

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

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

www.MuellerBBM.de

10. Februar 2021
M159811/01 Version 2 DNH/WDN

Bebauungsplanverfahren HafenCity 18 in Hamburg, Nullemissionsgebäude, Landstromanlage (CC1)

**Berechnung und Beurteilung der
elektromagnetischen Felder der
Energieversorgungsanlagen im
Gebäudekeller**

Bericht Nr. M159811/01

Auftraggeber:

HafenCity Hamburg GmbH
Osakaallee 11
20457 Hamburg

Bearbeitet von:

[REDACTED]
[REDACTED]

Berichtsumfang:

20 Seiten insgesamt, davon
17 Seiten Textteil und
3 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	6
2	Verwendete Unterlagen	7
3	Rechtliche Grundlagen	9
4	Berechnung der elektromagnetischen Felder	10
4.1	Grundlagen	10
4.2	Berechnungsunsicherheit	10
4.3	Modellbildung	11
4.4	Ergebnisse	14
5	Beurteilung gemäß 26. BImSchVVwV	15
5.1	Grundlagen	15
5.2	Vorprüfung	15
5.3	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung	15

Anhang:

Seite 2: Perspektiven Isometrie

Seite 3: Berechnungsergebnis magnetische Flussdichte,
Horizontalschnitt in 0 m Höhe

Zusammenfassung

Die HafenCity Hamburg GmbH plant, ein 6-geschossiges Bürogebäude in der HafenCity – nördlich des Heizkraftwerks – zur Eigennutzung zu errichten. Im östlichen Untergeschoss des Gebäudes sollen energietechnische Anlagen, die sogenannte „Landstromversorgung“, zur Versorgung des im Bau befindlichen Kreuzfahrtterminals im Überseequartier errichtet werden. Bei den Anlagen handelt es sich im Wesentlichen um Mittelspannungsschaltanlagen, Transformatoren, Umrichter und Kabelverbindungen (Mittelspannungsebenen: 11 kV, 10 kV und 6,6 kV; Frequenzen: 50 Hz und 60 Hz).

Um eine Gefährdung der im Gebäude arbeitenden Personen, insbesondere in den darüberliegenden Räumen, auszuschließen, sollten die von den energietechnischen Anlagen ausgehenden elektromagnetischen Felder berechnet und beurteilt werden. Die Beurteilung erfolgte nach den zulässigen Werten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV). Weiterhin solle geprüft werden, ob zusätzlich die Vorgaben der Verwaltungsvorschrift 26. BImSchVVwV eingehalten sind.

Eine Berechnung und Beurteilung der elektrischen Felder war nicht erforderlich, da diese durch die Wände, das Fundament und die Kellerdecke vollständig abgeschirmt werden.

Ergebnis

Der gemäß 26. BImSchV für Niederfrequenzanlagen mit 50 Hz zulässige Wert für die magnetische Flussdichte beträgt $100 \mu\text{T}$. Dieser Wert wird weder im Erdgeschoss noch an den Außenwänden erreicht oder überschritten.

Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte im Gebäude beträgt $5,35 \mu\text{T}$ (im Erdgeschoss, oberhalb des Frequenzumrichters).

Einwirkung von Hochfrequenzsendeanlagen:

Innerhalb eines Abstands von 300 m um die betrachtete KWK-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 (LAI-Hinweise), zu berücksichtigen wäre.

Anmerkungen:

Die elektrotechnischen Anlagen des benachbarten Heizkraftwerks sind gemäß den LAI-Hinweise aufgrund des Abstands des HKW von > 5 m nicht als Vorbelastung zu berücksichtigen.

Die Vorprüfung gemäß 26. BImSchVwV ergab, dass sich zwei maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Anlage befinden. Das Minimierungspotential ist noch nicht voll ausgeschöpft. Für die Anlage ist demnach eine Minimierung erforderlich.

Der Maximalwert im Gebäude wurde oberhalb des Frequenzumrichters ermittelt. Nachdem zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung keine detaillierten Unterlagen zum Frequenzumrichter und den Filtern vorlagen, wurden ersatzweise Mittelspannungsschaltanlagen mit dem entsprechenden Nennstrom verwendet. Es wird empfohlen, bei Vorliegen der technischen Daten der genannten Anlagen eine Überprüfung der Ergebnisse durchzuführen.

Für den Inhalt des vorliegenden Berichtes zeichnen verantwortlich:



– Projektverantwortlicher –



– 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.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die HafenCity Hamburg GmbH plant ein 6-geschossiges Bürogebäude in der HafenCity – nördlich des Heizkraftwerks – zur Eigennutzung zu errichten. Im östlichen Untergeschoss des Gebäudes sollen energietechnische Anlagen, die sogenannte „Landstromversorgung“, zur Versorgung des im Bau befindlichen Kreuzfahrtterminals im Überseequartier errichtet werden. Bei den Anlagen handelt es sich im Wesentlichen um Mittelspannungsschaltanlagen, Transformatoren, Umrichter und Kabelverbindungen (Mittelspannungsebenen: 11 kV, 10 kV und 6,6 kV; Frequenzen: 50 Hz und 60 Hz).

Um eine Gefährdung der im Gebäude arbeitenden Personen, insbesondere in den darüberliegenden Räumen, auszuschließen, sollen die von den energietechnischen Anlagen ausgehenden elektromagnetischen Felder berechnet und beurteilt werden. Die Beurteilung soll nach den zulässigen Werten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) erfolgen. Weiterhin soll geprüft werden, ob zusätzlich die Vorgaben der Verwaltungsvorschrift 26. BImSchVVwV eingehalten sind.

2 Verwendete Unterlagen

- [1] 26. BlmSchV: 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über elektromagnetische Felder vom 21. August 2013.
- [2] Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder, Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz LAI, September 2014.
- [3] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BlmSchV (26. BlmSchVVwV), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 26. Februar 2016.
- [4] Elektromagnetische Felder – Hochfrequenzanlagen, Info-Blatt zur Umsetzung der Anforderung nach § 3 Nr. 3, 26. BlmSchV Niederfrequenzanlagen, Bundesnetzagentur, Referat 414, 55122 Mainz, April 2014.
- [5] DIN EN 50413; VDE 0848-1: Grundnorm zu Mess- und Berechnungsverfahren der Exposition von Personen in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz), Oktober 2020.
- [6] Hersteller-Zertifikat (Genauigkeit der Feld-, Leistungsflussdichte- und Schallpegelberechnung), WinField/EFC-400 – Electrical and Magnetic Field Calculation Version >= V2021, 01.01.2021.
- [7] Planungsunterlage: Grundriss
Projekt: Landstromanlage Kreuzfahrtterminal HafenCity – CC1 Baufeld nördliches Heizkraftwerk
Titel: Grundriss KG Var. 3.6 Anordnungs-Schema Elt.Komponenten
Basis: Plan 200515_HCH_BF_NHeiz_1UG_dwg
Maßstab 1:100, Stand: 10.08.2020.
- [8] Planungsunterlage: Schnittdarstellung
Projekt: Landstromanlage Kreuzfahrtterminal HafenCity – CC1 Baufeld nördliches Heizkraftwerk
Titel: Schnitt Schematisch Var. 3.5
Maßstab 1:100, Stand: 02.07.2020.
- [9] Planungsunterlage: Einliniendiagramm
Projekt: LiH CC1 – Landstromanlage Cruise Center HafenCity
Titel: Installation Elektrotechnik 1-polige Darstellung Mittelspannungsanlage Landstromversorgung
Zeich.-Nr.: LiHCC1TIPE441P100
Blatt: 1 v. 1, Stand: 07.08.2020, Hamburg Port Authority AöR.
- [10] Planungsunterlage: Entwurfsplanung
Titel: Planungsdaten Transformatoren,
Dateiname: LiHCC1TIPE441Trafos_Planungsdaten
Stand: 07.08.2020, ARGE Landstrom Kreuzfahrtterminals.

- [11] Planungsunterlage: Planungskonzept
Projekt: Hamburg Port Authority Landstromanlage Überseequartier HafenCity CC1
Titel: Erläuterungsbericht zur Entwurfsplanung Technische Gebäudeausrüstung Elektrotechnik
Stand: 07.08.2020, ARGE Landstrom Kreuzfahrtterminals.
- [12] Planungsunterlage: Entwurfsplanung
Titel: Planungsdaten Frequenzumrichter,
Dateiname: LiHCC1TIPE441Frequenzumrichter_Planungsdaten
Stand: 07.08.2020, ARGE Landstrom Kreuzfahrtterminals.

\\S-muc-fs01\allefirmen\MIProj\159M159811\M159811_01_BER_2D.DOCX:10. 02. 2021

3 Rechtliche Grundlagen

Die 26. BImSchV enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Gemäß dieser Verordnung sind die Immissionen 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 oder Kraftwerken beispielsweise durch die Nennleistung der Transformatoren, bei Freileitungen durch den thermisch maximal zulässigen Dauerstrom. Die Maximalströme sind im Abschnitt Berechnungsgrundlagen detailliert angegeben.

Die energietechnischen Anlagen der Landstromversorgung werden je nach Bedarf mit 50 Hz und/oder 60 Hz betrieben. Die zulässigen Werte für die magnetische Flussdichte und die elektrische Feldstärke betragen wie folgt:

- 100 μT bzw. 5 kV/m für 50-Hz-Felder
- 100 μT^1 bzw. 4,2 kV/m für 60-Hz-Felder

Die Anlagen befinden sich allesamt innerhalb des Gebäudekellers, hierdurch wird das elektrische Feld vollständig abgeschirmt und eine Berechnung/Beurteilung somit nicht erforderlich. Da die zulässigen Werte der magnetischen Flussdichte für 50-Hz- und 60-Hz-Felder identisch sind, werden alle Anlagen mit 50-Hz-Strömen modelliert.

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 (äquivalente isotrope Strahlungsleistung) und Frequenzen zwischen 9 kHz und 10 MHz zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich gegebenenfalls um Rundfunksender im Kurz-, Mittel- und Langwellenbereich. Gemäß [4] sind Anlagen zu betrachten, die sich näher als 300 m an der Niederfrequenzanlage befinden.

¹ Im Sinne der Verordnung dürfen Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz die Hälfte des in Anhang 1a genannten Grenzwertes der magnetischen Flussdichte nicht überschreiten. Dies wird hier sinngemäß auch für Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 60 Hz verwendet und stellt somit eine Worst-Case-Abschätzung bzgl. des einzuhaltenden Grenzwertes dar.

4 Berechnung der elektromagnetischen Felder

4.1 Grundlagen

Die Berechnung erfolgt mit dem Programm WinField EP, Version 2021 auf Grundlage der DIN EN 50413 [5]. Modelliert werden die Anlagenteile, die wesentlich zur Immission magnetischer Felder beitragen. Es sind dies alle Anlagenteile, die große Ströme führen.

Zur Berechnung der Immission werden dabei stets 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.

4.2 Berechnungsunsicherheit

Die Unsicherheit der Feldberechnung beträgt gemäß [5] 1,4 % und wird im Weiteren bei der Angabe der für die Beurteilung relevanten Werte berücksichtigt.

Unsicherheiten bei der Modellierung bleiben im Weiteren unberücksichtigt.

4.3 Modellbildung

Für die elektrotechnischen Anlagen der Landstromversorgung wurden die nachfolgend beschriebenen Anlagenteile gemäß Planungsunterlagen [5] – [12] modelliert. Der aufgeständerte Fußboden des Kellergeschosses befindet sich in der Modellierung auf -6,45 m und der Fußboden des Erdgeschosses auf 0,0 m. Die Höhenangaben der Transformatorkerzen und Sammelschienen geben den Abstand zum aufgeständerten Fußboden des Kellergeschosses an, alle anderen Höhenangaben beziehen sich auf den Fußboden des Erdgeschosses.

1. Ein 16-MVA-Transformator (Ausgangstrafo West)
 Modellspannung 10 kV, Modellstrom **924 A**
 Modellspannung 11 kV, Modellstrom **840 A**
 Höhe der Transformatorkerzen: 2,0 m
2. Ein 8-MVA-Transformator (Ausgangstrafo Ost)
 Modellspannung 10 kV, Modellstrom **462 A**
 Modellspannung 11 kV, Modellstrom **420 A**
 Höhe der Transformatorkerzen: 2,0 m
3. Drei 6-MVA-Transformatoren (Eingangstrafo)
 Modellspannung 10 kV, Modellstrom **346 A**
 Modellspannung 2,19 kV, Modellstrom **1582 A**
 Höhe der Transformatorkerzen: 2,0 m
4. Ein 0,63-MVA-Transformator (EB-Trafo)
 Modellspannung 10 kV, Modellstrom **36 A**
 Modellspannung 0,4 kV, Modellstrom **909 A**
 Höhe der Transformatorkerzen: 1,5 m
5. Eine luftisolierte MS-Schaltanlage (Eingang)
 Höhe der Sammelschiene: 1,56 m, Ein- bzw. Abgänge von unten
 Modellspannung: 10 kV
 Modellstrom Eingänge: 3 x **308 A**
 Modellstrom Abgänge: 3 x **346 A**, 1 x **36 A**
 Modellstrom Sammelschiene: **924 A**
 Anbindung über Kabel im Doppelboden
6. Eine luftisolierte MS-Schaltanlage (MS-Verteilerschaltanlage),
 Höhe der Sammelschiene: 1,56 m, Ein- bzw. Abgänge von unten
 Modellspannung: 11 kV
 Modellstrom Eingang: 1 x **924 A**
 Modellstrom Abgänge: 1 x **924 A**, 1 x **462 A**
 Modellstrom Sammelschiene: **924 A**, **462 A**
 Anbindung über Kabel im Doppelboden

7. Eine luftisolierte MS-Schaltanlage (Spannungsauswahl Liegeplatz Ost),
Höhe der Sammelschiene: 1,56 m, Ein- bzw. Abgang von unten
Modellspannung: 11 kV
Modellstrom Eingang: **420 A**
Modellstrom Abgang: **420 A**
Modellstrom Sammelschiene: **420 A**
Anbindung über Kabel im Doppelboden
8. Eine luftisolierte MS-Schaltanlage (Spannungsauswahl Liegeplatz West)
Höhe der Sammelschiene: 1,56 m, Ein- bzw. Abgang von unten
Modellspannung: 11 kV
Modellstrom Eingänge: **840 A**
Modellstrom Abgänge: **840 A**
Modellstrom Sammelschiene: **840 A**
Anbindung über Kabel im Doppelboden
9. Eine Niederspannungshauptverteilung
1 Sammelschiene, Höhe der obersten Phase 1,83 m
Modellspannung: 0,4 kV
Modellstrom Eingang: **909 A**
Modellstrom Abgang: **909 A**
Modellstrom Sammelschiene: **909 A**
Anbindung über Kabel im Doppelboden
10. Ein Frequenzumrichter (inkl. Ein- und Ausgangsfilter),
Höhe der Sammelschiene: 1,56 m, Ein- bzw. Abgänge von unten
Modellspannung: 2,19 kV bzw. 10 kV
Modellstrom Eingang: 3 x **1582 A**
Modellstrom Abgang: 3 x **308 A**
Anbindung über Kabel im Doppelboden
11. Drei Kabel zur Anbindung der MS-Schaltanlage (Eingang) ans Ortsnetz,
verlegt im Doppelboden
Modellstrom: 3 x **308 A**
Kabeltyp: NA2XSEY 3 x 185/25
Verlegetiefe außerhalb des Gebäudes: -1,5 m
12. Drei Kabel zwischen der MS-Schaltanlage (Eingang) und den 3 Eingangstrafos,
verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: NA2XSEY 3x185/25
Modellstrom: 3 x **346 A**
13. Sechs Kabel zwischen den 3 Eingangstransformatoren und dem
Frequenzumrichter (je 2 Kabel pro Transformator), verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: N2XSY 3x 185/25
Modellstrom: 6 x **791 A**
14. Zwei Kabel zwischen dem Frequenzumrichter und der MS-
Verteilerschaltanlage, verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: N2XSY 3 x 185/25
Modellstrom: 2 x **462 A**

15. Zwei Kabel zwischen der MS-Verteilerschaltanlage und dem Ausgangstransformator West, verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: N2XSY 3 x 185/25
Modellstrom: 2 x **462 A**
16. Zwei Kabel zwischen der MS-Verteilerschaltanlage und dem Ausgangstransformator Ost, verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: N2XSY 3 x 185/25
Modellstrom: 2 x **230 A**
17. Zwei Kabel zwischen dem Ausgangstransformator West und der MS-Schaltanlage (Spannungsauswahl Liegeplatz West), verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: N2XSY 3 x 185/25
Modellstrom: 2 x **420 A**
18. Zwei Kabel zwischen dem Ausgangstransformator Ost und der MS-Schaltanlage (Spannungsauswahl Liegeplatz Ost), verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: N2XSY 3 x 185/25
Modellstrom: 2 x **210 A**
19. Zwei Kabel von der MS-Schaltanlage (Spannungsauswahl Liegeplatz West) das Gebäude in Richtung Terminal verlassend, verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: N2XSY 3 x 240/25
Modellstrom: 2 x **420 A**
Verlegetiefe außerhalb des Gebäudes: -1,5 m
20. Zwei Kabel von der MS-Schaltanlage (Spannungsauswahl Liegeplatz Ost) das Gebäude in Richtung Terminal verlassend, verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: N2XSY 3 x 185/25
Modellstrom: 2 x **210 A**
Verlegetiefe außerhalb des Gebäudes: -1,5 m
21. Zwei Kabel zwischen EB-Trafo und NSHV, verlegt im Doppelboden
Kabeltyp: NYCWY 3 x 240/120
Modellstrom: 2 x **455 A**

Anmerkung:

Für den Frequenzumrichter (inkl. Ein- und Ausgangsfilter) lagen zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung, mit Ausnahme der Planungsangaben zum Nennstrom und zur Nennspannung, keine Informationen zum internen Aufbau vor. Es wurden ersatzweise MS-Schaltanlagen mit dem entsprechenden Nennstrom verwendet.

Für die Trafos, die Mittelspannungsschaltanlage und die Niederspannungshauptverteilung wurden entsprechend den Planungsvorgaben vergleichbare Anlagen verwendet.

Die in bzw. aus dem Gebäude führenden Mittelspannungskabel wurden im Sinne einer Vorbelastung zur Ermittlung des Maximalwertes an der Gebäudeaußenwand berücksichtigt. Die von der MS-Kabeltrasse ausgehenden Magnetfelder sind nicht Bestandteil dieses Gutachtens. In den LAI-Hinweisen wird als Einwirkungsbereich für Erdkabel ein radialer Abstand von 1 m angegeben.

„Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt den Bereich, in dem die Anlage einen signifikanten von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen.“

Erfahrungsgemäß kommt es im Bereich von Mittelspannungserdkabeln, wenn diese mindestens 1,0 m tief verlegt und die Phasen im Dreieck angeordnet sind, nicht zu Grenzwertüberschreitungen.

Die Geometrie der Modellierung ist im Anhang dargestellt.

Die Berechnung der magnetischen Flussdichte wurde in 0 m (Höhe des EG) durchgeführt.

Die Berechnungsauflösung für die grafische Darstellung beträgt 0,2 m x 0,2 m. Die Maximalwerte wurden mit einer Berechnungsauflösung von 0,1 m x 0,1 m ermittelt.

4.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen für die magnetische Flussdichte sind grafisch im Anhang dargestellt (exkl. Berechnungsunsicherheit). Der Ort des Maximalwertes ist ebenfalls in den grafischen Darstellungen im Anhang eingezeichnet.

In der folgenden Tabelle ist der Maximalwert der magnetischen Flussdichte auf Höhe des Fußbodens im Erdgeschoss dargestellt.

Tabelle 1. Maximalwerte der magnetischen Flussdichte B_{\max} im Erdgeschoss.

Ort	Höhe	B_{\max}
Erdgeschoss (im Gebäude)	0 m	5,34 μT

Anmerkung: Der Maximalwert wurde oberhalb des Frequenzumrichters ermittelt. Nachdem zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung keine detaillierten Unterlagen zum Frequenzumrichter und den Filtern vorlagen, wurden ersatzweise MS-Schaltanlagen mit dem entsprechenden Nennstrom verwendet. Es wird empfohlen, bei Vorliegen der technischen Daten der genannten Anlagen eine Überprüfung der Ergebnisse durchzuführen.

5 Beurteilung gemäß 26. BImSchVVwV

5.1 Grundlagen

Neben der Einhaltung der Grenzwerte nach § 3 der 26. BImSchV sollen entsprechend § 4 der 26. BImSchV im Sinne der Vorsorge Möglichkeiten zur Minimierung der elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder ausgeschöpft werden.

Die allgemeine Verwaltungsvorschrift [3] konkretisiert die Anforderungen zur Vorsorge gemäß § 4 Absatz 2 der 26. BImSchV [1] sowie die Vorgehensweise bei der Prüfung. Sie beschreibt die Anforderungen an Niederfrequenz- und Gleichstromanlagen bei der Errichtung und wesentlichen Änderung, die geeignet sind, 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.

Die energietechnischen Anlagen der Landromversorgung im Kellergeschoss werden im Sinne der 26. BImSchVVwV als eine Ortsnetzumspannstation (Umspannung von Mittel- auf Niederspannung) betrachtet. Die Spannungsebenen der wesentlichen felderzeugenden Anlagenteile betragen 11 kV, 10 kV, 6,6 kV, 2,19 kV und 0,4 kV.

Der Einwirkungsbereich der Anlagen beträgt demnach 10 m, wobei als Ausgangspunkt des Einwirkungsbereiches in horizontaler Richtung die Kellerwände und in vertikaler Richtung die Kellerdecke betrachtet werden.

5.2 Vorprüfung

Im Einwirkungsbereich der Anlagen befinden sich zwei maßgebliche Minimierungsorte (MIO). Dabei handelt es sich zum einen um die direkt über den energietechnischen Anlagen gelegenen Geschosse innerhalb des gleichen Gebäudes (MIO 1) und zum anderen um das südlich angrenzende Heizkraftwerk (MIO 2).

Für die Anlage ist demnach eine Minimierung erforderlich.

5.3 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen und Maßnahmenbewertung

Der Bewertungsabstand gemäß [3] beträgt 1 m.

Beide maßgeblichen Minimierungsorte befinden sich innerhalb des Bewertungsabstandes, für beide ist somit eine individuelle Minimierungsprüfung notwendig.

Es sind drei Möglichkeiten der Minimierung zu prüfen: Abstandsoptimierung, Minimierung der Distanzen zwischen Betriebsmitteln mit unterschiedlicher Phasenbelegung und die Optimierung von Einspeisung und Abgängen der Niederspannungsverteilung.

5.3.1 Abstandoptimierung

Um die Immission der magnetischen Felder zu reduzieren, sollten feldverursachende Anlagenteile innerhalb des Betriebsgebäudes mit größtmöglicher Distanz zu maßgeblichen Minimierungsorten errichtet werden.

Voraussetzungen:

Die Maßnahme kann bei Neubau und wesentlicher Änderung realisiert werden.

Wirksamkeit:

In der Regel sind Maßnahmen, die die Distanz von Anlagenteilen der Niederspannungsseite zu maßgeblichen Minimierungsorten erhöhen, aufgrund der höheren Ströme und damit einhergehenden höheren Magnetfeldemission, effektiver.

Bereits geplante Maßnahmen:

Nach aktueller Planung werden alle Kabel im Doppelboden geführt, wodurch der Abstand zum Erdgeschoss maximiert wird. Das Minimierungspotential ist somit diesbezüglich bereits voll ausgeschöpft.

Zusätzliche Maßnahmen:

Um die Immission über den Anlagen (MIO 1) zu reduzieren, sollten die wesentlichen feldverursachenden Anlagenbestandteile so weit unten wie technisch möglich platziert werden. Dies gilt insbesondere für die Sammelschienen der Schaltanlagen, die Transformatorkerzen und die Schaltanlagenanschlüsse. (In der Modellierung wurden diese, im Sinne einer Worst-Case-Abschätzung, im oberen Bereich der Schaltanlagen platziert).

Eine Möglichkeit, die Immission im HKW (MIO 2) zu reduzieren, wäre die Verschiebung der Transformatoren in Richtung Norden – sofern dies aus Platzgründen und aus technischer Sicht möglich ist. Hier müsste aber geprüft werden, dass sich die Immission über den Anlagen (MIO 1) nicht durch die dann ggf. kompaktere Aufstellung der Anlagen im Zentrum erhöht. Dies würde dem Minimierungsgebot widersprechen und damit als Maßnahme obsolet.

5.3.2 Minimierung der Distanzen zwischen Betriebsmitteln mit unterschiedlicher Phasenbelegung

Um die Immission der magnetischen Felder zu reduzieren, sollten Betriebsmittel oder Betriebsmittelelemente, die Spannungen und Ströme mit unterschiedlicher Phase führen, wie Stromschienen und Schaltfelder, möglichst nah zusammen kompakt aufgebaut werden.

Voraussetzungen:

Die Maßnahme kann bei Neubau realisiert werden. Mindestisolierluftstrecken zwischen Betriebsmitteln oder Betriebsmittelelementen mit unterschiedlichen elektrischen Potentialen müssen eingehalten werden.

Wirksamkeit:

Die Wirksamkeit ist im unmittelbaren Umfeld der Anlage hoch.

Bereits angedachte Maßnahmen:

Die Phasen der geplanten Drehstromkabel werden bereits kompakt im Dreieck geführt, wodurch die Feldemission der Kabel reduziert wird. Das Minimierungspotential ist somit diesbezüglich bereits voll ausgeschöpft.

Zusätzliche Maßnahmen:

Um die Immission an beiden maßgeblichen Minimierungsorten (MIO1 und MIO 2) weiter zu minimieren, sollten nach Möglichkeit gasisolierte MS-Schaltanlagen verwendet werden. Bei diesen ist der Abstand zwischen Leitern mit unterschiedlicher Phase systembedingt geringer als bei luftisolierten Ausführungen und somit die EM-Emission geringer.

5.3.3 Optimieren von Einspeisung und Abgängen der Niederspannungsverteilung

An der Niederspannungsverteilung wird der Anschluss der Leitung vom Transformator so platziert, dass die magnetfeldverursachenden Ströme auf der Niederspannungsverteilung minimiert werden. Die Mitte der Niederspannungsverteilung ist ein günstigerer Anschlussort als deren Seiten.

Voraussetzungen:

Die Maßnahme kann bei Neubau realisiert werden.

Wirksamkeit:

In der Regel sind Maßnahmen, die die Distanz von Anlagenteilen der Niederspannungsseite zu maßgeblichen Minimierungsorten erhöhen, aufgrund der höheren Ströme und damit einhergehenden höheren Magnetfeldemission, effektiver.

Hinweise: Wenn sich Verbrauch oder Einspeisung in den angeschlossenen Niederspannungsstromkreisen ändern, kann sich die Anlage in einem nicht optimierten Zustand befinden. Der zusätzliche Aufwand ist niedrig.

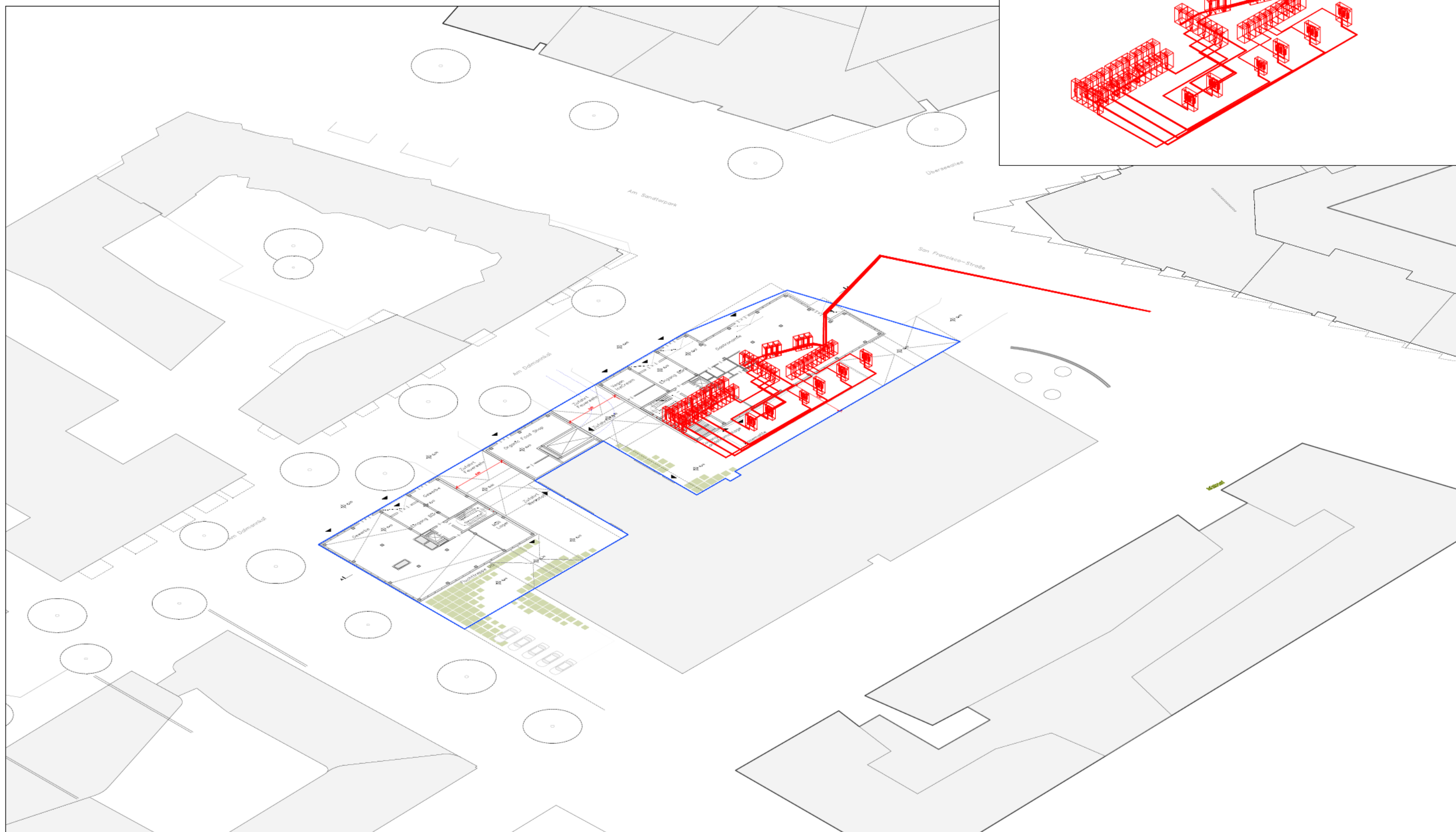
Anhang

Seite 2: Perspektiven Isometrie

Seite 3: Berechnungsergebnis magnetische Flussdichte,
Horizontalschnitt in 0 m Höhe

\\S-muc-fs01\allefirmen\MIProj\159M159811\M159811_01_BER_2D.DOCX:10. 02. 2021

Isometrie



HafenCity Hamburg/Landstromanlage

MÜLLER-BBM

Perspektiven
Isometrie

EMVU
Fachbereich

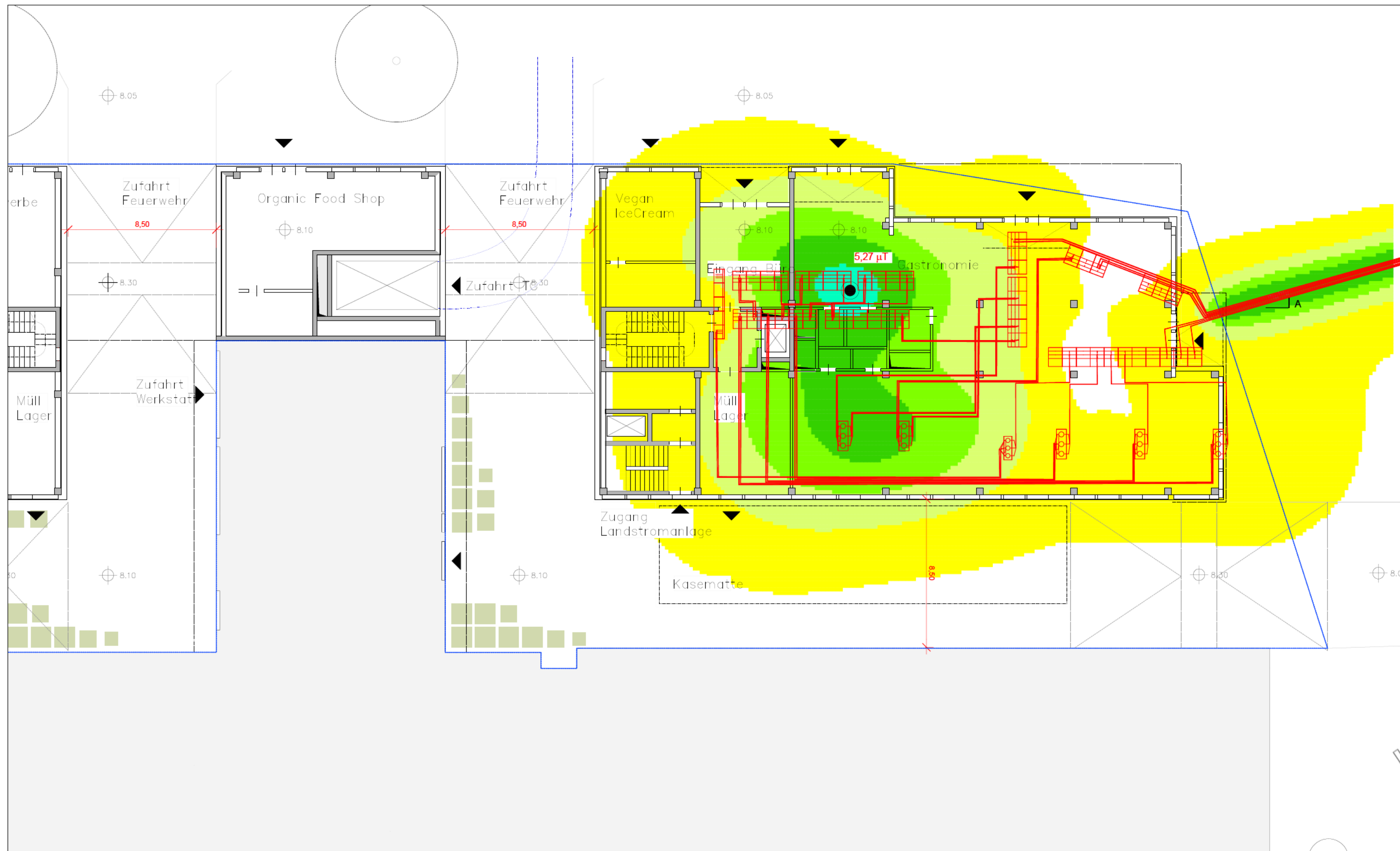
M159 811/1
Bericht

dnh/brw
Sachbearbeiter/Zeichner

-
Maßstab

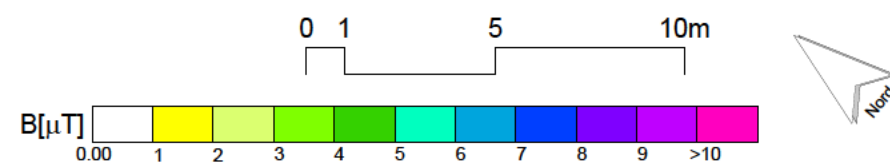
10.2.2021
Datum

Anhang, Seite 2
Plan



Legende

xx
● Maximalwert



HafenCity Hamburg/Landstromanlage

MÜLLER-BBM

Berechnungsergebnis magnetische Flussdichte
Horizontalschnitt in 0 m Höhe

EMVU Fachbereich	M159 811/1 Bericht	dnh/bw Sachbearbeiter/Zeichner	1:200 Maßstab	10.2.2021 Datum	Anhang, Seite 3 Plan
---------------------	-----------------------	-----------------------------------	------------------	--------------------	-------------------------