

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

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Phys. Maximilian Eder
Telefon +49(89)85602 3003
Maximilian.Eder@mbbm.com

22. September 2016
M131231/01 EDM/BDI

HKW Freimann in München – Erneuerung der Gasturbinenanlage des Heizkraftwerks

**Berechnung elektromagnetischer Felder
und Beurteilung gemäß 26. BImSchV**

Bericht Nr. M131231/01

Auftraggeber:	SWM Services GmbH Emmy-Noether-Straße 2 80992 München
Auftragsnummer:	4500185309/2100/B40
Bearbeitet von:	Dipl.-Phys. Maximilian Eder
Berichtsumfang:	18 Seiten insgesamt, davon 12 Seiten Textteil und 6 Seiten Anhang

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

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	5
2 Verwendete Unterlagen	5
3 Rechtliche Grundlagen	6
3.1 26. BImSchV	6
4 Elektrische und magnetische Feldstärken unter der Freileitung	7
4.1 Grundlagen	7
4.2 Modellbildung	7
4.3 Ergebnisse	8
5 Vergleich der Beurteilungswerte mit den zulässigen Werten der 26. BImSchV	9
6 Beurteilung gemäß 26. BImSchVwV	10
6.1 Vorprüfung	10
6.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung	10

Anhang

Seite 2: Übersichtsplan

Seite 3: 3D-Darstellung der Geometrie

Seite 4: Isoflächen elektrische Feldstärke – Horizontalschnitt in 2 m Höhe

Seite 5: Isoflächen magnetische Flussdichte – Horizontalschnitt in 0 m Höhe

Seite 6: Isoflächen magnetische Flussdichte – Horizontalschnitt in 0 m Höhe

Zusammenfassung

Die Stadtwerke München planen eine Erneuerung der Gasturbinenanlage des Heizkraftwerks Freimann. Insbesondere sollen die beiden Gasturbinen mit ihren Generatoren, die Generatorausleitungen und die zugehörigen Blocktransformatoren ersetzt werden. Auf der Grundlage der technischen Daten der Planung sollten die an der Grenze des Betriebsgeländes zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder berechnet und nach den zulässigen Werten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) beurteilt werden.

Ergebnis

Die gemäß 26. BImSchV zulässigen Werte betragen 5 kV/m für die elektrische Feldstärke und 100 μ T für die magnetische Flussdichte. Diese Werte werden an der Grundstücksgrenze weder erreicht noch überschritten.

Der Maximalwert der elektrischen Feldstärke beträgt 0,005 kV/m und befindet sich an der östlichen Grundstücksgrenze.

Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte beträgt 3,60 μ T und befindet sich an der südlichen Grundstücksgrenze in der Nähe des Blocktransformators 1.

Anmerkung zur Einwirkung von Hochfrequenzsendeanlagen:

Innerhalb eines Abstands von 300 m um den betrachteten Mastabschnitt befindet sich keine ortsfeste Hochfrequenzanlage mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, welche als Vorbelastung gemäß den Hinweisen zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV), Länderausschuss für Immissionsschutz LAI, zu berücksichtigen wäre.

Anmerkung zur Minimierung elektromagnetischer Felder gemäß 26. BImSchVwV:

Die Vorprüfung, Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und die Maßnahmenbewertung gemäß 26. BImSchVwV wurden durchgeführt. Er ergab sich kein weiterer Minimierungsbedarf.

Für den Inhalt des vorliegenden Berichtes zeichnet verantwortlich:



Dipl.-Phys. Maximilian Eder
Telefon +49 (0)89 85602-3003
– Projektverantwortlicher –



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

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Durch die DAKKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadtwerke München planen eine Erneuerung der Gasturbinenanlage des Heizkraftwerks Freimann. Insbesondere sollen die beiden Gasturbinen mit ihren Generatoren, die Generatorausleitungen und die zugehörigen Blocktransformatoren ersetzt werden. Auf der Grundlage der technischen Daten der Planung sollen die an der Grenze des Betriebsgeländes zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder berechnet und nach den zulässigen Werten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) beurteilt werden.

2 Verwendete Unterlagen

- [1] 26. BImSchV: 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über elektromagnetische Felder vom 21. August 2013.
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder, Länderausschuss für Immissionsschutz LAI, 14. Juli 2014.
- [3] 26. BImSchVVwV: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV, 26.02.2016.
- [4] Elektromagnetische Felder – Hochfrequenzanlagen, Info-Blatt zur Umsetzung der Anforderung nach § 3 Nr. 3, 26. BImSchV Niederfrequenzanlagen, Bundesnetzagentur, Referat 414, 55122 Mainz, April 2014.
- [5] Planungsunterlagen mit Handeinträgen und technische Daten, übersendet von Herrn Wolf, Stadtwerke München, per E-Mail am 18.08.2016.
- [6] Planungsunterlagen Grundriss, Ansichten und Schnitte als DWG, übersendet von Herrn Mayr, Stadtwerke München, per E-Mail am 31.08.2016.

3 Rechtliche Grundlagen

3.1 26. BImSchV

Die 26. BImSchV enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektromagnetische Felder. Gemäß dieser Verordnung genügt es, die Immission an den „maßgebenden Immissionsorten“ zu betrachten. Maßgebende Immissionsorte sind schutzbedürftige Gebäude oder Grundstücke. Es sind dies „Gebäude oder Grundstücke, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind“. Dieses „Bestimmtsein“ ist dabei insbesondere aus der bauplanungsrechtlichen Einordnung des Grundstückes abzuleiten. Es kommt also nicht darauf an, ob sich dort tatsächlich Personen „nicht nur vorübergehend“ aufhalten. Landwirtschaftliche Flächen, Straßen und Gehwege sind keine maßgebenden Immissionsorte.

Für die Beurteilung sind die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte bei „höchster betrieblicher Auslastung“ zu ermitteln. Diese „höchste betriebliche Auslastung“ ist laut 26. BImSchV nicht durch die tatsächlich zu erwartende maximale Auslastung, sondern durch eine technische Grenze definiert, bei Umspannanlagen beispielsweise durch die Nennleistung der Transformatoren, bei Freileitungen durch den thermisch maximal zulässigen Dauerstrom. Die Maximalströme sind im Abschnitt Berechnungsgrundlagen detailliert angegeben.

Die zulässigen Werte sind hier (es handelt sich ausschließlich um 50-Hz-Felder) für die elektrische Feldstärke 5 kV/m und für die magnetische Flussdichte 100 μ T.

Außerdem ist die Vorbelastung durch andere Nieder- und Hochfrequenzanlagen zu berücksichtigen. Bei den Hochfrequenzanlagen genügt es dabei, ortsfeste Anlagen mit einer Sendeleistung von mehr als 10 Watt EIRP und Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich gegebenenfalls um Rundfunksender im Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich. Gemäß [4] genügt es, Anlagen zu betrachten, die sich näher als 300 m an der Niederfrequenzanlage befinden.

4 Elektrische und magnetische Feldstärken unter der Freileitung

4.1 Grundlagen

Die Berechnung erfolgt mit dem Programm WinField EP, Version 2016. Modelliert werden die Anlagenteile, die wesentlich zur Immission elektrischer und/oder magnetischer Felder beitragen. Es sind dies alle offenen, spannungsführenden Anlagenteile und alle Anlagenteile, die große Ströme führen.

Zur Berechnung der Immission werden dabei stets die Nennspannungen und die Nennströme der Anlagenteile verwendet oder die Ströme, die durch eine technisch bedingte Grenze auf Dauer nicht überschritten werden können. Sonderereignisse, wie Kurzschlüsse in bestimmten Anlagenteilen, werden nicht betrachtet. Bei allen betrachteten Anlagenteilen handelt es sich um Dreiphasensysteme. Es wird stets davon ausgegangen, dass die Systeme symmetrisch belastet sind, d. h. die Ströme in den drei Phasenleitern betragsmäßig gleich groß und um jeweils 120° bezüglich der Phase versetzt sind. Die Bezeichnungen L1, L2 und L3 beziehen sich dabei stets auf die Phasenlagen 0°, 120° und 240°. Sofern die geometrische Anordnung der Phasenleiter bei einem System noch nicht bekannt ist, wird diejenige Anordnung gewählt, die zur höchsten Immission in der Umgebung der Anlage führt.

4.2 Modellbildung

Für die Erneuerung des Heizkraftwerks wurden die nachfolgend beschriebenen Anlagenteile gemäß Planungsunterlagen [5] und [6] modelliert.

1. Zwei 80 MVA 110-kV-/11-kV/10-kV-Transformatoren
Modellspannung 110 kV, Modellstrom **420 A**,
Modellspannung 11 kV, Modellstrom **3800 A**,
Modellspannung 10 kV, Modellstrom **600 A**.
2. Zwei 11-kV-Generatorausleitungen vom Generatorgebäude zu den Blocktransformatorgebäuden, Höhe 9,75 m, Abstand der Phasen 1 m.
Rohrdurchmesser: 160 mm, Modellstrom **3800 A**.
3. Zwei Mittelspannungsschaltanlagen mit einer Kupplung und jeweils fünf Schaltfeldern mit Leistungsschalter, angebunden an den zugehörigen Blocktransformator, Modellstrom **600 A**.
4. Zwei 110-kV-Kabelsysteme vom Gebäude der Blocktransformatoren zum benachbarten Umspannwerk, Kabeltyp N2XS(FL)2Y 3x1x800, im Dreieck in 1 m Tiefe verlegt, Modellstrom **420 A**.
5. Zwei 10-kV-Kabelsysteme jeweils von der Mittelspannungsanlage zum Gaskompressor, Kabeltyp N2XS(F)2Y 3x1x630RM/35, im Dreieck in 1 m Tiefe verlegt, Modellstrom **300 A**.
6. Zwei 10-kV-Kabelsysteme jeweils von der Mittelspannungsanlage zur Verbindung Fernwärme, Kabeltyp N2XS(F)2Y 3x1x630RM/35, im Dreieck in 1 m Tiefe verlegt, Modellstrom **300 A**.

Die Geometrie der Modellierung ist im Anhang dargestellt.

Die Berechnung wurde für die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte in 2 m Höhe durchgeführt, für die magnetische Flussdichte zusätzlich in 0 m, um den Einfluss der Kabel im Boden zu betrachten.

Die Berechnungsauflösung beträgt 0,5 m x 0,5 m.

4.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen für die elektrische Feldstärke und die magnetische Flussdichte sind grafisch im Anhang dargestellt. In der folgenden Tabelle sind die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte sowie der elektrischen Feldstärke dargestellt. Die Orte der Maximalwerte sind ebenfalls in den grafischen Darstellungen im Anhang eingezeichnet.

Tabelle 1. Maximalwerte der elektrischen Feldstärke E_{\max} und magnetischen Flussdichte B_{\max} an der Grundstücksgrenze für verschiedene Höhen.

Ort	Höhe	E_{\max}	B_{\max}
Nahe Blocktransformator 1	0 m	-	3,49 μT
Nahe Blocktransformator 1	2 m	-	3,60 μT
Östliche Grundstücksgrenze	2 m	0,005 kV/m	-

5 Vergleich der Beurteilungswerte mit den zulässigen Werten der 26. BImSchV

Die gemäß 26. BImSchV zulässigen Werte betragen 5 kV/m für die elektrische Feldstärke und 100 μ T für die magnetische Flussdichte. Diese Werte werden an der Grundstücksgrenze weder erreicht noch überschritten.

Der Maximalwert der elektrischen Feldstärke beträgt 0,005 kV/m und befindet sich an der östlichen Grundstücksgrenze.

Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte beträgt 3,60 μ T und befindet sich an der südlichen Grundstücksgrenze in der Nähe des Blocktransformators 1.

Anmerkung zur Einwirkung von Hochfrequenzsendeanlagen:

Innerhalb eines Abstands von 300 m um die Anlage befindet sich keine ortsfeste Hochfrequenzanlage mit Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz, welche als Vorbelastung gemäß den Hinweisen zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV), Länderausschuss für Immissionsschutz LAI, zu berücksichtigen wäre.

6 Beurteilung gemäß 26. BImSchVwV

Die allgemeine Verwaltungsvorschrift [3] konkretisiert den § 4 Absatz 2 der 26. BImSchV [1]. Sie beschreibt die Anforderungen an Niederfrequenz- und Gleichstromanlagen bei der Errichtung und wesentlichen Änderung, um die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren.

Die Umsetzung des Minimierungsgebots erfolgt in drei Teilschritten – einer Vorprüfung, einer Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und einer Maßnahmenbewertung.

6.1 Vorprüfung

Der Umbau des Heizkraftwerks Freimann stellt eine wesentliche Änderung im Sinne der 26. BImSchV dar.

Der Einwirkungsbereich einer 110-kV-Umspannanlage beträgt 50 m.

Im Einwirkungsbereich der Umspannanlage befindet sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort.

Für die Anlage muss demnach eine Minimierung durchgeführt werden.

6.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung

Der Bewertungsabstand einer 110-kV-Umspannanlage beträgt 1 m.

Es befindet sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Bereich zwischen der Grenze des Umspannwerks und dem Bewertungsabstand. Maßgebliche Minimierungsorte liegen sowohl innerhalb des Bewertungsabstandes als auch zwischen Bewertungsabstand und Einwirkungsbereich. Eine individuelle Minimierungsprüfung, Fall II, ist somit notwendig.

Die Lage der maßgeblichen Minimierungsorte ist im Lageplan in Abbildung 1 dargestellt. Die individuellen Minimierungsorte (maßgeblicher Minimierungsort innerhalb des Bewertungsabstandes) sind als orange Punkte dargestellt, die Bezugspunkte als gefüllte schwarze Punkte (maßgeblicher Minimierungsort zwischen Bewertungsabstand und Einwirkungsbereich) und die repräsentativen Bezugspunkte (Zusammenfassung mehrerer maßgeblicher Minimierungsorte zwischen Bewertungsabstand und Einwirkungsbereich) als nicht gefüllte schwarze Punkte. Eine Liste der zugehörigen Flurstücke bzw. der Art des Minimierungsortes ist in Tabelle 2 zu finden.

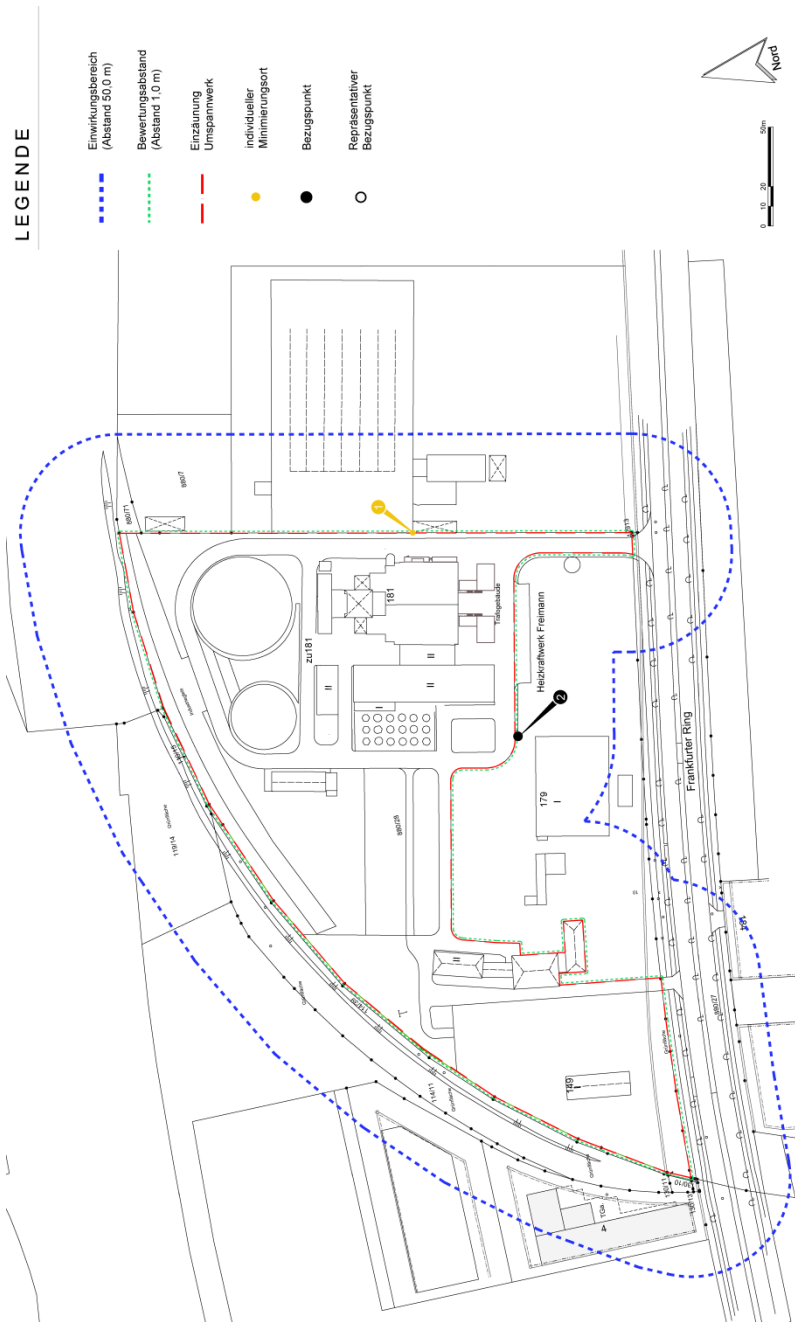


Abbildung 1. Lageplan des Heizkraftwerks mit eingezeichneten maßgeblichen Minimierungsorten (Beschreibung dazu siehe Tabelle 2).

Tabelle 2. Beschreibung der maßgeblichen Minimierungsorte aus Abbildung 1 mit Angabe der zugehörigen Flurstücksnummern.

Nummer des maßgeblichen Minimierungortes	Bezeichnung	Betroffene Flurstücke
1	Verkaufsgebäude	880/7
2	Gebäude	179

Die wesentlichen Änderungen der Anlage sind der Austausch der bestehenden Gasturbinen mit ihren Generatoren (für die Abstrahlung elektromagnetischer Felder nicht wesentlich), der Generatorausleitungen und den zugehörigen Blocktransformatoren.

Es sind zwei Möglichkeiten der Minimierung zu prüfen: Abstandsoptimierung und Minimierung der Distanzen zwischen Betriebsmitteln mit unterschiedlicher Phasenbelegung.

6.2.1 Abstandsoptimierung

In der folgenden Tabelle sind an den maßgeblichen Minimierungsorten die Werte der magnetischen Flussdichte und elektrischen Feldstärke angegeben.

Tabelle 3. Werte der magnetischen Flussdichte und der elektrischen Feldstärke in 1 m Höhe für Immissionsort 1 und 2 aus Tabelle 2.

	<i>B</i>	<i>E</i>
1	0,6 μT	0,1 V/m
2	0,4 μT	0,9 V/m

Bezüglich der elektrischen Feldstärke liegt der Wert bereits unterhalb der in Deutschland vorherrschenden antropogenen Feldstärke von 1 V/m. Daher ist eine weitere Minimierung nicht erforderlich.

Bezüglich der magnetischen Flussdichte wäre zur Minimierung eine Verschiebung der Transformatoren und der Generatorableitungen nötig.

Maßnahmenbewertung:

Die Aufstellung der einzelnen Komponenten ist durch den Standort der Altanlagen bereits vorgegeben, so dass eine Verschiebung nicht angemessen erscheint.

6.2.2 Minimierung der Distanzen zwischen Betriebsmitteln mit unterschiedlicher Phasenbelegung

Zur Verringerung der magnetischen Flussdichte an den maßgeblichen Minimierungsorten wäre eine Minimierung der Distanzen zwischen den einzelnen Phasen der Generatorableitungen möglich.

Maßnahmenbewertung:

Der Einfluss der Generatorableitungen ist bezüglich der Magnetfeldimmission an den maßgeblichen Minimierungsorten gegenüber den übrigen Anlagenteilen vernachlässigbar. Eine Minimierung der Distanzen zwischen den einzelnen Phasen der Generatorableitungen ist deshalb nicht nötig.

Anhang

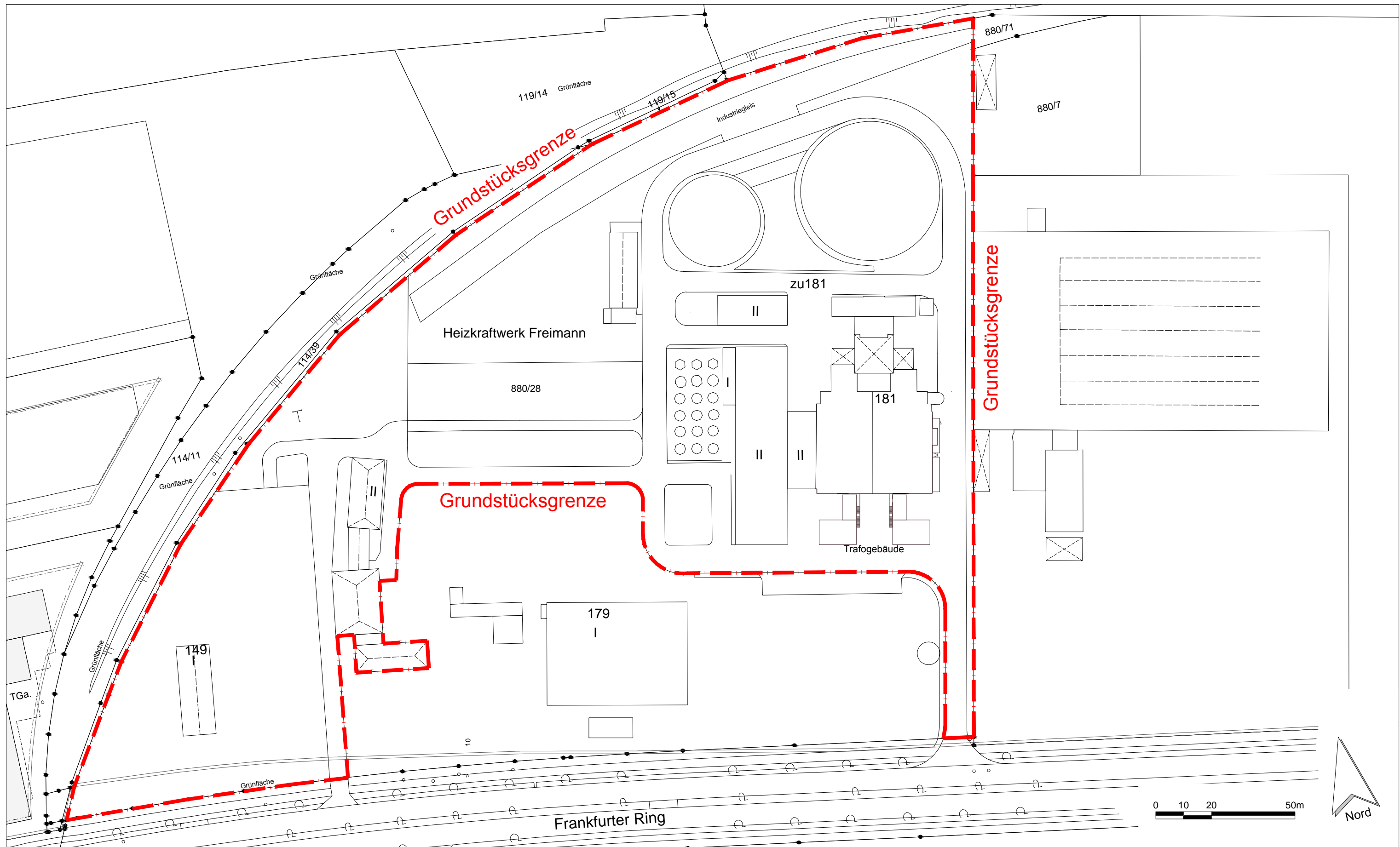
Seite 2: Übersichtsplan


Seite 3: 3D-Darstellung der Geometrie

Seite 4: Isoflächen elektrische Feldstärke – Horizontalschnitt in 2 m Höhe

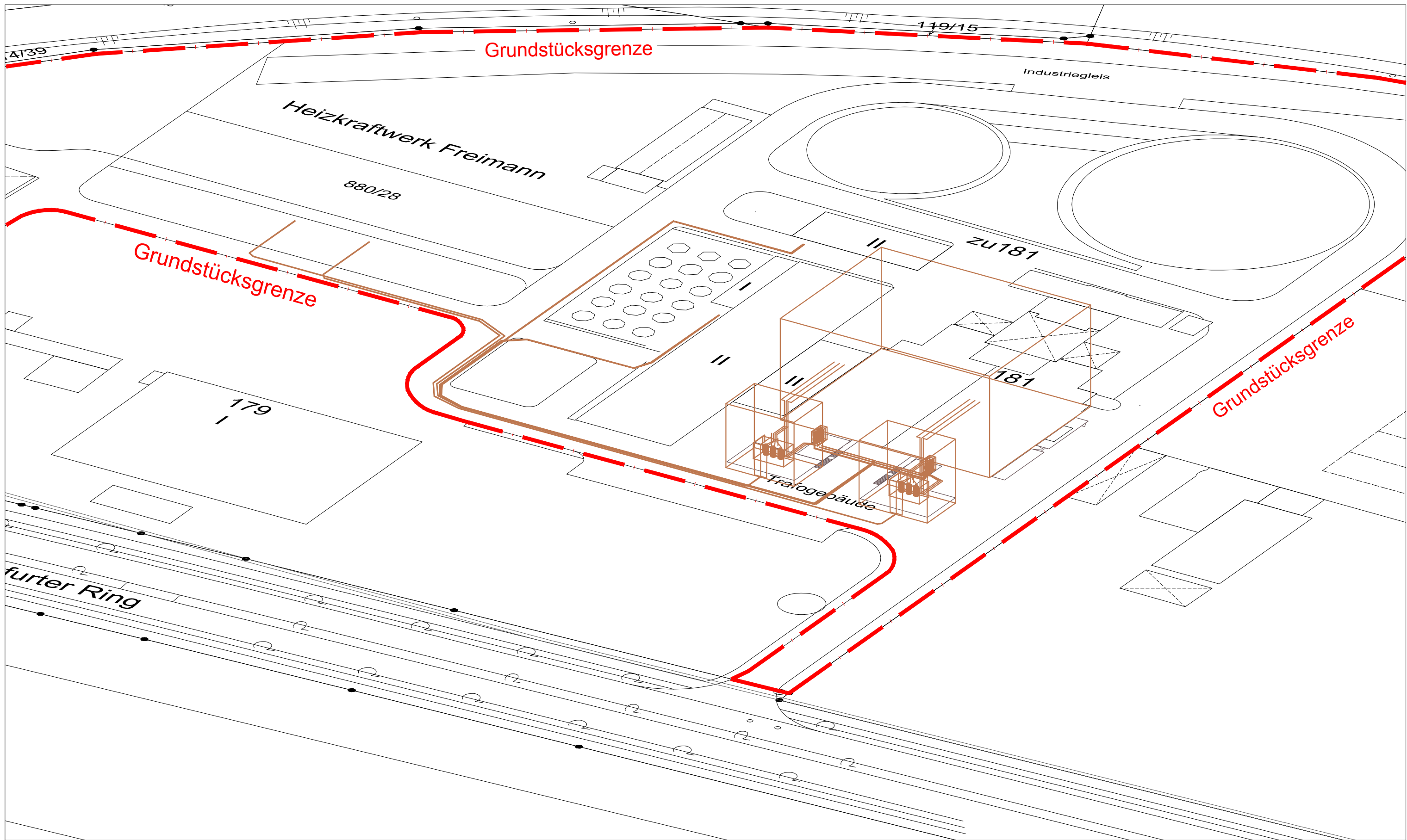
Seite 5: Isoflächen magnetische Flussdichte – Horizontalschnitt in 0 m Höhe



Seite 6: Isoflächen magnetische Flussdichte – Horizontalschnitt in 0 m Höhe



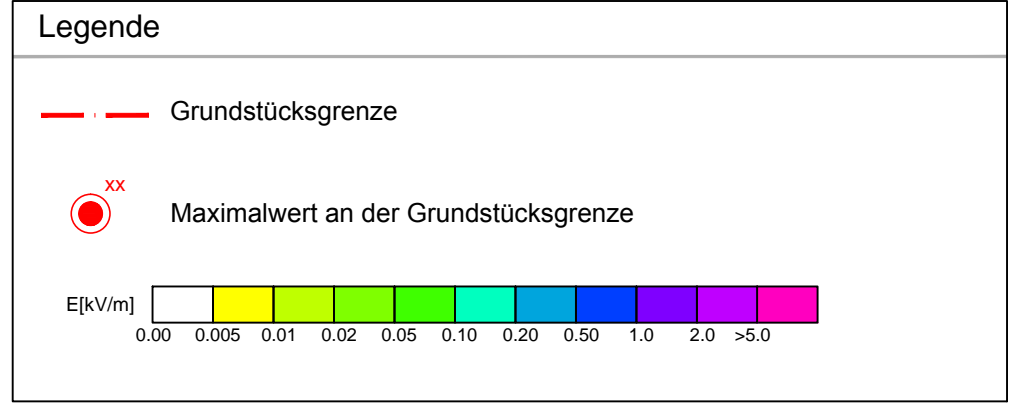
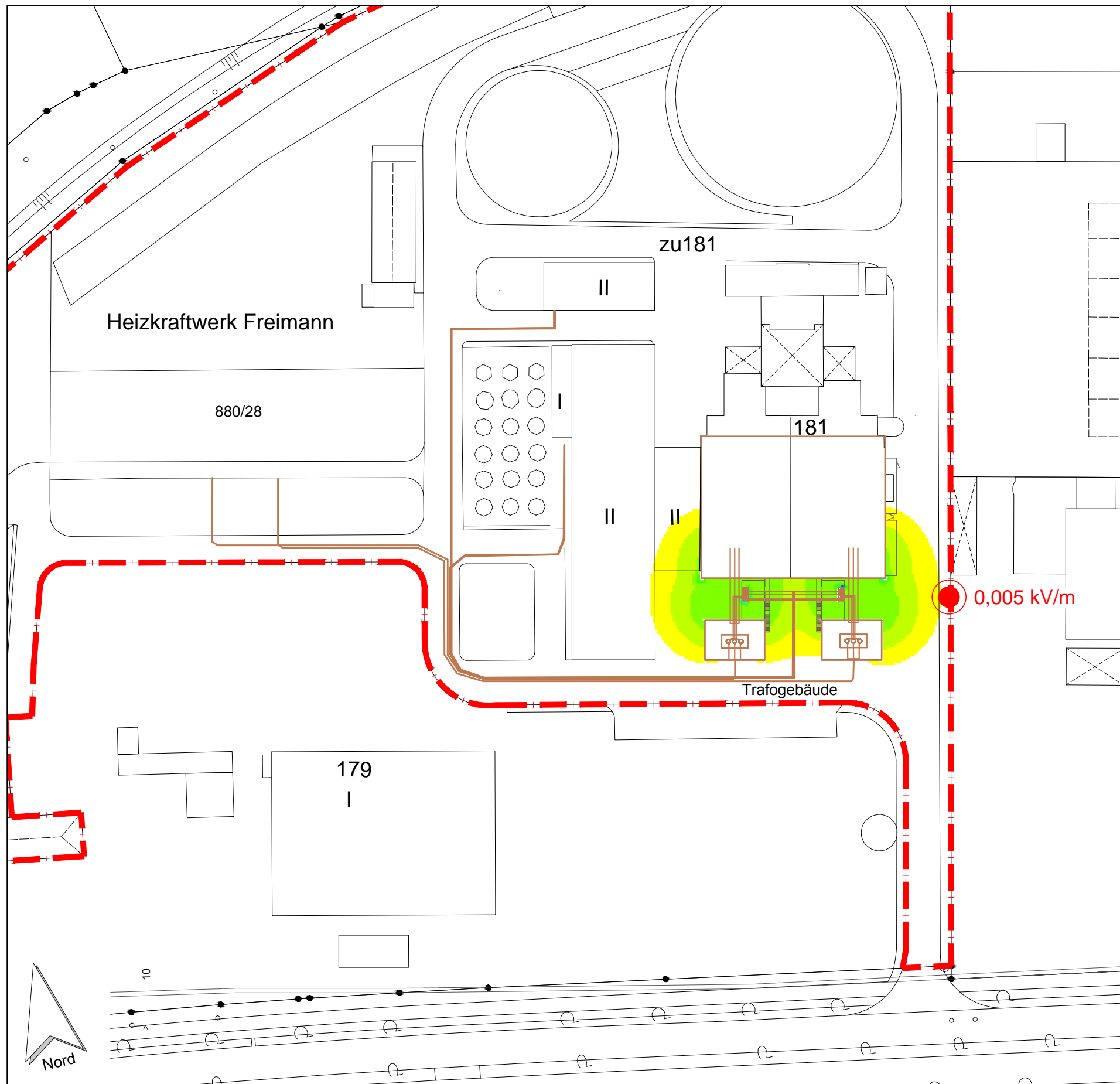
Legende	
	Grundstücksgrenze

Heizkraftwerk Freimann in München				MÜLLER-BBM	
Erneuerung der Gasturbinenanlage des Heizkraftwerks					
Übersichtsplan					
EMVU Fachbereich	M131 231/01 Bericht	edm/sdr Sachbearbeiter/Zeichner	M 1:1250 Maßstab	22.09.2016 Datum	Anhang, Seite 2 Plan



Legende	
	Grundstücksgrenze
	Geometrie

Heizkraftwerk Freimann in München				MÜLLER-BBM	
Erneuerung der Gasturbinenanlage des Heizkraftwerks 3D-Darstellung der Geometrie					
EMVU Fachbereich	M131 231/01 Bericht	edm/sdr Sachbearbeiter/Zeichner	-- Maßstab	22.09.2016 Datum	Anhang, Seite 3 Plan

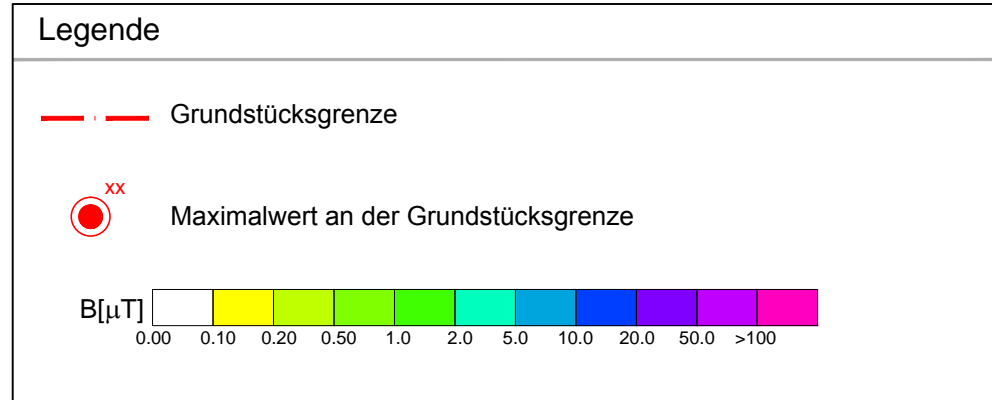
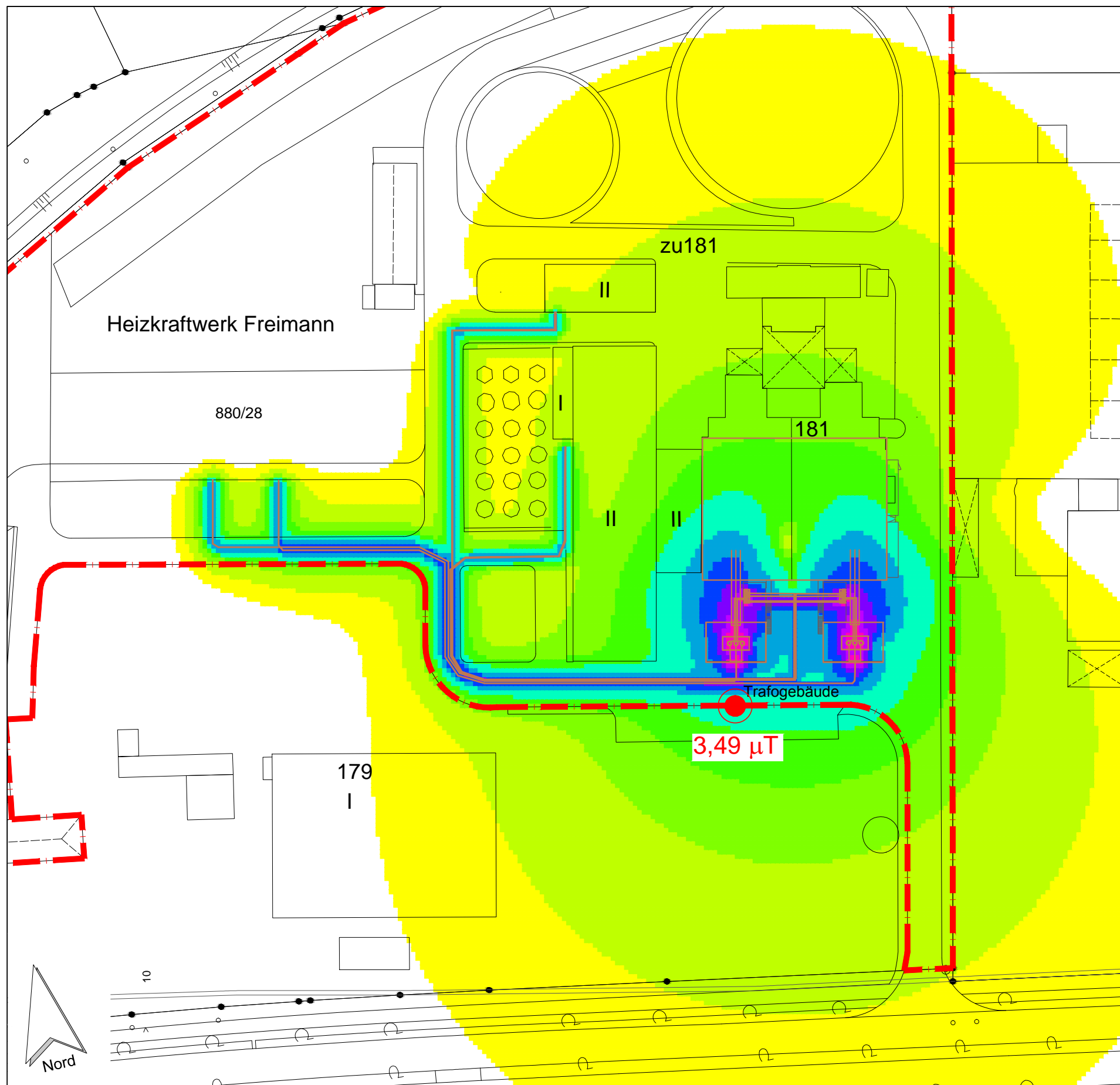


Heizkraftwerk Freimann in München

MÜLLER-BBM

Erneuerung der Gasturbinenanlage des Heizkraftwerks
 Isoflächen elektrische Feldstärke - Horizontalschnitt in 2m Höhe

EMVU Fachbereich	M131 231/01 Bericht	edm/sdr Sachbearbeiter/Zeichner	-- Maßstab	22.09.2016 Datum	Anhang, Seite 4 Plan
---------------------	------------------------	------------------------------------	---------------	---------------------	-------------------------



Heizkraftwerk Freimann in München

MÜLLER-BBM

Erneuerung der Gasturbinenanlage des Heizkraftwerks
 Isoflächen magnetische Flussdichte - Horizontalschnitt in 0m Höhe

EMVU Fachbereich	M131 231/01 Bericht	edm/sdr Sachbearbeiter/Zeichner	-- Maßstab	22.09.2016 Datum	Anhang, Seite 5 Plan
---------------------	------------------------	------------------------------------	---------------	---------------------	-------------------------

