

CSD INGENIEURE AG

Belpstrasse 48

CH-3007 Bern

+41 31 970 35 35

bern@csd.ch

www.csd.ch

CSDINGENIEURE 

VON GRUND AUF DURCHDACHT



Bay Projektentwicklung WEST AG

Münsingen, Arealentwicklung Bahnhof West

Fachgutachten Nichtionisierende Strahlung (NIS)

Bern, 15.02.2023 / DCH011272

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Vorhaben	1
2	Ziel	2
3	Nichtionisierende Strahlung (NIS)	2
3.1	Grundlagen und Vorgehen	2
3.2	Rechtliche Anforderungen	3
3.3	Rechtliche Situation NIS	4
3.4	NIS-Belastung	4
3.5	Beurteilung	6
4	Impressum	7
5	Disclaimer	7

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Modellausschnitt Gipsmodell Bahnhof West in Münsingen (Massstab 1:500)	1
Abbildung 2	NIS-Übersichtskarte	5

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Immissionsgrenzwert (IGW) und Anlagegrenzwert (AGW)	3
-----------	---	---

Anhangsverzeichnis

Anhang A	UL180 Bahnhof Münsingen: IST-Zustand	1
Anhang B	UL180 Bahnhof Münsingen: Verschiebung Mast Nr. 112	2
Anhang C	NIS-Berechnung SBB Bahnstrom 2025 / 2050.....	3
Anhang D	Übersichtskarte NIS-Situation (Zusammenfassung).....	1

1 Ausgangslage und Vorhaben

Die Gemeinde Münsingen beabsichtigt, das Areal Bahnhof West in Münsingen einer Entwicklung und Umnutzung zuzuführen. Dazu hat sie mit der Bay Projektentwicklung WEST AG eine Vereinbarung für den Planungsprozess des Areals unterzeichnet. Das Planungsgebiet soll nach innen entwickelt und künftig für Wohnen, Dienstleistungen und verträgliches Gewerbe genutzt werden. Die SBB plant zudem einen Ausbau des Bahnhofs Münsingen, um die Grundlage für einen Viertelstundentakt der S1 zu schaffen (nicht Teil des Arealentwicklungsprojekts Bahnhof West). Unter anderem soll ein viertes Gleis erstellt werden.

Es ist vorgesehen, die kommunalen Planungsinstrumente für das Gebiet Bahnhof West auf Basis der Ergebnisse einer Testplanung nach SIA 143 anzupassen. In der Testplanung sollen verschiedene Gestaltungsvarianten erarbeitet sowie Möglichkeiten und Grenzen aufgezeigt werden.

In der aktuellen Planungsphase werden Fachgutachten, u.a. zum Thema nichtionisierende Strahlung (NIS), eingeholt, die der nachfolgenden Testplanung als Grundlage dienen. Aufgrund der Nähe zu den Bahnanlagen sollen für den Fachbereich NIS die aktuelle Belastungssituation erfasst und die Immissionsituation hinsichtlich geplanter Mischnutzungen beurteilt werden. Bei Bedarf sollen stufengerecht mögliche Schutzmassnahmen formuliert werden.

Vorliegendes Fachgutachten behandelt die Modelleinsätze 2-4 gemäss nachfolgender Abbildung 1 als Projektperimeter. Die SBB planen, wie oben bereits angedeutet, eine Erweiterung des Bahnhofs Münsingen, bei welchem ein viertes Gleis erstellt und die Bahnanlage somit um eine Gleisachse nach Westen rücken wird. Abbildung 1 berücksichtigt das Ausbaurvorhaben der SBB (Stand Vorprojekt).

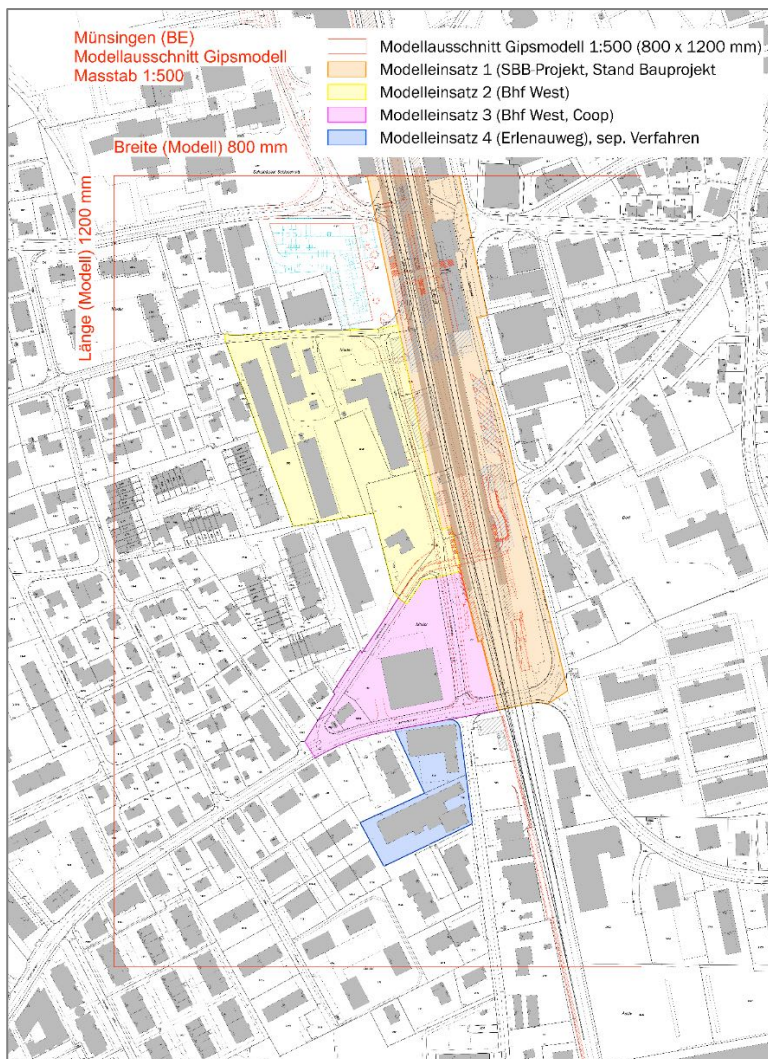


Abbildung 1 Modellausschnitt Gipsmodell Bahnhof West in Münsingen (Massstab 1:500)
(Quelle Hintergrundkarte: Modellausschnitt Gipsmodell, Gemeinde Münsingen; in Ost-West-Ausrichtung)

2 Ziel

Die baurechtliche Grundordnung gemäss Zonenplan 1 Münsingen für das Areal soll in einem separaten Verfahren auf Basis der Ergebnisse eines Studienauftrags nach SIA 143 angepasst werden. Die Gemeinde hat bereits einen groben Rahmen für die Verdichtung und Umnutzung des Areals festgelegt. Auf dieser Grundlage soll nun im nächsten Planungsschritt mit einem qualitätssichernden Verfahren ein Richtprojekt erarbeitet werden. Das Richtprojekt bildet die Basis für den anschliessenden Erlass der Bau- und Nutzungsvorschriften (ZPP und UeO).

Das Fachgutachten NIS soll – gemeinsam mit weiteren Fachgutachten – dem nachfolgenden Studienauftrag als Grundlage dienen. Es erörtert die Einwirkungen von NIS auf das Areal und zeigt allfällige Nutzungsbeschränkungen auf. Zudem werden mögliche Massnahmen zum Schutz vor übermässiger Belastung formuliert.

3 Nichtionisierende Strahlung (NIS)

3.1 Grundlagen und Vorgehen

Die Beurteilung NIS erfolgt basierend auf folgenden gesetzlichen, technischen und projektspezifischen Grundlagen:

- Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), vom 23. Dezember 1999 (Stand am 1. Januar 2022)
- Elektromog in der Umwelt, BAFU, Juni 2005
- Baurechtliche Grundordnung (Zonenplan 1 Münsingen), Einwohnergemeinde Münsingen, vom 28. August 2012
- Modellausschnitt Gipsmodell (Massstab 1:500), Einwohnergemeinde Münsingen¹
- E-Mail von Walter Jaun, Fachbereichsleiter Baupolizei der Gemeinde Münsingen, vom 20.12.2022
- NIS-Berechnung UL180, Münsingen, 13.12.2022 (Übertragungsleitung SBB, Ist-Zustand)
- E-Mail von Hans Heeb, SBB AG, Infrastruktur – Netzentwicklung Region Mitte vom 13.01.2023 mit Beilagen:
 - Situation 1:500, Freileitungsprojekt 132 kV / UL 180 UW Bern/Wylerfeld – UW Thun/Uetendorf, Mast Nr. Bau 112n, Mast Nr. Betrieb: 109 – 111, 113, Stand Vorprojekt, SBB AG, 16.11.2020 (Übertragungsleitung Vorprojekt Verschiebung UL Mast Nr. 112)
 - NIS_Berechnung, Münsingen, Areal Bahnhof West, SBB AG, 21.09.2018 (Fahrstrom Ausbau)

Gemäss Auskunft der zuständigen Fachstelle der SBB liegen Angaben zu den Anlagengrenzwerten (AGW) der SBB-Übertragungsleitung im IST-Zustand vor. Für die Fahrleitungen wurden von der Fachstelle der SBB keine Datengrundlagen für den IST-Zustand geliefert.

Für den Ausbauzustand des Bahnhofs Münsingen und damit verbundene Anpassungen bei den Bahnstromanlagen wurden im Rahmen eines älteren Ausbauprojektes NIS-Berechnungen gemacht, welche mit dem aktuellen Vorprojekt zum Bahnhofausbau jedoch nicht mehr übereinstimmen. Gemäss E-Mail von Hans Heeb, SBB AG, 13.01.2023 können die damals angestellten Berechnungen jedoch als «schlechtesten Fall» betrachtet werden und werden daher für vorliegenden Bericht dennoch als Grundlage für den Prognosezustand hinsichtlich Bahnstrom verwendet.

Im Zusammenhang mit dem Ausbau des Bahnhofs wird gemäss Stand Vorprojekt der Mast 112 der Übertragungsleitung verschoben. Die SBB lieferte dazu einen Situationsplan, jedoch keine Berechnung des dadurch veränderten elektromagnetischen Feldes. Für vorliegenden Bericht wird daher für diesen Bereich eine Abschätzung des Felds basierend auf dem IST-Zustand der Übertragungsleitung gemacht.

¹ Dient vorliegendem Gutachten als Grundlage für die Erstellung einer NIS-Übersichtskarte, in welcher alle von der SBB angegebenen 1µT-Linien (entspricht Grenze der Einhaltung des AGW) abgebildet sind.

3.2 Rechtliche Anforderungen

3.2.1 Grenzwerte

Die NISV sieht für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung zwei unterschiedliche Arten von Grenzwerten vor:

- Die IGW müssen überall eingehalten werden, wo sich Menschen (potenziell) aufhalten können und gelten für die Gesamtheit der an einem Ort auftretenden nieder- bzw. hochfrequenten Strahlung (Art. 13 NISV). Die IGW beruhen auf wissenschaftlichen anerkannten Gesundheitsschäden und sind international harmonisiert. Erfahrungsgemäss sind die IGW bei Eisenbahn-Fahrleitungen und Übertragungsleitungen an allen zugänglichen Orten mit grosser Reserve eingehalten.
- Die strengeren AGW müssen zudem an allen Orten mit empfindlichen Nutzungen (OMEN) – d.h. Orte, wo sich Menschen über längere Zeit aufhalten können – eingehalten werden und gelten für jeweils eine einzelne Anlage separat (Art. 4 NISV). Es handelt sich dabei um Vorsorgewerte.

Die Grenzwerte sind für die einzelnen Anlagentypen im Anhang der NISV definiert. Die im vorliegenden Projekt relevanten Grenzwerte sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Für bestehende Anlagen gilt gemäss Art. 7 NISV eine Sanierungspflicht, falls sie die massgebenden Grenzwerte nicht einhalten. Im Falle von Fahrleitungen der Eisenbahn beinhaltet diese die Installation eines Rückleiters (Erdseil) möglichst nahe beim Fahrdraht, bei Übertragungsleitungen eine Phasenoptimierung. Bei Transformatorenstationen oder Mobilfunkanlagen müssen die Grenzwerte sowohl bei neuen als auch bei alten Anlagen eingehalten werden. Für die Sanierung bzw. Einhaltung der Grenzwerte ist der Anlagenbetreiber verantwortlich.

Quelle	Frequenzart	IGW magnetische Flussdichte $B_{G,f}$ [μ T]	IGW elektrische Feld- stärke $E_{G,f}$ [V/m]	AGW magnetische Flussdichte $B_{G,f}$ [μ T]
Übertragungslei- tungen	Niederfrequenz 16 $\frac{2}{3}$ Hz	300	10'000	1 μ T
Fahrleitungen	Niederfrequenz 16 $\frac{2}{3}$ Hz	300	10'000	1 μ T
Transformatoren- stationen¹⁾	Niederfrequenz 50 Hz	100	5'000	1 μ T
Mobilfunkanlagen >6W²⁾	Hochfrequenz		41 58 61	4 V/m (\leq 900 MHz) 5 V/m (kombinierte Anlagen) 6 V/m (\geq 1'800 MHz)

Tabelle 1 Immissionsgrenzwert (IGW) und Anlagegrenzwert (AGW)
für Eisenbahnlinien, Übertragungsleitungen, Transformatorenstationen und Mobilfunkanlagen

^{1), 2)} Sollten Transformatorenstationen oder Mobilfunkanlagen auf dem geplanten Areal errichtet werden, ist eine entsprechende Bewilligung erforderlich.

3.2.2 Planerische Massnahmen

Gemäss Art. 16 NISV dürfen Bauzonen nur dort ausgeschieden werden, wo die AGW nach Anhang 1 NISV eingehalten sind oder mit planerischen oder baulichen Massnahmen eingehalten werden können. Für Bauzonen, welche vor Inkrafttreten der NISV ausgeschieden wurden, bestehen keine planerischen Vorgaben.

3.3 Rechtliche Situation NIS

Das heutige Areal Bahnhof West (vgl. Abbildung 2) in Münsingen ist gemäss Walter Jaun, Fachbereichsleiter Baupolizei der Gemeinde Münsingen, seit mindestens 1962 der Bauzone zugewiesen. Das Areal grenzt an die Eisenbahnlinie Bern – Thun. Es handelt sich um eine bisher dreispurige, elektrifizierte Strecke. Im Bereich der Gleise befindet sich zudem eine Übertragungsleitung für Bahnstrom. Die Übertragungsleitung für Bahnstrom wie auch die Fahrleitungen emittieren nichtionisierende Strahlung (NIS). Es handelt es sich um sogenannte alte (bestehende) Anlagen.

Das gesamte Areal wurde bereits vor Inkrafttreten der NISV als Bauzone ausgeschieden. Dies bedeutet, dass für die Bebauung des Areals hinsichtlich NIS keine besonderen Vorschriften gelten. Eine Bebauung ist auch bei einer allfälligen Überschreitung des Anlagegrenzwertes zulässig.

In der neuen Überbauung sind sowohl Wohn- als auch Gewerbenutzungen vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, dass auf dem gesamten Areal Orte mit empfindlichen Nutzungen (OMEN) entstehen können. Die wichtigsten OMEN sind:

- Wohnungen
- Ständige Arbeitsplätze, also Arbeitsbereiche, die während mehr als 2½ Tagen pro Woche durch Personen besetzt sind
- Kinderspielplätze

3.4 NIS-Belastung

3.4.1 Übertragungsleitung der Bahn

In Bezug auf die Einhaltung des AGW ergeben sich basierend auf den Grundlagen der SBB folgende Erkenntnisse:

- Die zusammenfassende Übersichtskarte zur NIS-Situation (vgl. Abbildung 2; Anhang D) zeigt die Einhaltung des AGW von 1 μT ab rund 30 m Abstand zur Übertragungsleitung UL180. Je nach Abschnitt variiert dieser Abstand zwischen rund 24 und rund 31 m. Anpassungen der Übertragungsleitung im Zusammenhang mit dem Bahnhofs-Ausbau sind berücksichtigt.
- Im geplanten Areal sind hinsichtlich Übertragungsleitung im Bereich der Industriestrasse NIS-Belastungen über dem Anlagegrenzwert von 1 Mikrottesla (μT) zu erwarten (vgl. Abbildung 2; Anhang D). Die 1- μT -Linie der Übertragungsleitung UL180 reicht auf der Höhe der Mündung des Dorfmatthewgs in die Industriestrasse max. 2 m näher an das geplante Areal als jene der Fahrleitung. Der AGW wird nur auf der zukünftigen Industriestrasse (gemäss Plan «Modellausschnitt Gipsmodell») überschritten, auf den Parzellen, auf welchen im Rahmen der Arealentwicklung Bahnhof West Neubauten entstehen sollen, jedoch nicht. Weiter südlich entlang der Industriestrasse ist nicht die NIS-Emission der Übertragungsleitung, sondern jene der Fahrleitung massgeblich für die Einhaltung des Anlagegrenzwerts im Areal Bahnhof West (siehe Kap. 3.4.2).
- Die Übertragungsleitung UL180 besteht im Bahnhof Münsingen aus den Masten 109, 110 und 111. In diesem Bereich wird die Übertragungsleitung mit dem geplanten Bahnhofsausbau gemäss den zur Verfügung stehenden Unterlagen der SBB nicht verändert. Etwas weiter südlich im Bereich der Strassenkreuzung Industriestrasse–Erlenauweg befindet sich der Masten 112, der im Rahmen des geplanten Umbaus um rund 8 m nach Westen verlegt wird. Dadurch wird sich die NIS-Belastung, im Vergleich zum heutigen Zustand, dort ebenfalls Richtung Westen verschieben. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch im Bereich des verschobenen Mastens der AGW ab ca. 30 m Abstand zur Übertragungsleitung eingehalten sein wird. Im Projektperimeter im Bereich Erlenauweg sind aufgrund des verschobenen Mastens keine Überschreitungen des Anlagegrenzwerts zu erwarten.

Bei der vorliegenden Strecke handelt es sich um eine stark befahrene Strecke. Für die Übertragungsleitung (üblicherweise 132 kV bei Bahnstrom) ist nach der BAFU-Publikation mit der Einhaltung des AGW im Abstand von ca. 20 m bis 35 m zu rechnen. Dies stimmt mit den uns vorliegenden Berechnungen der SBB überein.

3.4.2 Fahrleitung der Bahn

Die Fahrleitung im Bahnhof Münsingen wird im Zusammenhang mit dem Ausbau des Bahnhofs wesentlich geändert, da ein neues Gleis gebaut wird. Dort hat die SBB Berechnungen des elektromagnetischen Felds für die beiden Zustände 2025 und 2050 erstellt, welche mit dem aktuellen Vorprojekt zum Bahnhofausbau jedoch nicht mehr übereinstimmen. Gemäss E-Mail von Hans Heeb, SBB AG, 13.01.2023 können die damals angestellten Berechnungen jedoch als «schlechtesten Fall» betrachtet werden und werden daher für vorliegenden Bericht dennoch als Grundlage für den Prognosezustand hinsichtlich Bahnstrom verwendet.

In Bezug auf die Einhaltung des AGW ergeben sich basierend auf den Grundlagen der SBB folgende Erkenntnisse:

- Die NIS-Übersichtskarte (vgl. Abbildung 2; Anhang D) zeigt die Einhaltung des AGW der Fahrleitung von 1 μ T ungefähr entlang der 1- μ T-Linie der Übertragungsleitung. Die 1- μ T-Linie zur Einhaltung des AGW der Fahrleitung verläuft parallel zu den Bahngleisen, ca. auf dem Ostrand der zukünftigen Industriestrasse (gemäss Plan «Modellausschnitt Gipsmodell»). Dies gilt sowohl für den Prognosezustand 2025 der SBB als auch für 2050, für welche es nur kleinere Abweichungen gibt (ca. 0.5 m).

Gemäss der BAFU-Publikation kann entlang von doppelspurigen Bahnanlagen je nach Belastung der Strecke mit der Einhaltung des AGW in einem Abstand zur Fahrleitung von ca. 10 m bis 25 m gerechnet werden. Die vorliegenden Berechnungen der SBB decken sich mit diesen Erfahrungswerten.

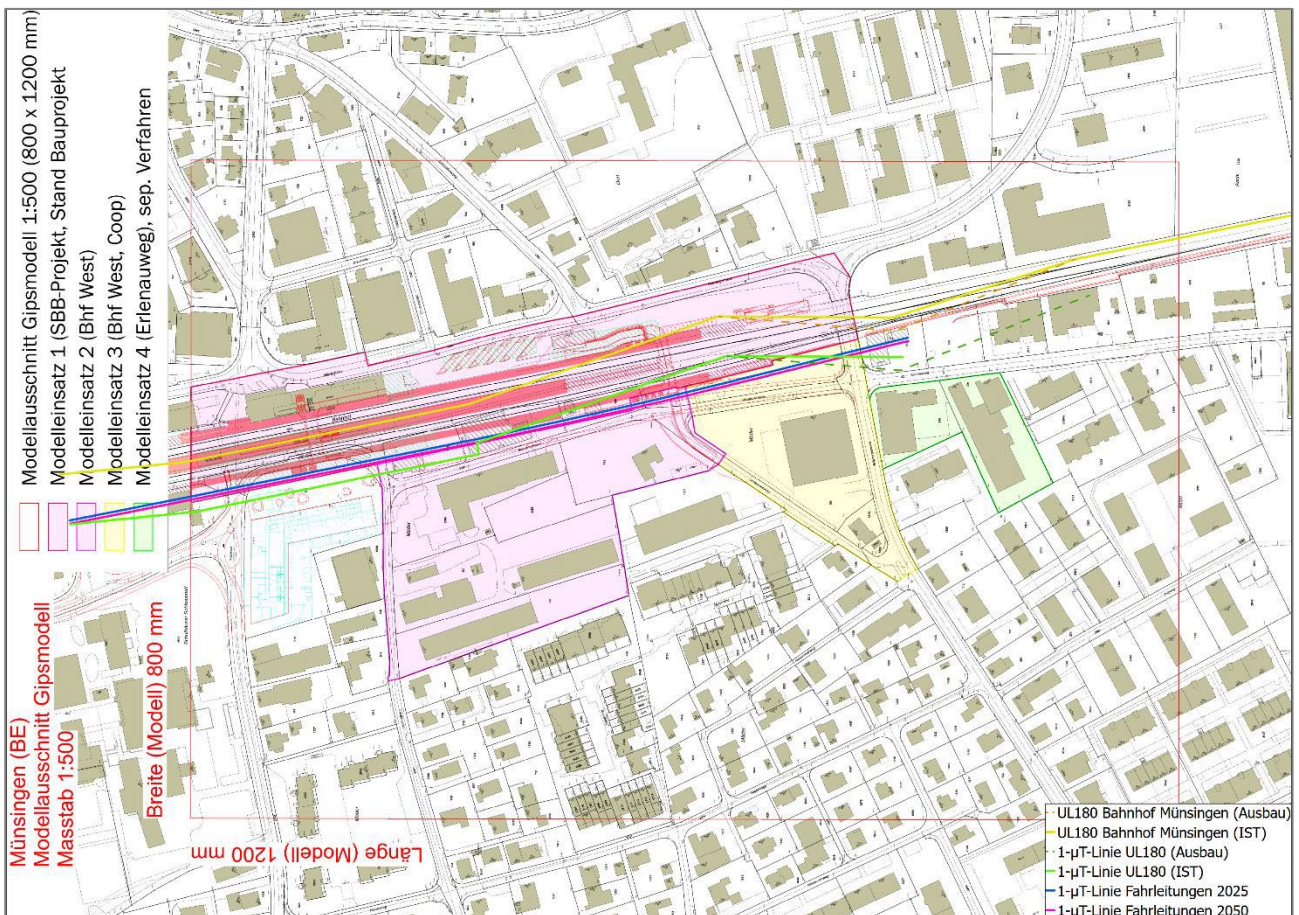


Abbildung 2 NIS-Übersichtskarte mit dem Projektperimeter (Modelleinsatz 2, 3 und 4), der Übertragungsleitung UL180 und deren 1- μ T-Linie und den 1- μ T-Linien der Fahrleitung (Prognosezustand 2025 und 2050)
(Quelle Hintergrundkarte: Modellausschnitt Gipsmodell, Gemeinde Münsingen; in Ost-West-Ausrichtung)

3.4.3 Transformatorenstationen

Bei allfälligen Transformatorenstationen auf dem geplanten Areal muss der Anlagebetreiber nachweisen, dass der AGW bei allen OMEN eingehalten ist. Gemäss Erfahrungswerten sind die AGW bei Transformatorenstationen in vielen Fällen bereits ausserhalb der Gebäude / Räume eingehalten, insbesondere, wenn die Transformatoren entsprechende Abschirmungshüllen aufweisen.

3.4.4 Mobilfunkanlagen

Sollten Mobilfunkanlagen auf dem geplanten Areal errichtet werden, muss der Mobilfunkbetreiber zwingend nachweisen, dass der AGW auch mit der neuen Anlage bzw. Überbauung bei allen OMEN eingehalten ist.

3.5 Beurteilung

3.5.1 Erfüllung der rechtlichen Anforderungen

Die IGW sind auf dem gesamten Areal Bahnhof West eingehalten. Die AGW werden im bahnnahe Bereich des Areals (Bereich der zu verlegenden Industriestrasse und leicht darüber hinaus) überschritten. Da es sich beim Areal aber um eine bestehende Bauzone (Einzonung vor Inkrafttreten der NISV) handelt, sind vonseiten des Projekts keine Massnahmen zur Einhaltung der NIS-Grenzwerte nötig.

Aufgrund der teilweisen Überschreitung des vorsorglichen AGW sowohl der Übertragungsleitung als auch der Fahrleitung im Randbereich des Projektperimeters wird jedoch empfohlen, in den bahnnahe Bereichen der Parzelle nach Möglichkeit auf Vorsorgemassnahmen zu achten (vgl. Kap. 3.5.2). Dabei handelt es sich um reine Empfehlungen und keine Pflicht für den Bauherrn.

Bei allfälligen Transformatorenstationen oder Mobilfunkanlagen muss der Anlagenbetreiber einen Nachweis erbringen, dass der AGW bei allen OMEN auch mit der neuen Überbauung eingehalten ist.

3.5.2 Empfehlungen

Im Sinne der Vorsorge wird für empfohlen, ...

- ... Orte ohne empfindliche Nutzungen (z.B. Lagerräume, Treppenhäuser) zur Bahnlinie hin anzuordnen, damit die Orte mit empfindlichen Nutzungen (z.B. Wohnungen, ständige Arbeitsplätze) geschützt sind.
- ... die Baulinie möglichst weit weg von der Bahn zu legen. Zwischen der Bahnlinie und der Baulinie könnten Grünräume geschaffen oder Erschliessungen (z.B. Wege, Zufahrten) angeordnet werden.

4 Impressum

Bern, 15.02.2023

Projektbeteiligte

Janina Noack (Projektleitung, MSc Geografin)

Marlies Jahn (Fachspezialistin NIS, dipl. Umweltnaturwissenschaftlerin)

Daniel Schilling (Projektmitarbeiter, Fachbereiche NIS und Erschütterungen, MSc Life Sciences FH)

CSD INGENIEURE AG



Nicole Teuscher

Co-Abteilungsleiterin Umwelt Bern

Janina Noack

Projektleiterin

5 Disclaimer

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

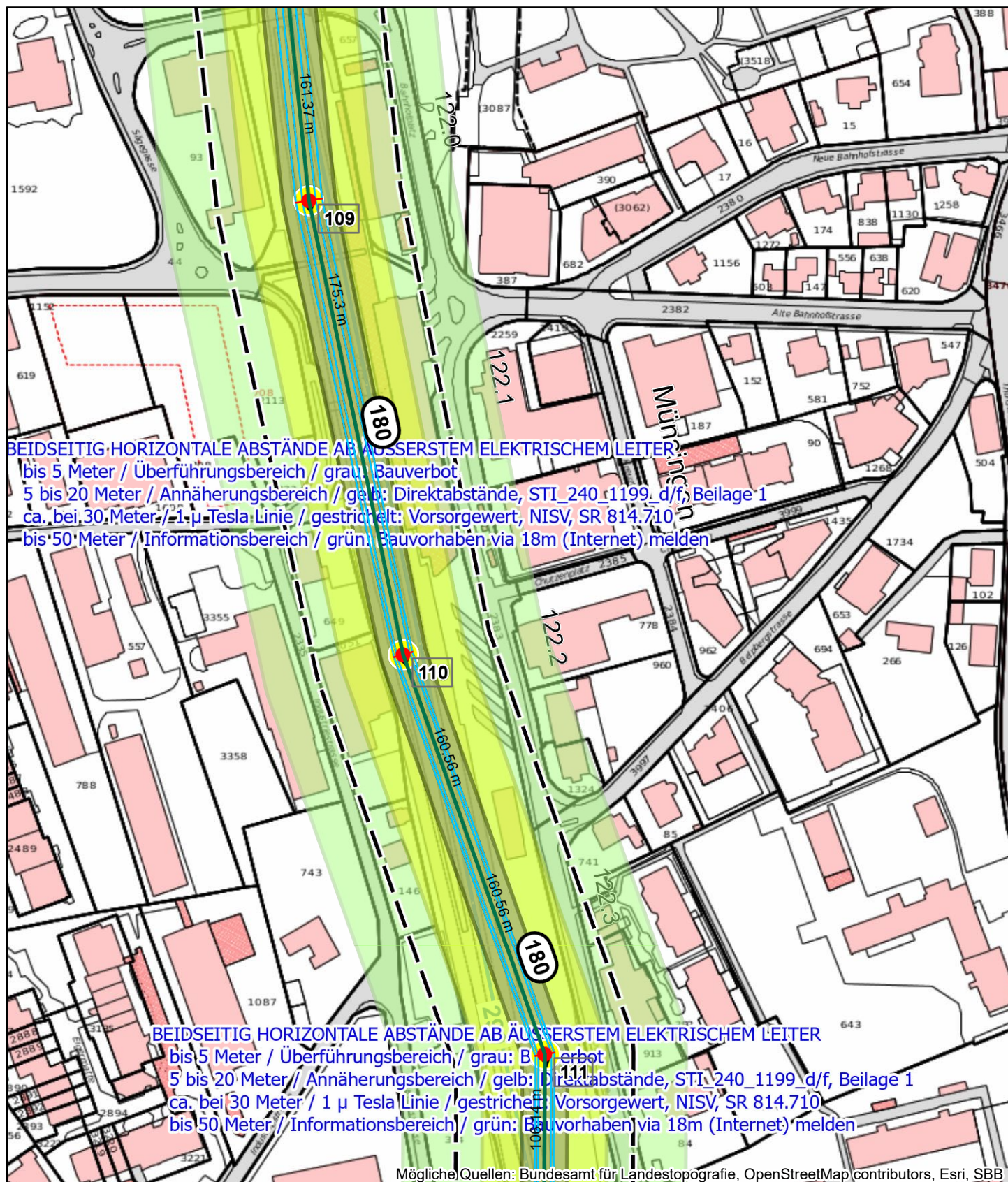
CSD geht davon aus, dass

- ♦ ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- ♦ von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- ♦ die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

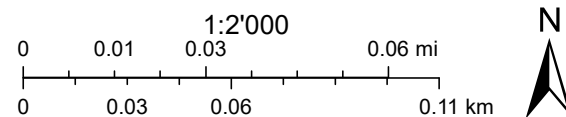
Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

Anhang A UL180 Bahnhof Münsingen: IST-Zustand



13.12.2022

Netzelemente - HEKTOMETER	Mast Nummer
BS Streckennetz	→ Mast Bearing
Trasse	Ausleger
Untergrundkabel	Kabelabschnitt
Abschnitt	Kabelabschnitt Sektionen
Abschnitt Sektionen	Kabelpunkt
Knoten	Seil
Mast	Mast nahe Gleis

SBB CFF FFS, MDM-AMN
SBB

Anhang B UL180 Bahnhof Münsingen: Verschiebung Mast Nr. 112

Anhang C NIS-Berechnung SBB Bahnstrom 2025 / 2050

NIS-Berechnung, Münsingen, Areal Bahnhof West

Autor(en)	Urs Luder
Status	Freigegeben
Version	2.0
Letzte Änderung	21. September 2018
Letzte Änderung durch	Urs Luder
Basierend auf	-
Urheberrecht	Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Jegliche kommerzielle Nutzung bedarf einer vorgängigen, ausdrücklichen Genehmigung.
Ablage	T:\5_Admin.A2539\03_RME.A5164\04_FSK\01 Fahrleitung\01 FL-Allgemein\FL_NISV\Simulation-Messung\20150507 MS Areal West

SBB AG

Infrastruktur, Projekte, Engineering Fahrstrom
Bahnhofstrasse 12 · 4600 Olten · Schweiz
Mobil +41 79 172 42 65
urs.luder@sbb.ch · www.sbb.ch

1. Ziel

Das Ziel der Berechnung ist die rechnerische Simulation der Magnetfeldsituation des Areals westlich des Bahnhofs Münsingen im Abschnitt zwischen den Unterführungen Schlossbergstrasse und Belpbergstrasse. Es handelt sich dabei um die angrenzenden Parzellen an der SBB Linie 290, zwischen Bahn-Km 121.950 bis 122.450).

Es sollen die Magnetfeldsituationen für die Zeithorizonte 2025 und 2050 berechnet werden.

Die Version 2.0 dieses Berichtes berücksichtigt die Situation gemäss Gleisprojektplan 290_MS_AS25_GP-3G, Index ---, 20.09.2017.

2. Ausgangssituation

Im Rahmen einer Projektentwicklung des Areals westlich des Bahnhofs Münsingen, werden neuen Wohnungen und Büros geplant. Zur Planung der Gebäude und Räume ist die zukünftige Belastung der Parzellen durch nicht-ionisierende Strahlung (NIS) zu ermitteln.

Neben den Emissionen der 15kV-Fahrstromanlagen sind auch die Auswirkungen der 132kV-Übertragungsleitungen zu ermitteln. Die Analyse der Übertragungsleitungen wird durch SBB-Energie durchgeführt und dient als Ergänzung zu der vorliegenden Untersuchung.

3. Rechnerische Simulation

- Die Simulation wurde mit dem Berechnungsprogramm „EMFCALC, Version 3.0.2“ durchgeführt.
- Es wurde sowohl die Fahrstromanlagen 15kV/16.7Hz, als auch die SBB-Übertragungsleitungen 132kV/16.7Hz berücksichtigt.
- Die Simulation der Fahrstromanlagen wurde am Ort des bestehenden Fahrleistungs-Querprofils 47-48 (Km 122.258) berechnet.
- Für die geometrische Anordnung der Leiter wurde ein Querprofil, entsprechend der Situation bei einem Vierspurausbau des Bahnhof Münsingen, definiert. (Grundlage: Interessenslinienplan Münsingen, Anlage mit 4 statt 2 Perronkanten, 02.09.2013). Dieses wurde für die Analyse beider Zeithorizonte (2025 und 2050) verwendet.
- Die Simulation der Magnetfeldbelastung durch die 132kV-Übertragungsleitungen wurde durch SBB Energie durchgeführt. Die Resultate werden in diesem Bericht dokumentiert.

4. Grundlagen

Als Grundlage für die Magnetfeldbelastung wird der 24h Mittelwert der Ströme in der Fahrleistungsanlage berücksichtigt.

4.1. Technische Daten der Fahrleistungsanlage

Tragseil:	92mm ²	StCu
Fahrdraht	107mm ²	Cu
Erdseil	95mm ²	Cu
Speise- / Umgehungsleitung	2 x 95mm ²	Cu

4.2. Strombelastung Fahrleitungsanlage

Im betrachteten Projektperimeter fliesst der grösste Teil des Stroms in den Umgehungsleitungen auf den Jochaufsätzen, die Fahrleitungsanlage trägt nur geringe Ströme. Der Rückstrom wird, nebst den Gleisen und dem Erdreich, über 4 Rückleiterseile beidseitig des Trassees entlang der Fahrleitungsmasten geführt.

Vorgehen zur Bestimmung des massgebenden 24h-Strommittelwertes für die Fahrleitungsanlage

1. Ermittlung Speisepunktströme (Referenzwerte)

Die Strecke Wankdorf-Thun wird von zwei Seiten gespeist: einerseits vom Unterwerk Bern (Speisepunkte 1006) und andererseits vom Unterwerk Thun (Speisepunkt 1004).

Vom 5. Juli bis 1. August 2010, sowie vom 3. bis 30. Januar 2011 wurden die Ströme der verschiedenen Speisepunkte UW Bern und UW Thun aufgezeichnet. Der Tag mit dem höchsten 24h-Strommittelwert wurde zur Ermittlung verwendet.

Nach einer Plausibilisierung mit den Strommittelwerten der Vorjahre ergeben sich für die Speisepunkte:

- UW Bern, SP 1006 176A
- UW Thun, SP 1004 211A

2. Ermitteln der erwarteten Ströme pro Zeithorizont

Aufgrund des gesteigerten Verkehrsaufkommens wird der für die Magnetfeldsituation massgebende Strom ebenfalls ansteigen. Die Erhöhung des Stromes wird anhand vorhandener Verkehrsprognosen für den Zeithorizont 2025, sowie der geplanten Trasse-Zahlen für den Zeithorizont 2050 (Grundlage: Dokument Münsingen: Modifikation Interessenlinie, A. Rüegger, 01.07.2013) ermittelt.

Die 24h-Stromwerte ergeben sich wie folgt:

	UW Bern, 1006 [A]	UW Thun, 1004 [A]
Messwerte 2010/2011	176	211
Abschätzung für Zeithorizont 2025 ¹	~230	~275
Abschätzung für Zeithorizont 2050 ¹	~320	~380

3. Bestimmung des Strommittelwertes an einer beliebigen Stelle pro Zeithorizont

Zweiseitige Speisung: Der mittlere Strom über 24 Stunden bei einem bestimmten Querprofil (QP) wird in Abhängigkeit des Referenzwertes, der Distanz zwischen QP und Einspeisestelle und dem zu berücksichtigten Reduktionsfaktor für jede Einspeisestelle berechnet:

Zeithorizont 2025:

Für die Einspeisung von Seite Bern 1006 beträgt der Reduktionsfaktor 8.0 A/km

Für die Einspeisung von Seite Thun 1004 beträgt der Reduktionsfaktor 10.5 A/km

¹ Grundlage: MS_Energieverbrauch-110515.xlsx, U. Luder

Grundsätzlich wird der höhere 24h-Strommittelwert der beiden Einspeisungen als massgebender 24h-Strommittelwert definiert.

Abstand UW Bern zu Km 122.258 Münsingen: ca. 13km

Abstand UW Thun zu Km 122.258 Münsingen: ca. 11km

Strommittelwert bei Km 112.258:

- Ab Bern 1006 230A – 13km x 8.0 A/km = 126A
- Ab Thun 1004 275A – 11km x 10.5 A/km = **160A**

Strommittelwerte pro Umgehungsleitung: 160A / 4 Umgehungsleitungen = **40A**

Zeithorizont 2050:

Für die Einspeisung von Seite Bern 1006 beträgt der Reduktionsfaktor 12.5 A/km

Für die Einspeisung von Seite Thun 1004 beträgt der Reduktionsfaktor 15.5 A/km

Grundsätzlich wird der höhere 24h-Strommittelwert der beiden Einspeisungen als massgebender 24h-Strommittelwert definiert.

Abstand UW Bern zu Km 122.258 Münsingen: ca. 13km

Abstand UW Thun zu Km 122.258 Münsingen: ca. 11km

Strommittelwert bei Km 112.258:

- Ab Bern 1006 320A – 13km x 12.5 A/km = 160A
- Ab Thun 1004 380A – 11km x 15.5 A/km = **210A**

Strommittelwerte pro Umgehungsleitung: 210A / 4 Umgehungsleitungen = **53A**

5. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Simulationen sind in den Anlagen 1 bis 3 ersichtlich.

Die blaue Linie auf dem Situationsplan (Anlage 1) stellt den Anlagengrenzwert der **Fahrstromanlage** von 1µT im **Jahr 2025** dar. Dieser verläuft im Projektperimeter konstant 10 Meter rechtsseitig (in Blickrichtung aufsteigende Kilometrierung) vom äussersten rechten Gleis. Die violette Linie auf dem Situationsplan (Anlage 1) stellt den Anlagengrenzwert der **Fahrstromanlage** von 1µT im **Jahr 2050** dar. Dieser verläuft im Projektperimeter konstant 12 Meter rechtsseitig (in Blickrichtung aufsteigende Kilometrierung) vom äussersten rechten Gleis. Die grüne Linie auf dem Situationsplan (Anlage 1) stellt den Anlagengrenzwert der **132kV-Übertragungsleitung** von 1µT dar (unabhängig vom Zeithorizont).

Die Magnetfeldbelastungen der Fahrstromanlage für die Zeithorizonte 2025 und 2050 bei Km 122.258 sind in den NIS-Querprofilen, Anlage 2 dargestellt. Die Magnetfeldbelastung der Übertragungsleitungen (unabhängig vom Zeithorizont) ist in den NIS-Querprofilen, Anlage 3 dargestellt.

6. Zusammenfassung

Die Anlagengrenzwerte der Fahrstromanlage und der Übertragungsleitungen kommen innerhalb des betrachteten Areals zu liegen. Bei der Planung neuer, ständig genutzter Gebäude und Räume, ist die Magnetfeldsituation zu berücksichtigen.

Optimierungen der FL-Anlagen zur Reduktion der Magnetfeldbelastung sind möglich, werden in diesem Bericht aber nicht behandelt.

Christoph Belser
Teamleiter Fahrstrom


Urs Luder
Projektleiter Fahrstrom

Anlagen:

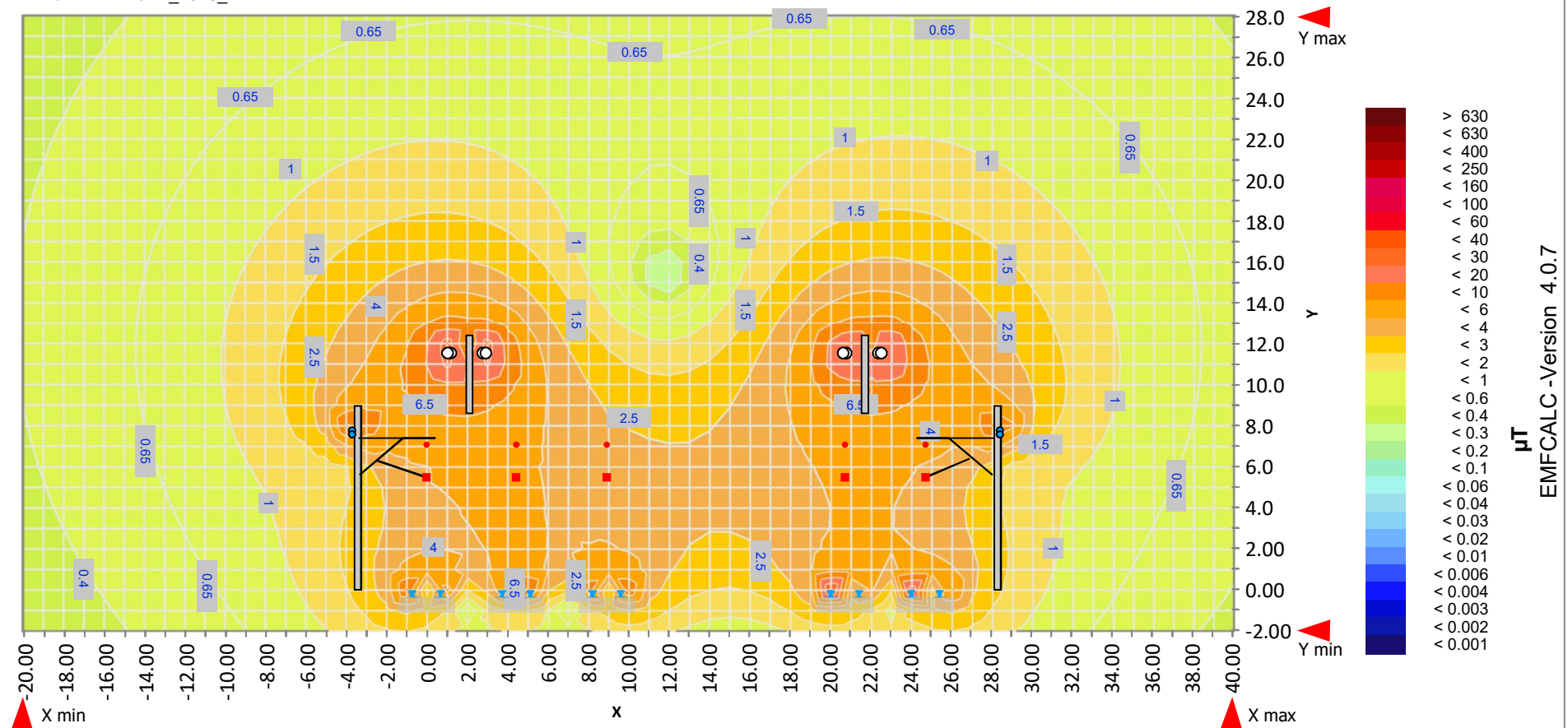
1. Situationsplan mit 1 μ T Grenzwertlinie
2. Querprofile Magnetfeldbelastung Fahrstromanlage bei Km 122.258 (für 2025 und 2050)
3. Querprofile Magnetfeldbelastung Übertragungsleitungen

Areal Bahnhof West

Münsingen 2025

122.258 km 

Projekt: \\filer23\IPJ230L\5_Admin.A2539\s36_ENG-FS.C1587\08_OL\01 FS-OL Allgemein\FL_NISV\Simulation-Messung\20150507 MS Areal
West\Simulation\MS_2025_V2.mfx




19.09.2018

Urs Luder / I-PJ-ENG-FS-OL

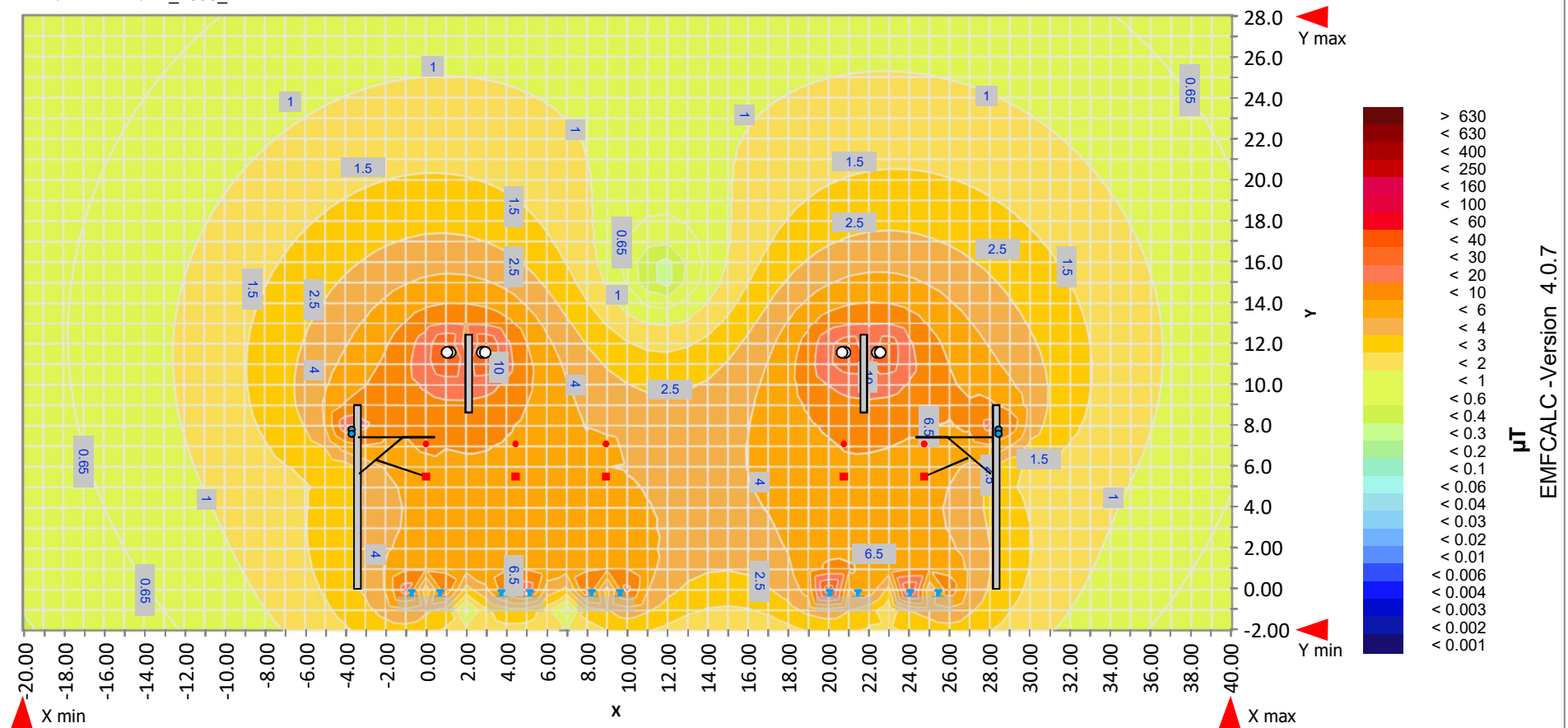
A. Abart

Areal Bahnhof West

Münsingen 2050

122.258 km 

Projekt: \\filer23\PJ230L\5_Admin.A2539\s36_ENG-FS.C1587\08_OL\01 FS-OL Allgemein\FL_NISV\Simulation-Messung\20150507 MS Areal
West\Simulation\MS_2050_V2.mfx



19.09.2018

Urs Luder / I-PJ-ENG-FS-OL

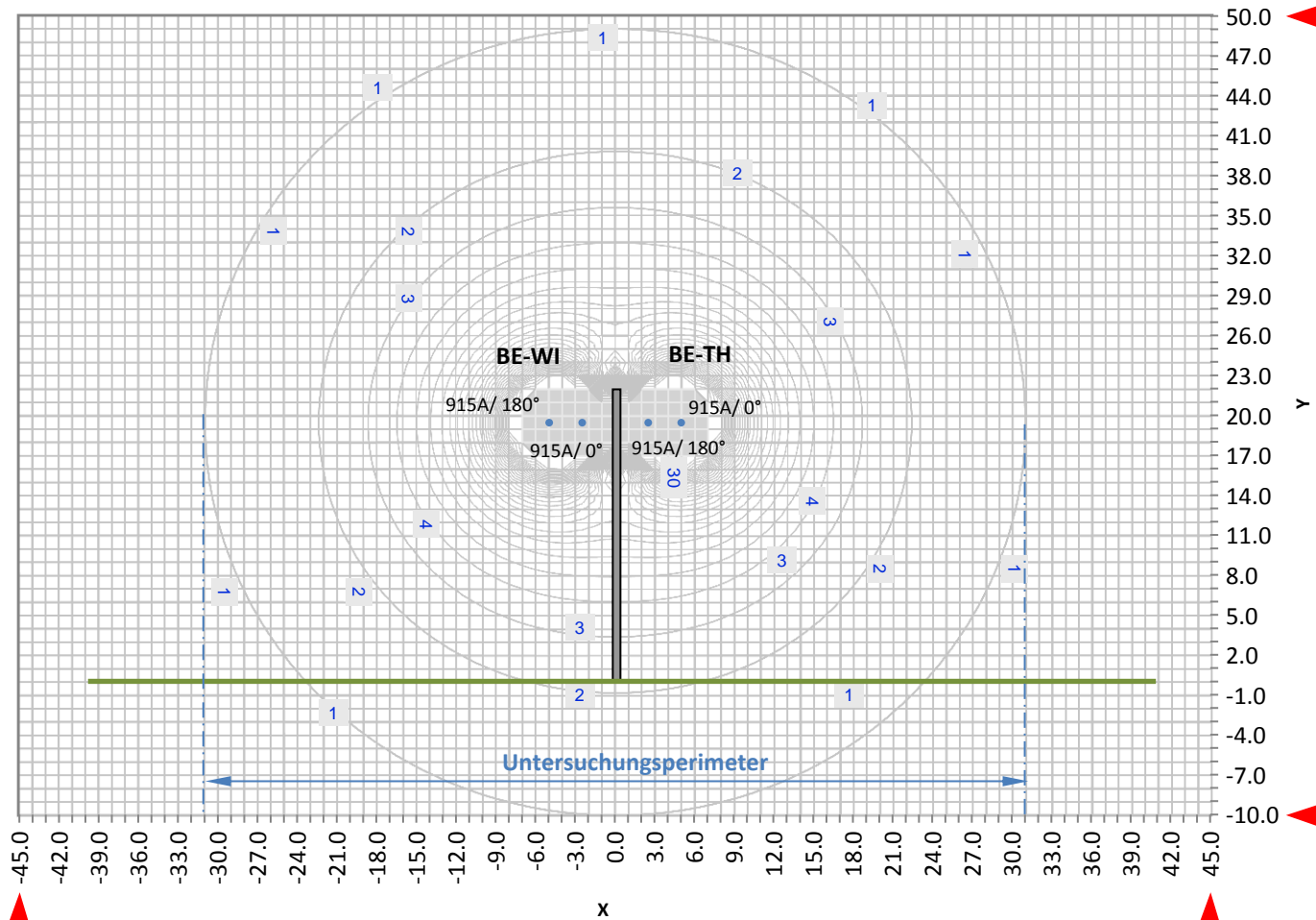
A. Abart

UL 180 | Mast 108 | Querprofil der magnetischen Flussdichte

Schleifen: Bern - Wimmis, U=132 kV, I=195 A, A=550 mm² Ad

Bern - Thun, U=132 kV, I=915 A, A=550 mm² Ad

Lastflusskorrelation: gleichsinnig



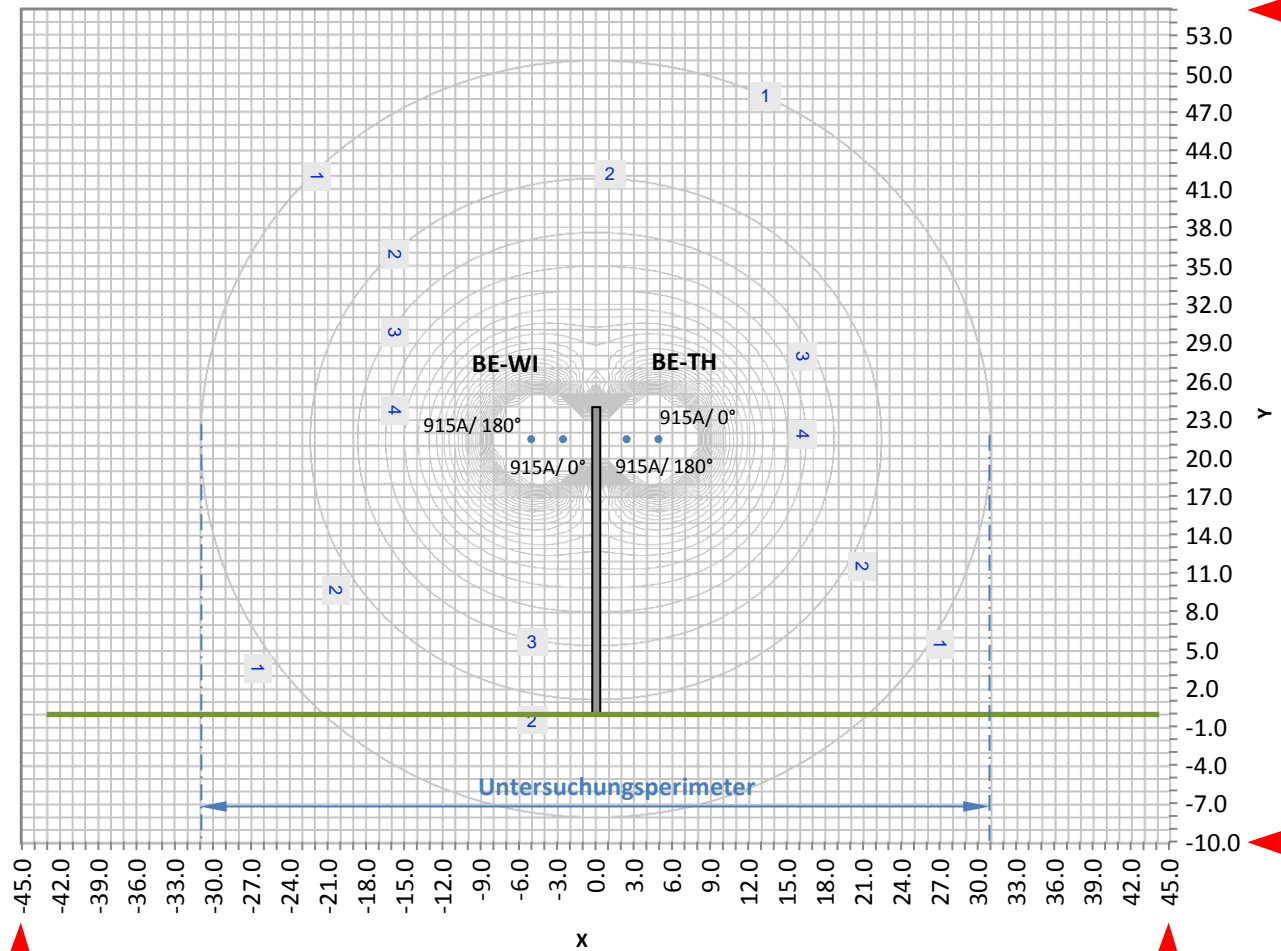
26.05.2015 Wt

UL 180 | Mast 109 | Querprofil der magnetischen Flussdichte

Schleifen: Bern - Wimmis, U=132 kV, I=195 A, A=550 mm² Ad

Bern - Thun, U=132 kV, I=915 A, A=550 mm² Ad

Lastflusskorrelation: gleichsinnig



µT
EMFCALC -Version 3.0.1

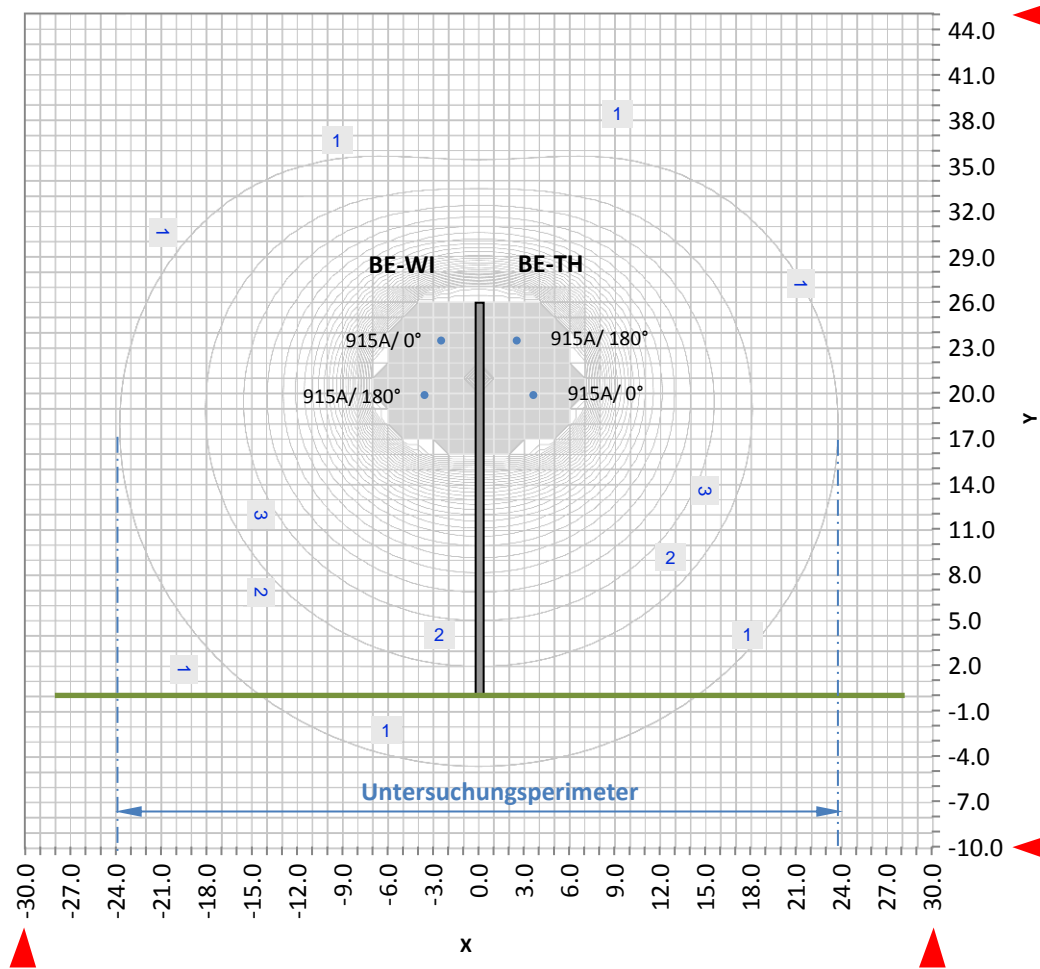
26.05.2015 Wt

UL 180 | Mast 110 und 111 | Querprofil der magnetischen Flussdichte

Schleifen: Bern - Wimmis, U=132 kV, I=195 A, A=550 mm² Ad

Bern - Thun, U=132 kV, I=915 A, A=550 mm² Ad

Lastflusskorrelation: gleichsinnig



µT
EMFCALC -Version 3.0.1

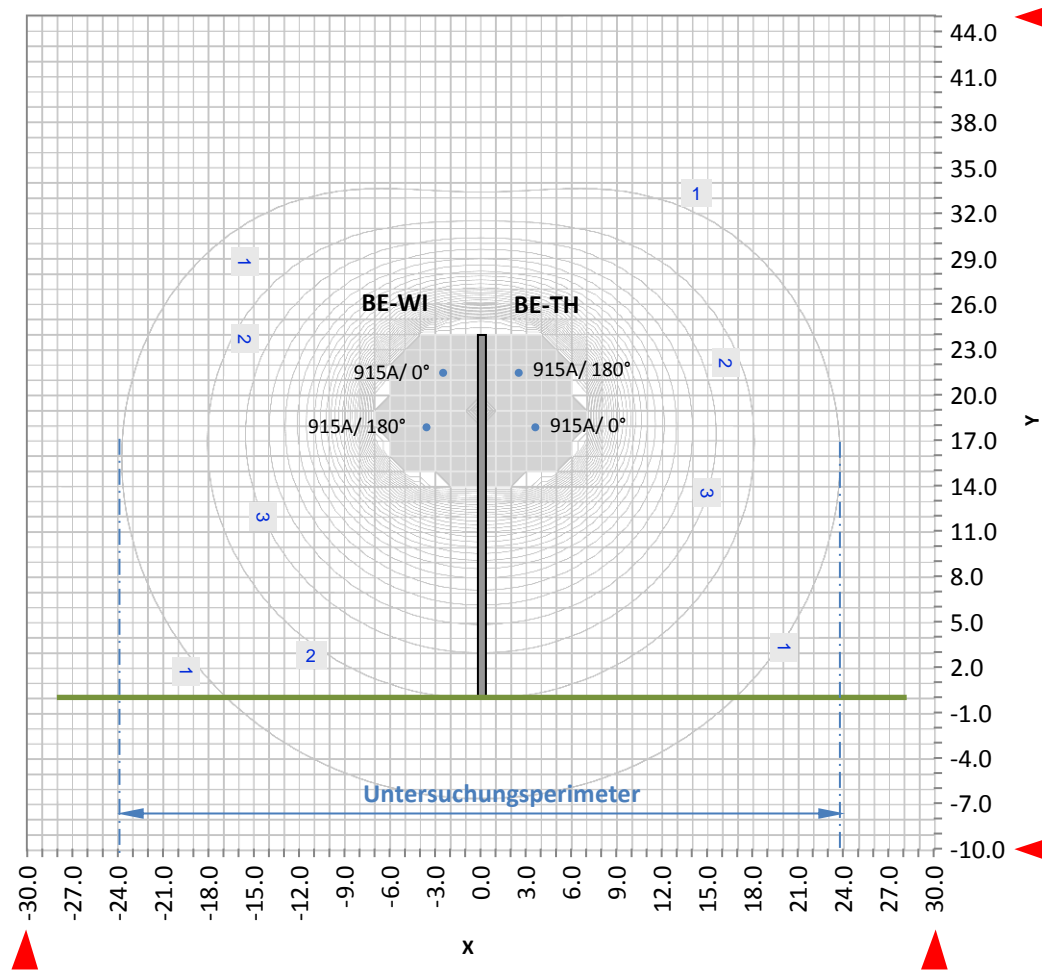
26.05.2015 Wt

UL 180 | Mast 112 | Querprofil der magnetischen Flussdichte

Schleifen: Bern - Wimmis, U=132 kV, I=195 A, A=550 mm² Ad

Bern - Thun, U=132 kV, I=915 A, A=550 mm² Ad

Lastflusskorrelation: gleichsinnig



µT
EMFCALC -Version 3.0.1

26.05.2015 Wt

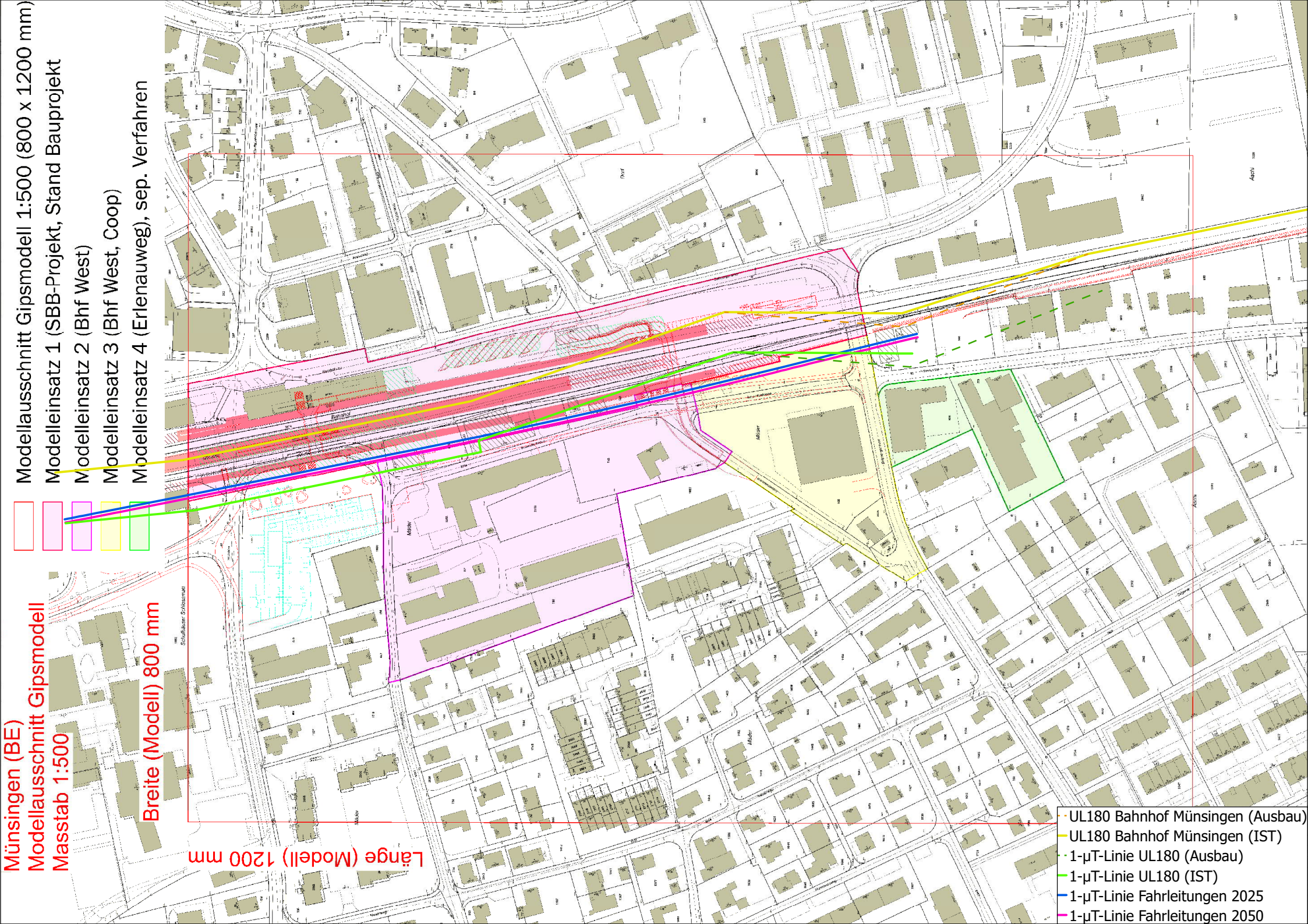
Anhang D Übersichtskarte NIS-Situation (Zusammenfassung)

Münsingen (BE)
Modellausschnitt Gipsmodell
Masstab 1:500

Modellausschnitt Gipsmodell 1:500 (800 x 1200 mm)
Modelleinsatz 1 (SBB-Projekt, Stand Bauprojekt)
Modelleinsatz 2 (Bhf West)
Modelleinsatz 3 (Bhf West, Coop)
Modelleinsatz 4 (Erlenauweg), sep. Verfahren

Breite (Modell) 800 mm

Länge (Modell) 1200 mm



UL180 Bahnhof Münsingen (Ausbau)
UL180 Bahnhof Münsingen (IST)
1-μT-Linie UL180 (Ausbau)
1-μT-Linie UL180 (IST)
1-μT-Linie Fahrleitungen 2025
1-μT-Linie Fahrleitungen 2050