2x1000kVA, Oel 4%; prim. 16kV/36A, sek. 400V/1443A
NS-Abgangsfeld:	15x(L1=L2=L3=192A), PEN =0A
Kupplungsfeld:	eingeschaltet
NSV-Kabel:	3x4x1x240mm ² , nicht optimiert
MSV-Trafofeld:	2x16kV/36A
Ringstrom:	16kV/340A
MSV-Kabel:	GKT-FT 3x1x95mm ² , symmetrisch
TYP NSV:	Stationenbau AG
Typ MSV:	Siemens Schaltanlage 8DH10, 24KV

Vergleich Messung/Berechnung

d) Feldverlauf am OMEN (2D-Darstellung)

ohne Abschirmung

Kraftwerke Hinterrhein AG, TS Compogna, Thusis
EMF-Berechnung, 3.50m über OK Hohlboden

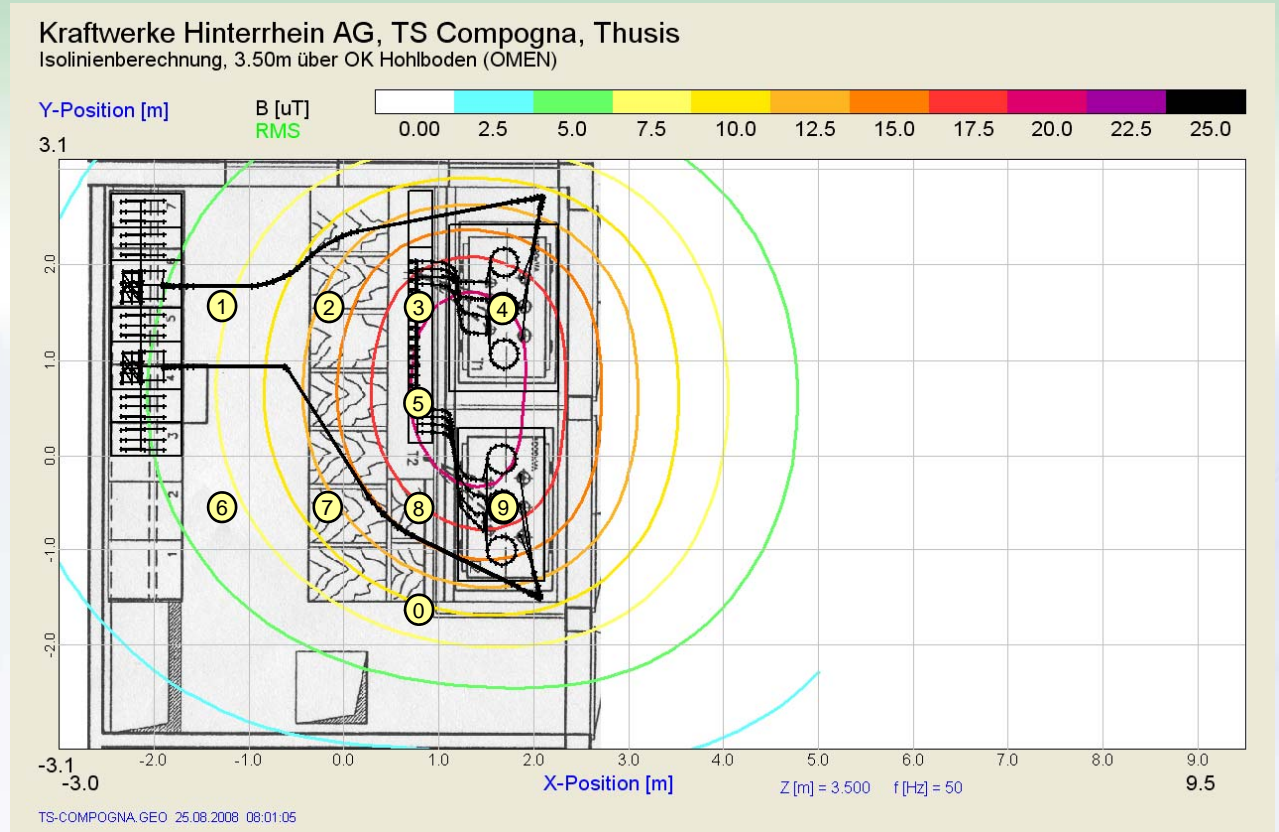


TS-COMPOGNA.GEO 20.08.2008 08:45:38

Vergleich Messung/Berechnung

d) Feldverlauf am OMEN (Isolinien Darstellung)

ohne Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

Numerische Gegenüberstellung

ohne Abschirmung

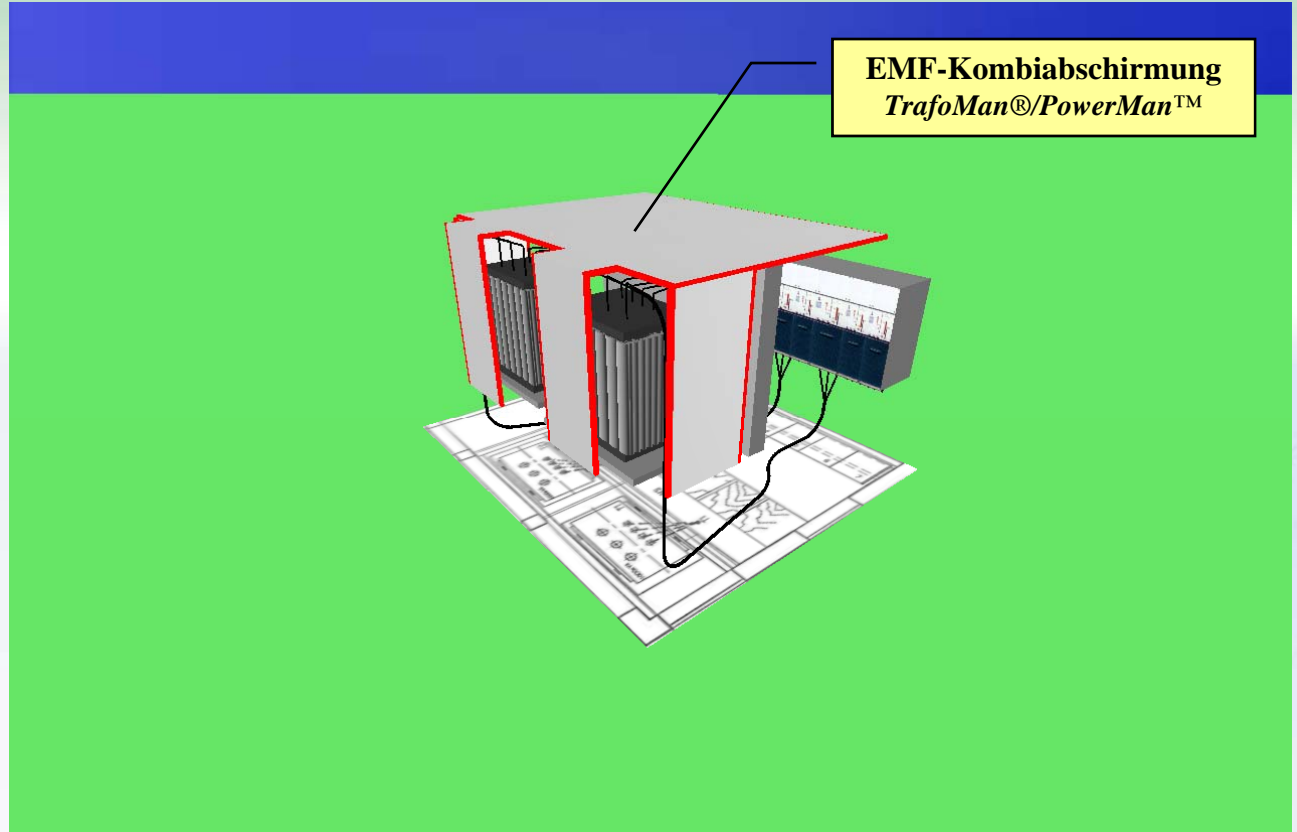
Mess- punkt	Zeit	B ₀ [μT] (10min)	Mittlere Belastung S ₀ [kVA] (10min)			B _{max} [μT] (HR*)	B _{max} [μT] (EFC 400)	NISV
		<i>gemessen</i>	T1+T2	T1	T2	2000kVA	2000kVA	
MP 1	09:30 – 09:40	0.54	320	163	157	3.38	6.5	AGW
MP 2	09:30 – 09:40	1.39	320	163	157	8.69	13.6	AGW
MP 3	09:30 – 09:40	1.77	320	163	157	11.06	17.8	AGW
MP 4	09:30 – 09:40	1.39	320	163	157	8.69	19.9	AGW
MP 5	09:30 – 09:40	2.12	320	163	157	13.25	20.4	AGW
MP 6	09:30 – 09:40	0.39	320	163	157	2.44	6.0	AGW
MP 7	09:30 – 09:40	0.96	320	163	157	6.00	11.4	AGW
MP 8	09:30 – 09:40	1.71	320	163	157	10.69	17.7	AGW
MP 9	09:30 – 09:40	1.37	320	163	157	8.56	18.6	AGW
MP 10	09:30 – 09:40	0.84	320	163	157	5.25	11.9	AGW

Die berechneten Werte (EFC 400) liegen generell höher als die gemessenen Werte (HR*), für den Grenzwertnachweis auf der sicheren Seite. Gründe finden Sie am Schluss dieses Beitrags.

Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Komponentenanordnung (Messung)

mit Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Abschirmung der Transformatoren

mit Abschirmung





EMV-Consulting AG

www.cfw.ch

Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Abschirmung der NS-Verteilung

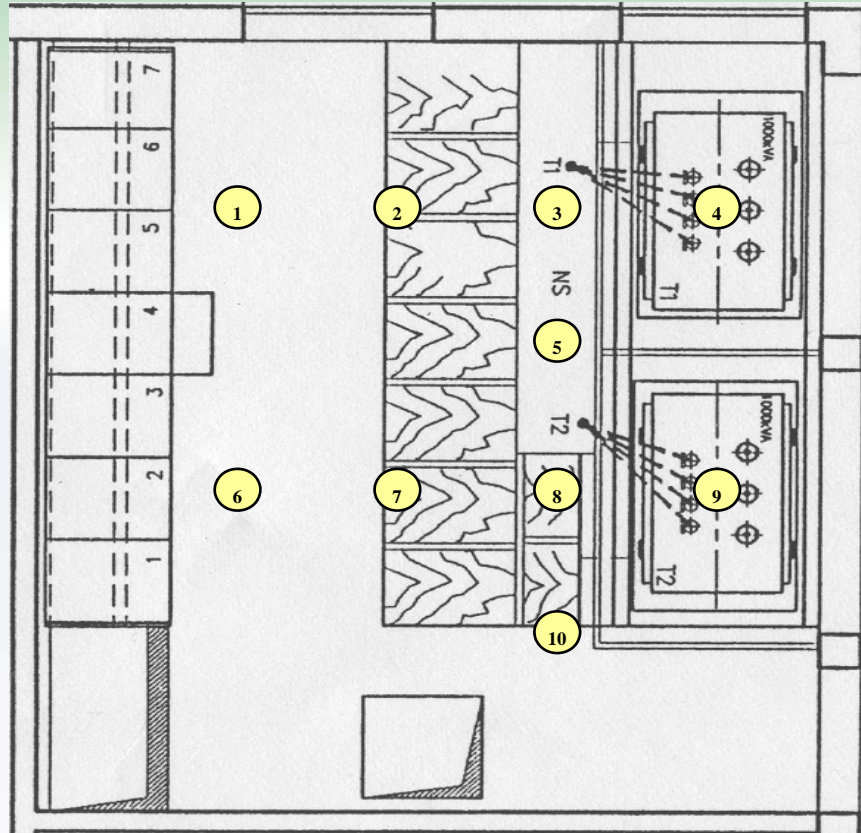
mit Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Anordnung der Messpunkte 1 - 10

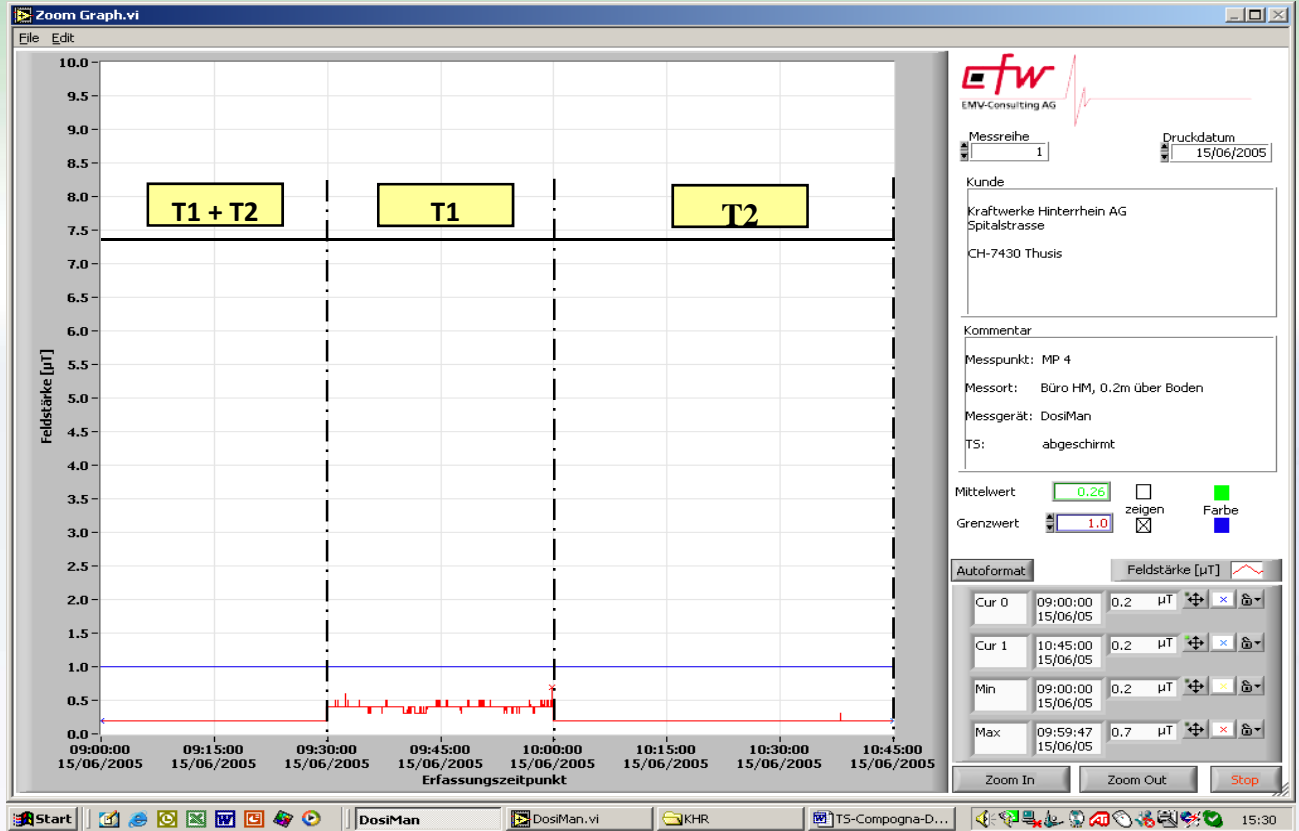
mit Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messprotokoll MP4

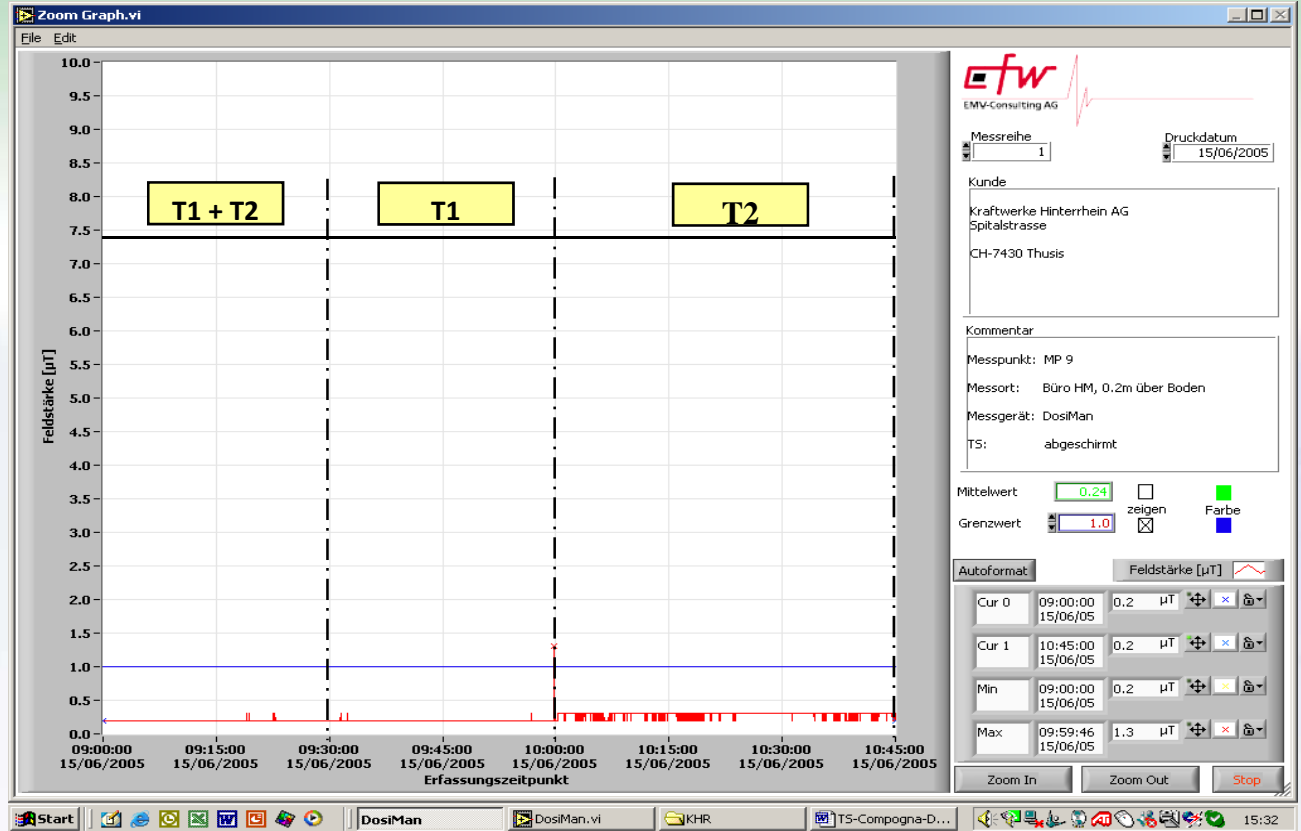
mit Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messprotokoll MP9

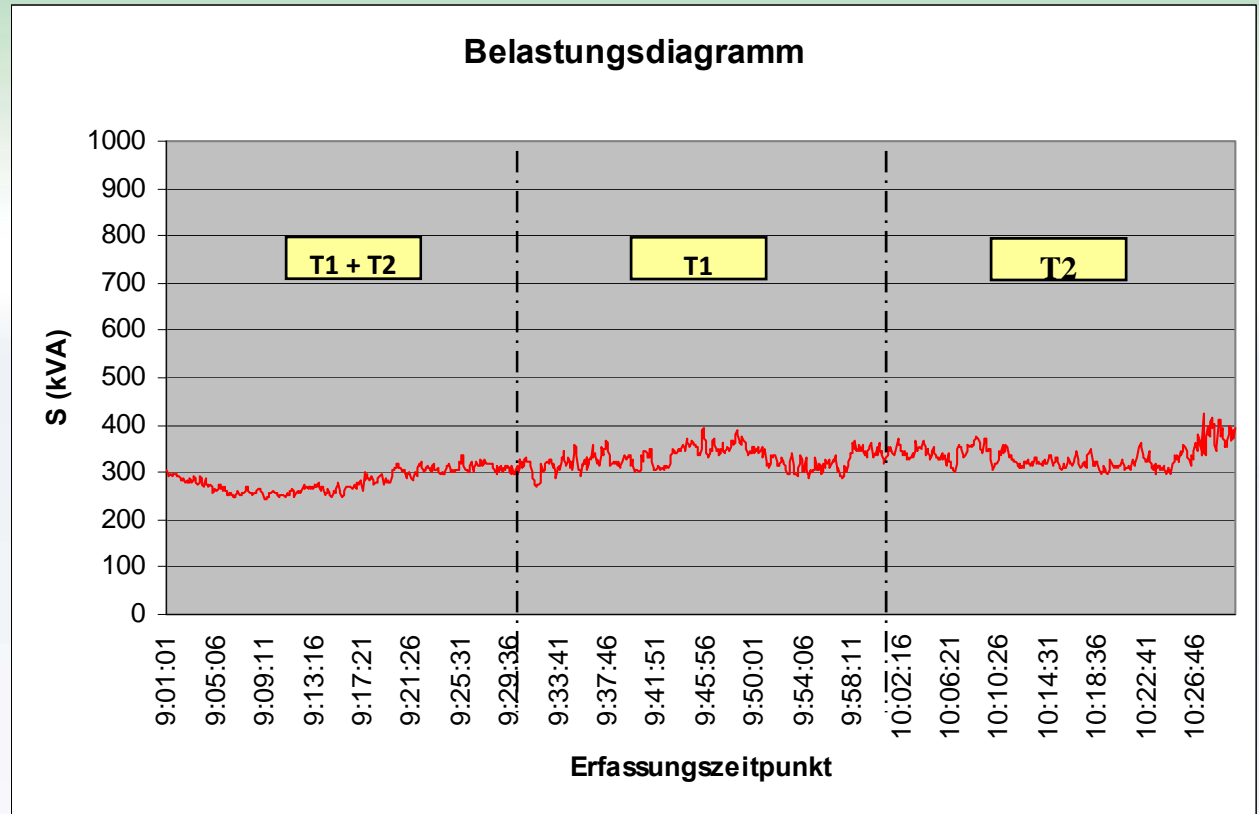
mit Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Belastungsdiagramm

mit Abschirmung



Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messwerte T1 + T2 = Ein

mit Abschirmung

Messpunkt	Zeit	B ₀ [μT] (10min)	Mittlere Belastung S ₀ [kVA] (10min)			B _{max} [μT] (hochgerechnet)	NISV
		<i>gemessen</i>	<i>T1+T2</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>2000kVA</i>	
MP 1	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW
MP 2	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW
MP 3	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW
MP 4	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW
MP 5	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW
MP 6	09:00 – 09.10	0.16	283	143	140	1.14	AGW
MP 7	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW
MP 8	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW
MP 9	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW
MP 10	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	AGW

$$\underline{B_{\max} [\mu T] = 2000kVA * B_0 [\mu T]}$$

$$283kVA$$

Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messwerte T1 = Ein

mit Abschirmung

Messpunkt	Zeit	B _θ [μT] (10min)	Mittlere Belastung S _θ [kVA] (10min)			B _{max} [μT] (hochgerechnet)	NISV
		<i>gemessen</i>	<i>T1+T2</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>1000kVA</i>	
MP 1	09:30 – 09:40	0.30		328	0	0.92	AGW
MP 2	09:30 – 09:40	0.32		328	0	0.98	AGW
MP 3	09:30 – 09:40	0.33		328	0	1.00	AGW
MP 4	09:30 – 09:40	0.34		328	0	1.03	AGW
MP 5	09:30 – 09:40	0.25		328	0	0.77	AGW
MP 6	09:30 – 09:40	0.20		328	0	0.61	AGW
MP 7	09:30 – 09:40	0.21		328	0	0.64	AGW
MP 8	09:30 – 09:40	0.20		328	0	0.61	AGW
MP 9	09:30 – 09:40	0.20		328	0	0.61	AGW
MP 10	09:30 – 09:40	0.20		328	0	0.61	AGW

$$B_{\max} [\mu T] = \frac{1000kVA * B_{\theta} [\mu T]}{328kVA}$$

Vergleich Messung/Berechnung

TS Compogna, Messwerte T2 = Ein

mit Abschirmung

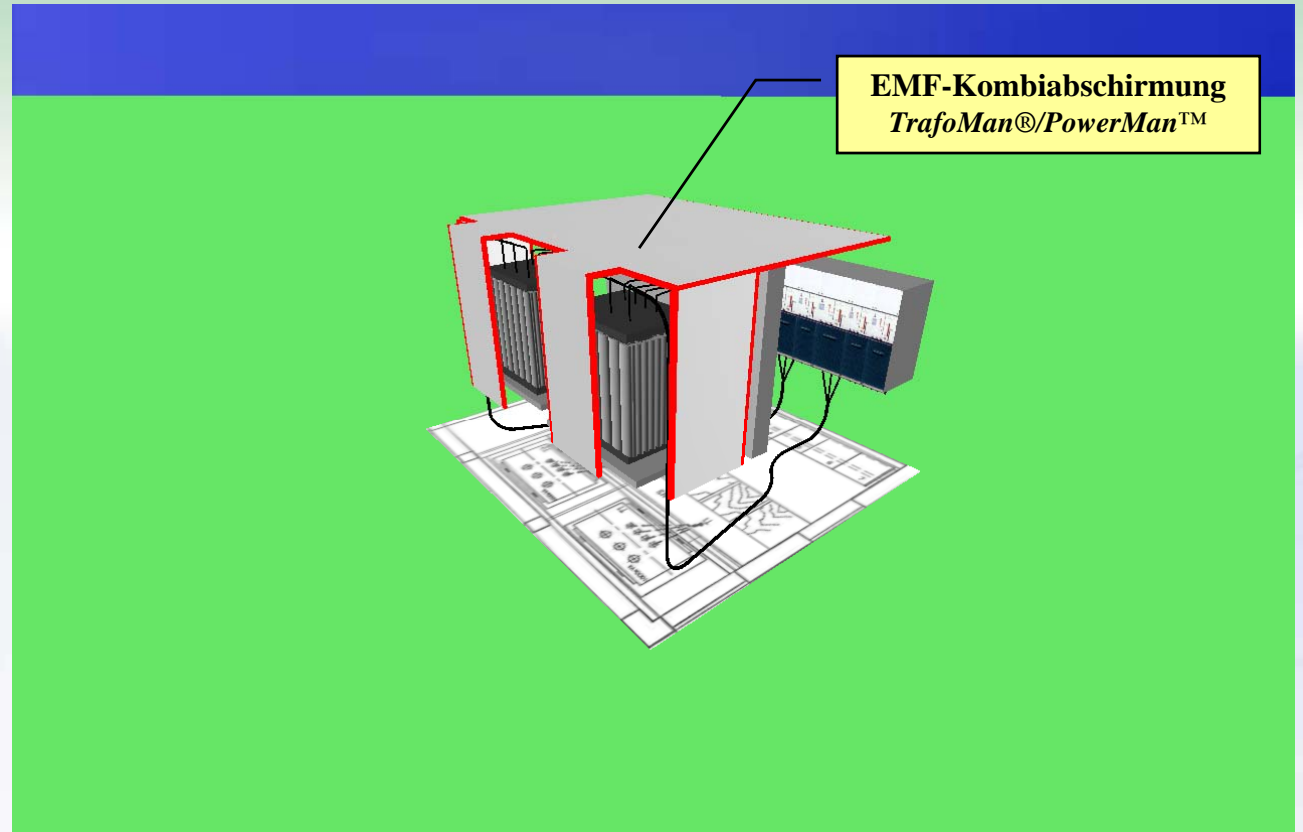
Messpunkt	Zeit	B ₀ [μT] (10min)	Mittlere Belastung S ₀ [kVA] (10min)			B _{max} [μT] (hochgerechnet)	NISV
			<i>gemessen</i>	T1+T2	T1		
						1000kVA	
MP 1	10:00 – 10:10	0.11		0	335	0.34	AGW
MP 2	10:00 – 10:10	0.11		0	335	0.34	AGW
MP 3	10:00 – 10:10	0.20		0	335	0.61	AGW
MP 4	10:00 – 10:10	0.20		0	335	0.61	AGW
MP 5	10:00 – 10:10	0.20		0	335	0.61	AGW
MP 6	10:00 – 10:10	0.11		0	335	0.34	AGW
MP 7	10:00 – 10:10	0.20		0	335	0.61	AGW
MP 8	10:00 – 10:10	0.29		0	335	0.89	AGW
MP 9	10:00 – 10:10	0.20		0	335	0.61	AGW
MP 10	10:00 – 10:10	0.21		0	335	0.64	AGW

$$B_{\max} [\mu T] = \frac{1000kVA}{335kVA} * B_0 [\mu T]$$

Vergleich Messung/Berechnung

a) Anordnung der Komponenten (Berechnung)

mit Abschirmung

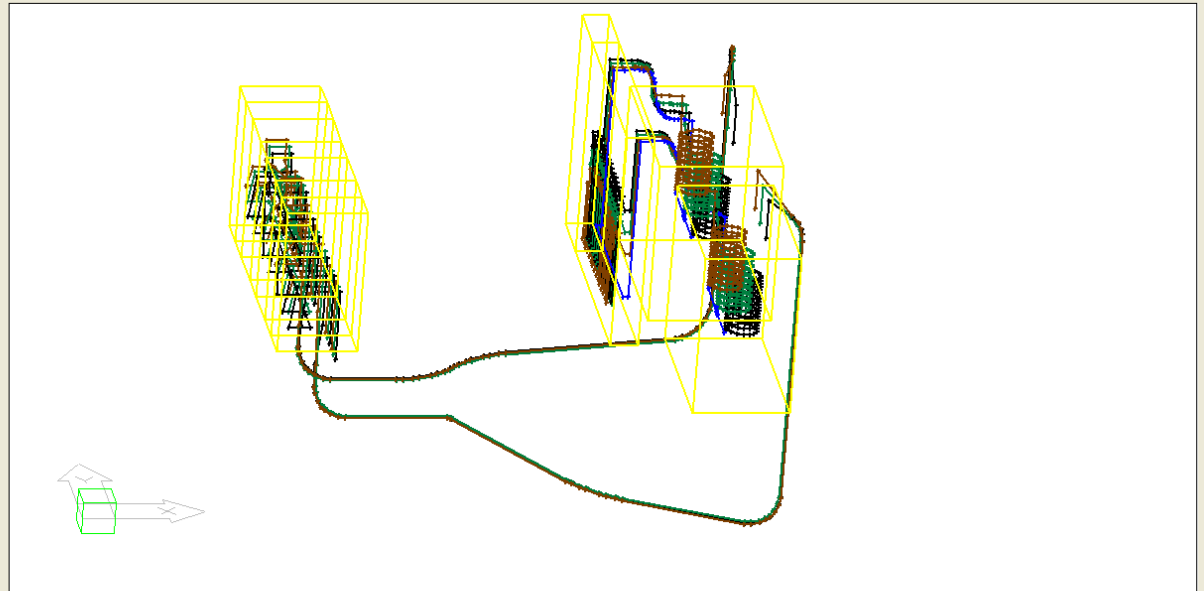


Vergleich Messung/Berechnung

b) Modellierung der Geometrie

mit Abschirmung

Kraftwerke Hinterrhein AG, TS Compogna, Thusis
3D-Ansicht



Vergleich Messung/Berechnung

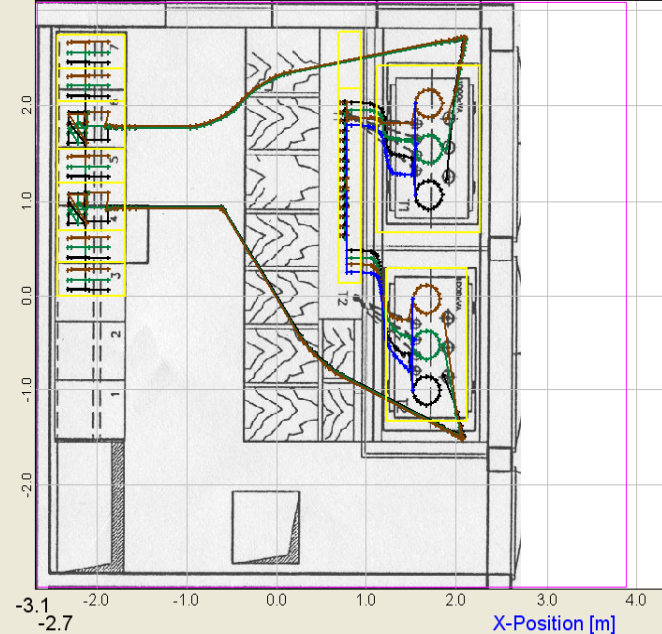
c) Berechnungsparameter

mit Abschirmung

Kraftwerke Hinterrhein AG, TS Compogna, Thusis
Berechnungsparameter

Y-Position [m]

3.1



TS-COMPOGNA.GEO 21.08.2008 14:35:04

Berechnungsparameter

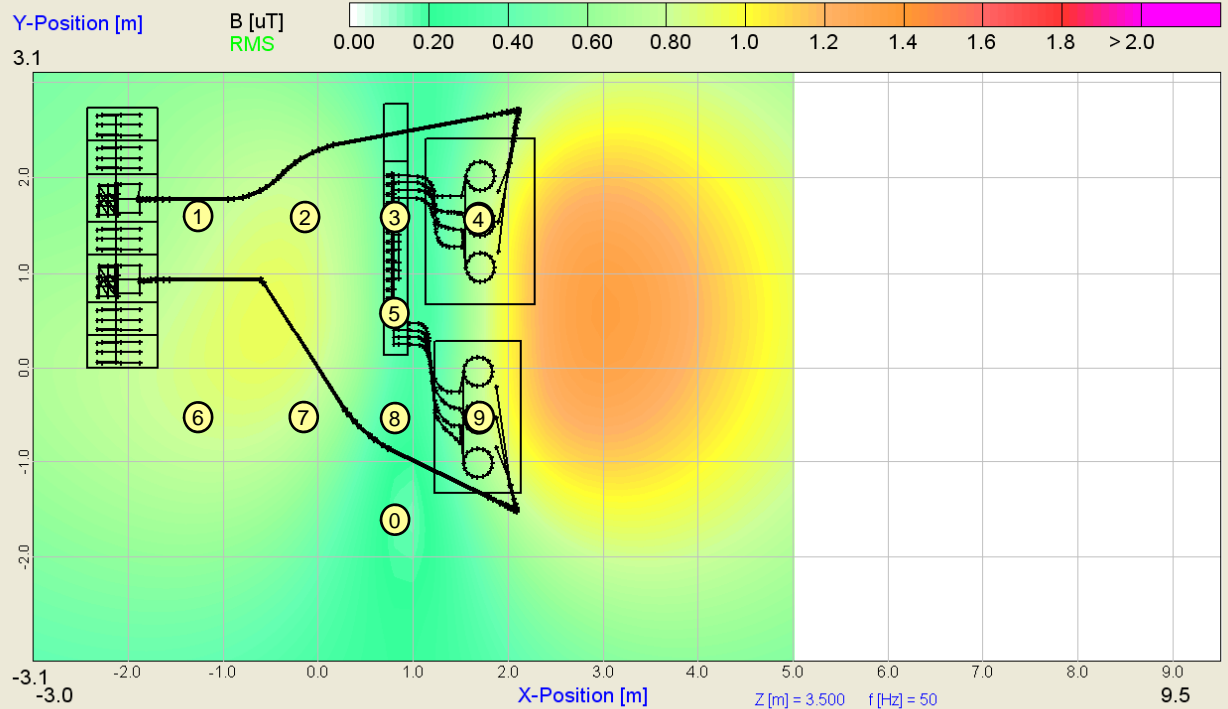
- Transformator:** ABB, 2x1000kVA, Oel 4%;
prim. 16kV/36A, sek.
400V/1443A
- NS-Abgangsfeld:** 15x(L1=L2=L3=192A),
PEN =0A
- Kupplungsfeld:** eingeschaltet
- NSV-Kabel:** 3x4x1x240mm², nicht
optimiert
- MSV-Trafofeld:** 2x16kV/36A
- Ringstrom:** 16kV/340A
- MSV-Kabel:** GKT-FT 3x1x95mm²,
symmetrisch
- TYP NSV:** Stationenbau AG
- Typ MSV:** Siemens Schaltanlage
8DH10, 24KV
- Abschirmung:** System CFW

Vergleich Messung/Berechnung

d) Feldverlauf am OMEN (2D-Darstellung)

mit Abschirmung

Kraftwerke Hinterrhein AG, TS Compogna, Thusis
EMF-Berechnung, 3.50m über OK Hohlboden, abgeschirmt



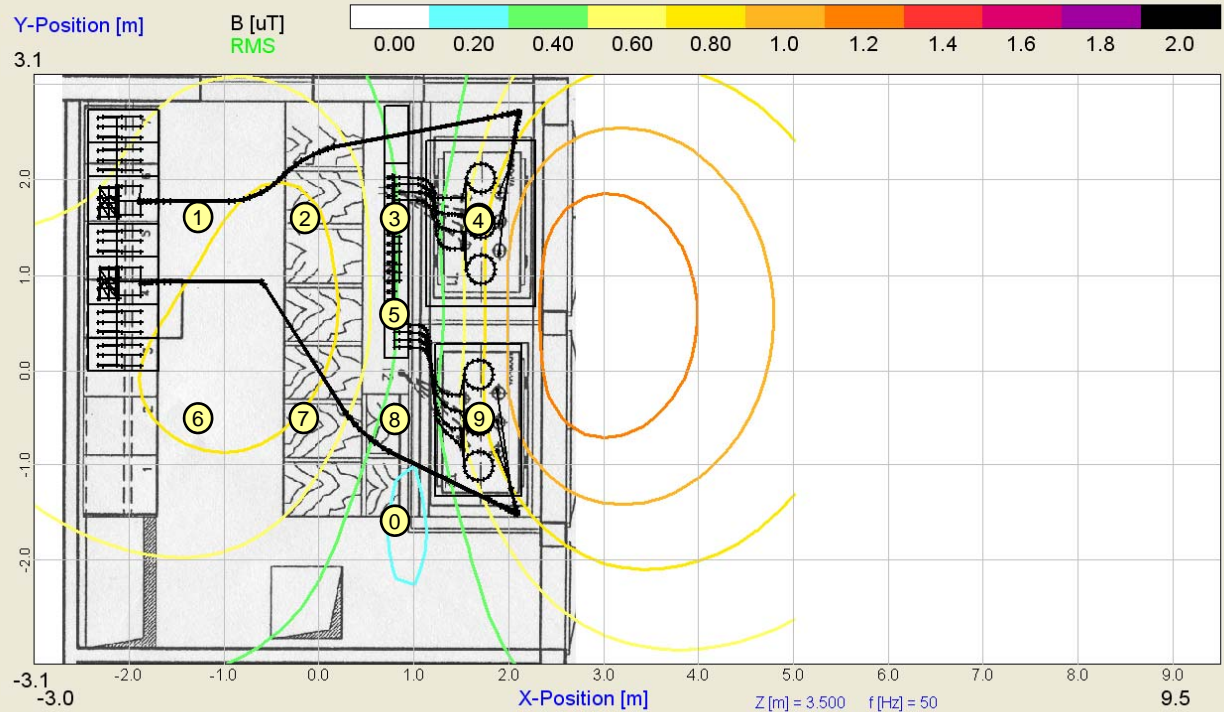
TS-COMPOGNA-GESCHIRMT.GEO 25.08.2008 08:06:18

Vergleich Messung/Berechnung

d) Feldverlauf am OMEN (Isolinendarstellung)

mit Abschirmung

Kraftwerke Hinterrhein AG, TS Compogna, Thusis
EMF-Berechnung, 3.50m über OK Hohlboden, abgeschirmt



TS-COMPOGNA-GESCHIRMT.GEO 25.08.2008 08:17:11

Vergleich Messung/Berechnung

Numerische Gegenüberstellung

mit Abschirmung

Messpunkt	Zeit	B ₀ [μT] (10min)	Mittlere Belastung S ₀ [kVA] (10min)			B _{max} [μT] (HR*)	B _{max} [μT] (EFC 400)	NISV
			ohne Abschirmung	gemessen	T1+T2			
						2000kVA	2000kVA	
MP 1	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.70	AGW
MP 2	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.77	AGW
MP 3	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.44	AGW
MP 4	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.74	AGW
MP 5	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.48	AGW
MP 6	09:00 – 09.10	0.16	283	143	140	1.14	0.82	AGW
MP 7	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.77	AGW
MP 8	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.32	AGW
MP 9	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.75	AGW
MP 10	09:00 – 09.10	0.20	283	143	140	1.42	0.62	AGW

Wegen der zu geringen Belastung (bei Messung T1+T2 < 15%) ist der Grenzwertnachweis mit der Hochrechnungsmethode, messtechnisch leider problematisch.

Vergleich Messung/Berechnung

Folgende Parameter wurden nicht berücksichtigt:

- Ringströme der Mittelspannungsanlage (Messung)
- asymmetrische Phasenströme (Berechnung)
- PEN-Ströme (Berechnung)
- Summenströme (Berechnung)
- Induktionsströme (Berechnung)
- Oberwellen (Berechnung)
- Abschirmwirkung der Gehäuse (Berechnung)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die EFC 400 Berechnungsmethode auch praxisbezogen absolut brauchbare Ergebnisse liefert und somit in den meisten Fällen als Grenzwertnachweis genügen sollte.

Vielen Dank für Ihr Interesse

CFW EMV-Consulting AG
Christian Fischbacher

