

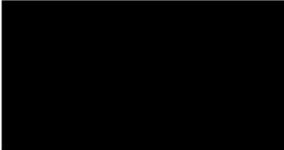
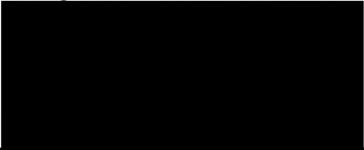
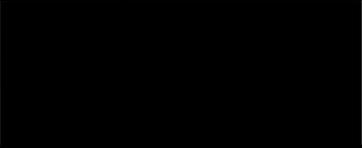
**EMV-Erdungs- und Streustromgutachten
Elektrifizierung der AKN-Strecke A1 / S21
Eidelstedt – Landesgrenze FHH/SH (PFA1)**

Bericht Nr. 2015/515260/492-01

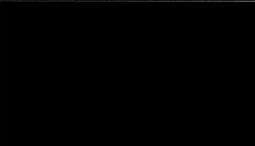
Auftraggeber: Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH

Dresden, 22. April 2016



Bearbeiter 	Datum 25.04.16	Bericht Nr. 2015/515260/492-01
Projektleiter 	Datum 25.04.16	
Freigabe 	Datum 25.04.16	Auftraggeber Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH
Dokumentation 		Auftrag vom 24.09.15

Verteiler

Firma Sellhorn Ingenieurgesellschaft mbH		Vers.-Datum 25.04.16
--	---	-----------------------------

Inhalt

1	Veranlassung	5
2	Grundlagen Rückstromführung und Bahnerde	6
2.1	Betrieb von Wechselstrombahnen	6
2.2	Betrieb von Gleichstrombahnen.....	7
2.3	Energieversorgungsanlagen 50 Hz.....	7
2.4	Blitzschutz.....	8
3	EMV-Grundsätze	9
3.1	Anwendungsbereich	9
3.2	Vorsorge	9
3.3	Vorgehen zur Umsetzung der Minimierung.....	10
3.4	Minimierungsoptionen der VwV	10
3.5	Grenzwerte, Kenngrößen zur Bewertung.....	11
4	Projektbewertung, Minimierungsorte der Expositionsbereiche	13
4.1	Standard-Strecken-Expositionsbereich PFA 1	14
4.2	Expositionsbereich DC- Ausfädelung Eidelstedt km 4,84 – km 5,6	14
4.3	Expositionsbereich FFW Eidelstedt	14
4.4	Expositionsbereich Lohkampstraße km 6,165	14
4.5	Expositionsbereich Bahnhof Eidelstedt-Zentrum	14
4.6	Expositionsbereich Pinneberger Chaussee und Upn Hornack	15
4.7	Expositionsbereich Hp Hörgensweg und Hp Burgwedel.....	15
4.8	Expositionsbereich Straßenüberführung A 23	15
4.9	Expositionsbereich Hp Schnelsen Süd	15
4.10	Expositionsbereich Albertinen Krankenhaus.....	15
4.11	Expositionsbereich Bahnhof Schnelsen.....	15
4.12	Expositionsbereich Ladegleis Bahnhof Schnelsen.....	15
5	Modellierung und Grenzwerte	16
5.1	Schnitt AC 1	16
5.2	Schnitt AC 2.....	17
5.3	Schnitt AC 3.....	17
5.4	Schnitt AC 4.....	17
5.5	Schnitt AC 5.....	17
6	Ergebnisse Prüfung Überschreitung Grenzwerte 26. BlmschV	19
6.1	Standard-Strecken-Expositionsbereich PFA 1	19
6.2	Expositionsbereich DC- Ausfädelung Eidelstedt km 4,84 – km 5,6	19
6.3	Expositionsbereich FFW Eidelstedt	20
6.4	Expositionsbereich Lohkampstraße km 6,165	20
6.5	Expositionsbereich Bahnhof Eidelstedt-Zentrum	20
6.6	Expositionsbereich Pinneberger Chaussee und Upn Hornack	20
6.7	Expositionsbereich Hp Hörgensweg und Hp Burgwedel.....	21
6.8	Expositionsbereich Straßenüberführung A 23	21
6.9	Expositionsbereich Hp Schnelsen Süd	21
6.10	Expositionsbereich Albertinen Krankenhaus.....	22
6.11	Expositionsbereich Bahnhof Schnelsen.....	22

6.12	Expositionsbereich Ladegleis Bahnhof Schnelsen.....	23
7	Zusammenfassung	24
8	Abkürzungen.....	25
9	Anlagen.....	26

1 **Veranlassung**

Die AKN Eisenbahn AG plant den zweigleisigen Ausbau im Bereich der höhenfreien Einfädelung Eidelstedt und die Elektrifizierung Ihrer Strecke A1 als Weiterführung der S-Bahn S21. Bei Elektrifizierung der Strecke sind die Forderungen der 26. Bundesimmisionsschutzverordnung einzuhalten. Im vorliegenden EMV-Gutachten zur Einhaltung der Grenzwerte für niederfrequente elektrische und elektromagnetische Felder wird die Feldbeaufschlagung entlang der Strecke untersucht und sensible Bereiche detailliert betrachtet.

Desweiteren wird ein Überblick zu Grundlagen und Spezifika der Bahnerdung gegeben.

2 Grundlagen Rückstromführung und Bahnerde

2.1 Betrieb von Wechselstrombahnen

Für den Betrieb des 1 AC 15 kV 16,7 Hz - Fahrleitungsnetzes von Wechselstrombahnen wird die Netzform TN-C angewendet. Dabei dienen die Fahrschienen der Wechselstrombahn sowohl als Leiter für den Triebrückstrom (Betriebsstrom - Leiter N) als auch als Schutzleiter (PE). Sie stellen somit einen PEN-Leiter dar. Aufgrund der Schutzleiterfunktion sind die Fahrschienen der Wechselstrombahn ständig nahezu widerstandslos zu erden. Das Erdreich kann als paralleler Leiter zu den Fahrschienen – abhängig von den vorliegenden Impedanzverhältnissen – Anteile des Rückstromes im Bahnstromsystem übernehmen. Durch die elektrotechnische Auslegung der Oberleitungs- und Rückleitungsanlage können die Impedanz-verhältnisse zwischen der Rückleitungsanlage und dem umgebenden Erdreich gezielt beeinflusst werden, z.B. durch Rückleiterseile.

Alle ortsfesten Bahnanlagen im Bereich von Wechselstrombahnen müssen ebenfalls bahngeerdet und in den Potenzialausgleich (PA) einbezogen werden. Erdung und Potenzialausgleich der ortsfesten Bahnanlagen sind erforderlich, damit im Fahrbetrieb keine unzulässig hohen Potentialdifferenzen zwischen Erde und den Fahrschienen auftreten. Sie können durch die Triebrückströme sowohl im Fahrbetrieb als auch im Kurzschlussfall auftreten. Im Kurzschlussfall muss eine Abschaltung des Kurzschlussstromes in den speisenden Unterwerken innerhalb vorgeschriebener kurzer Zeiten selektiv erfolgen. Daher sind alle ortsfesten elektrotechnischen Bahnanlagen und leitfähige metallische Einrichtungen mit den Fahrschienen als Bahnerde elektrisch leitend zu verbinden. Im Oberleitungs- und Stromabnehmerbereich gemäß Ril 997.0204 Bild 1 sind diese Verbindungen kurzschlussfest auszuführen, da sie zur Ableitung des Fehlerstromes dienen. Bei Verwendung von Deckenstromschienen kann der Oberleitungsbereich entfallen und es ist nur der Stromabnehmerbereich zu berücksichtigen.

Metallische Bauteile sowie die Gebäudebewehrungen im Stromabnehmer- und Oberleitungsbereich der Wechselstrombahn sind ebenfalls mit der Bahnerde zur Potenzialsteuerung zu verbinden. Durch die Verbindung mit der Bahnerde können die Bewehrungen von Stahlbetonbauteilen ebenfalls Teile des Triebrückstromes führen. Um hierbei definierte Verhältnisse zu schaffen, wird die Rückstromführung in den Stahlbetonbauteilen durch zusätzlich in die Bewehrung eingelegte Erdungseisen beeinflusst. Die Erdungseisen sind nach DB Richtlinie (Ril 997.0205) auszuwählen, anzuordnen und zu verarbeiten. Die konstruktive Bewehrung der Stahlbetonkörper wird an diese Erdungseisen zum Zweck des Potenzialausgleichs angerödelt und kann somit auch gewisse Rückstromanteile übernehmen.

Weil alle ausgedehnten ortsfesten Bahnanlagen durch die gemeinsame Erdung bahnstromrückführend sein können, müssen Mäntel von Kabelverbindungen und metallische Leitungen, die von außen in die ortsfesten Bahnanlagen eingeführt werden, an geeigneten Übergangsgrenzen mit Potentialtrennungen mit Isoliermuffen (und eventuell Schutzgeräten) ausgestattet werden. Kabelmäntel werden nur einseitig mit Erde verbunden. Kein Problem besteht für durchlaufende Kabel und Rohrleitungen, sofern sie gegen die Bahnanlage isoliert ausgeführt sind. Durch diese Maßnahmen wird eine Verschleppung des Bahnpotenzials nach außen verhindert.

2.2 Betrieb von Gleichstrombahnen

Die elektrischen Komponenten von DC-Bahnen (hier S-Bahn 1200 V) werden gegenüber dem Erdpotenzial als isoliertes System betrieben. Dies gilt im Besonderen auch für die Rückstromführung im S-Bahngleis (Rückleitung). Die Fahrschienen sind einschließlich aller zur Rückleitung dienenden Komponenten gegenüber Erde und Bauwerken isoliert aufzubauen. Die Erdung von Anlagen an der Rückleitung der Stadtbahn ist generell nicht gestattet, um den Austritt von Streuströmen in das Erdreich zu verhindern.

Wegen der isoliert aufgebauten Rückleitungsanlage können sich bei langen Speiseabschnitten und hohen Fahrzeugströmen höhere Berührungsspannungen zwischen den Fahrschienen als Rückleitung und Erde aufbauen. Ursache ist die begrenzte Leitfähigkeit der Rückleitungsanlage. Das Bestehen bleiben zu hoher Berührungsspannungen, die dann z. B. von Personen von außen am Fahrzeug abgegriffen werden könnten, ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern, i.d.R. bereits in der Entwurfsphase der Bahnstromanlage. Bei historisch gewachsenen Anlagen erfordert das mitunter aufwendige Umbauten. Um das Abgreifen zu hoher Berührungsspannungen durch Personen zu verhindern, werden u.a. isolierende Bahnsteigbeläge eingebaut sowie Erdungskurzschließer (EKS) installiert, die beim Auftreten zu hoher Potenziale zwischen Bahnrückleitung und Wassererde diese für eine kurze Zeit verbinden und somit vorübergehend einen örtlich begrenzten Potenzialausgleich herbeiführen.

Besondere Maßnahmen sind bei Parallel- und Gemeinschaftsbetrieb mit Wechselstrombahnen zu ergreifen.

2.3 Energieversorgungsanlagen 50 Hz

Zur Energieversorgung der Infrastruktur werden 50-Hz-Niederspannungssysteme (3 AC 400 V) aufgebaut. Diese können aus bahneigenen Transformatorstationen (Mittelspannung/400 V) oder aus bahnfremden 400-V-Ortsnetzen (dann nur als TT-System) eingespeist werden. Je nach Art der Einspeisung sind spezifische Erdungs- und Schutzmaßnahmen erforderlich. Diese sind in Ril 954.0107 beschrieben.

Die Sternpunkte der Mittelspannungstransformatoren auf der 400 V-Ebene sind über die HES mit der Bahnerde bzw. bei DC-Bahnen offen über Spannungsdurchschlagsicherungen mit der Rückleitung zu verbinden.

Die 3 AC 400/230 V 50 Hz-Verbrauchernetze können in der Netzform TN-S und TT aufgebaut werden. Im Gegensatz zu den Empfehlungen des VDE sind nach dem DB-Regelwerk auch TN-C-Systeme für Verteileranlagen gefordert, so es sich um die Zusammenschaltung von Netzersatzanlagen (NEA) handelt.

2.4 Blitzschutz

Eine Blitzschutzanlage hat die Aufgabe, Gebäude vor direkten Blitzeinschlägen und eventuellem Brand oder vor den Auswirkungen des eingepprägten Blitzstromes zu schützen. Das System der Blitzschutzanlage besteht aus einem äußeren und einem inneren Blitzschutzsystem.

Das äußere Blitzschutzsystem dient der Ableitung des Blitzstromes von der Fangeinrichtung über die Ableiteinrichtungen bis zur Erdungsanlage. Für das äußere Blitzschutzsystem ist der Eigentümer der baulichen Einrichtung verantwortlich. Fahrschienen der Gleise der AC- und der DC-Bahnen dürfen nicht als Blitzschutzender verwendet werden.

Das innere Blitzschutzsystem dient der Begrenzung von Überspannungen in elektrischen Verbrauchernetzen sowie an elektrischen und elektronischen Endgeräten. Die Maßnahmen des inneren Blitzschutzes sind vom Betreiber der Netze und Endgeräte durchzuführen.

3 EMV-Grundsätze

3.1 Anwendungsbereich

Die 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) in der Fassung vom August 2013 gilt u.a. für die Errichtung und den Betrieb von Niederfrequenzanlagen. Sie enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder. Sie berücksichtigt nicht die Wirkung der elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Felder auf elektrisch oder elektronisch betriebene Implantate.

Zu den Niederfrequenzanlagen gehören neben den ortsfesten Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität mit einer Nennspannung von 1000 Volt und mehr ausdrücklich auch die Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen und sonstige vergleichbare Anlagen im Frequenzbereich von 1 Hertz bis 9 Kilohertz.

Anlagen des GSM-R Funkes liegen mit ihren Bändern von 876 Megahertz bis 925 Megahertz außerhalb dieser Betrachtung.

Weiterhin zu beachten sind Feldanteile von Hochfrequenzanlagen zwischen 9 kHz bis 10 MHz, die einer Standortgenehmigung im Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen. Die Überprüfung erfolgt auf Grundlage der Datenbank der Bundesnetzagentur.

3.2 Vorsorge

In dieser Untersuchung werden alle Grenzwerte gemäß der „Anforderungen zur Vorsorge“ (§4) verwendet. Dies dient dem besonderen Schutz von Bereichen mit Wohnungen, Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Kinderhorten, Spielplätzen oder ähnlichen Einrichtungen.

Dies ist die Überprüfung der Einhaltung der Grenzwerte für „Bereiche der nicht nur vorübergehenden Exposition“. Diese erfolgt unabhängig des Minimierungsgebotes.

In Absatz (2) der „Anforderungen zur Vorsorge“ ist gefordert, bei Errichtung oder maßgeblicher Änderung von Niederfrequenzanlagen oder Gleichstromanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik zu minimieren. Dies gilt unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich. Eine genauere Beschreibung des Inhaltes dieser Forderung ist in der Verwaltungsvorschrift (VwV) zur Immissionsschutzverordnung beschrieben und seit März 2016 anzuwenden.

So gibt es neben dem „Bewertungsabstand“ jetzt einen „Einwirkungsbereich“, in dem die Ergebnisse möglicher Minimierungsmaßnahmen für alle hier befindlichen „maßgebliche Minimierungsorte“ gleichberechtigt zu bewerten sind.

Für „maßgebliche Minimierungsorte“ innerhalb des Bewertungsabstandes erfolgt eine Einzelprüfung der Grenzwerteinhaltung. Dies entspricht dem bisherigen Vorgehen zur Bewertung der elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder bezüglich 26. BImSchV.

3.3 Vorgehen zur Umsetzung der Minimierung

Die Umsetzung des Minimierungsgebotes erfolgt in den Schritten:

- Vorprüfung,
- Ermittlung der Minimierungsmaßnahme,
- Bewertung der Maßnahme.

In der Vorprüfung wird festgestellt ob der Anlass der Minimierung, wie Neubau oder maßgebliche Erweiterung einer Niederfrequenzanlage oder Gleichstromanlage vorliegt. Wenn ja, erfolgt die Untersuchung, ob ein „maßgeblicher Minimierungsort“ gegeben ist.

Ist dies der Fall werden die Minimierungsorte bestimmt und hinsichtlich ihrer Anlagennähe mittels Bewertungsabstand eingestuft. Danach erfolgt eine individuelle Prüfung des Minimierungsortes bzw. eine Prüfung der Bezugspunkte der entfernteren Minimierungsorte auf die gegebenen Minimierungspotentiale.

Zur Maßnahmenbewertung wird die Verhältnismäßigkeit der Maßnahme geprüft.

3.4 Minimierungsoptionen der VwV

In der Verwaltungsvorschrift sind vielfältige Maßnahmen und deren zugehörigen Wirksamkeiten beschrieben die zu einer Minimierung der Felder führen können. Für die Anlagen der Bahnstromversorgung mit 16,7 Hz sind dies die nachfolgend angeführten Maßnahmen.

Für Bahnstromfreileitungen beispielhaft:

Abstandsoptimierung	Wirksamkeit in Trassennähe hoch, dann abnehmend
Elektrische Schirmung	Wirksamkeit für E-Feld hoch sonst eingeschränkt und Abhängig von der Lage der Erdseile

Für Bahnstromoberleitung:

Abstandsoptimierung	Wirksamkeit mittel
Autotransformatoren	Wirksamkeit hoch, nicht aber im Abschnitt des Zuges. Verlangt zusätzlichen Feeder -15 kV und weiteres, beeinflusst Speiselänge, daher Aufwand z.T. erheblich.
Booster ohne Isolierstoß	Wirksamkeit hoch, nicht aber im Abschnitt des Zuges. Verkürzt Speiselänge, daher Aufwand z.T. erheblich.
Rückleiterseil	Wirksamkeit hoch, verringert Erdströme. Aufwand kann gering sein bei geeigneten Masten.
Zweiseitige Speisung	Wirksamkeit hoch durch Minimierung Fahrstrom. Aufwand kann erheblich sein für zusätzliches UW.

Wirksamkeiten und Aufwand sind stark anwendungsabhängig. Die hier gekürzt dargestellten typischen Verhalten können gegebenenfalls gegenteilig wirken.

3.5 Grenzwerte, Kenngrößen zur Bewertung

Die Grenzwerte für elektrische magnetische und elektromagnetische Felder sind in der 26. BImSchV für einzelne Frequenzen festgelegt. Für die Untersuchungen in diesem Gutachten sind die folgenden Werte relevant.

Für Niederfrequenzanlagen der Bahn mit 16,7 Hertz liegen in der geltenden Fassung vom 8/2013 bei: 300 μ T für die magnetische Flussdichte und 5 V/m für die elektrische Feldstärke.

Die Grenzwerte für die Niederfrequenzanlagen mit 50 Hertz liegen in der geltenden Fassung vom 8/2013 bei: 200 μ T für die magnetische Flussdichte für Ausnahmen und bei 100 μ T zur Vorsorge für die in dieser Untersuchung relevanten Bereiche, sowie 5 V/m für die elektrische Feldstärke.

(informativ Anlagen über 2000 V für DC 0 Hz 500 μ T)

Zur Einordnung und Bewertung der maßgeblichen Minimierungsorte sind in der Verwaltungsvorschrift die für die unterschiedlichen Frequenzen und Anlagen relevanten Abstände benannt. Nachfolgend sind einige beispielhaft benannt.

Einwirkungsbereich:

Niederfrequenzanlagen:

• Freileitungen	Abstand bei:	> 380 kV	400 m
		220 kV	300 m
		110 kV	200 m
		< 110 kV	100 m

Bahnstromanlagen:

• Bahnoberleitungen	100 m
• Bahnenergieleitungen	100 m
• Bahnstromumrichteranlagen	20 m
• Umspan- und Schaltanlagen	20 m

Bewertungsabstände:

Niederfrequenzanlagen:

• Freileitungen	Breite des jeweils an den ruhenden äußeren Leiter angrenzenden Streifens:	380 kV	20 m
		220 kV	15 m
		110 kV	10 m
		unter 110 kV	5 m
• Ortsnetzstationen/ Netzstationen	Breite des jeweils an die Anlage angrenzenden Streifens:		1 m

Bahnstromanlagen:

- Bahnoberleitungen Breite der jeweils zu beiden Seiten an das elektrifizierte Gleis angrenzenden Streifen, von Gleismitte: 10 m
- Umspannanlagen/ Unterwerke Breite des jeweils an die Anlage angrenzenden Streifens: 5 m
- Umrichteranlagen Breite des jeweils an die Anlage angrenzenden Streifens: 5 m

4.1 Standard-Strecken-Expositionsbereich PFA 1

In diesem Expositionsbereich gelten die Standardbaumaße der Strecke wie Gleisabstand, Fahrdrabt- und Systemhöhe. Dieser Bereich gilt bis auf die nachfolgend benannten Bereiche für die Bewertung der gesamten Strecke bis zur Landesgrenze. Die Berechnung erfolgt mit Modell AC 2.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen angenommen.

4.2 Expositionsbereich DC- Ausfädelung Eidelstedt km 4,84 – km 5,6

Im PFA-1-Bereich Bf. Eidelstedt Ausfädelung bis Systemtrennstelle mit Beginn des neutralen Abschnitts ist eine 1200 V Gleichstromstromschiene installiert.

Bezüglich Hintergrundbelastung ist das DC-Unterwerk der S-Bahn mit seinen Schaltanlagen vorhanden. Es handelt sich dabei nicht um einen Neubau oder eine wesentliche Änderung. Diese Anlagen inklusive eines 5 m Bereiches als Bewertungsabstand liegen aber außerhalb des Bewertungsbereiches der Bahnstrecke. Weitere Feldquellen sind nicht bekannt.

4.3 Expositionsbereich FFW Eidelstedt

In diesem Expositionsbereich liegt die neutrale Zone des Systemwechsels von Gleich- auf Wechselspannung. Hier gibt es keine Traktionsstromversorgung der Bahn. Der Wechselspannungsabschnitt nach dem ersten Mast ist weiter als 36 m entfernt. Die Überprüfung der Feldbeaufschlagung durch die Standardoberleitung mit 6 m Gleismittenabstand erfolgt mittels Modell AC 2.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.4 Expositionsbereich Lohkampstraße km 6,165

In diesem Expositionsbereich liegt eine Kettenwerksabsenkung mit verringerter Systemhöhe vor. Diese geht im nachfolgenden Bahnhof in eine Deckenstromschiene als Fahrleitungsbauart über. Die Berechnung erfolgt mit Modell AC 3.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.5 Expositionsbereich Bahnhof Eidelstedt-Zentrum

In diesem Expositionsbereich liegt eine Kettenwerksabsenkung mit verringerter Systemhöhe vor. Die Fahrleitungsanlage ist hier als Deckenstromschiene ausgeführt. Die Berechnung erfolgt mit Modell AC 3.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.6 Expositionsbereich Pinneberger Chaussee und Upn Hornack

Diese Expositionsbereiche liegen an den jeweiligen Enden des Bahnsteigs des Bf. Eidelstedt-Zentrum und sind ebenfalls durch eine minimale Fahrdrathöhe von 4,83 m gekennzeichnet. Die Berechnung erfolgt mit Modell AC 3.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.7 Expositionsbereich Hp Hörgensweg und Hp Burgwedel

Dieser Expositionsbereich beschreibt einen Bahnhofsbereich in Regelausführung. Die Berechnung erfolgt mit Modell AC 1.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.8 Expositionsbereich Straßenüberführung A 23

Dieser Expositionsbereich beschreibt die Unterführung unter der Autobahn mit einer minimalen Fahrdrathöhe von 4,83 m. Die Berechnung erfolgt mit Modell AC 3.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.9 Expositionsbereich Hp Schnelsen Süd

Dieser Expositionsbereich Beschreibt einen Bahnhofsbereich mit Regelkettenwerk und Mittelbahnsteig. Die Berechnung erfolgt analog Modell AC 4.

In diesem Bereich befindet sich westlich der Bahnanlagen das Gelände der Julius-Leber-Schule. Hier müssen die Anforderungen für nicht nur vorübergehenden Aufenthalt erfüllt sein.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.10 Expositionsbereich Albertinen Krankenhaus

Dieser Expositionsbereich entspricht der Standard Strecke gemäß Abschnitt 4.1. Die Berechnung erfolgt mit Modell AC 2. Das Krankenhaus befindet sich westlich der Bahnanlagen mit einer starken Annäherung von bis zu 14 m. Hier müssen die Anforderungen für nicht nur vorübergehenden Aufenthalt erfüllt sein.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen angenommen.

4.11 Expositionsbereich Bahnhof Schnelsen

Dieser Expositionsbereich beschreibt einen Bahnhofsbereich mit Regelkettenwerk und Mittelbahnsteig. Die Berechnung entsprechen Modell AC 4.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.12 Expositionsbereich Ladegleis Bahnhof Schnelsen

Dieser Expositionsbereich beschreibt einen Bahnhofsbereich mit Regelkettenwerk mit einem östlich gelegenen Ladegleis. Die Berechnung entsprechen Modell AC 5.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

5 Modellierung und Grenzwerte

Zur Berechnung der elektromagnetischen Felder entlang der Strecke werden nachstehende Kennwerte der Oberleitung gemäß der Planfeststellungsunterlagen verwendet:

- Regelfahrdrahthöhe 5,50 m,
- Regelsystemhöhe Strecke 1,40 m,
- Regelsystemhöhe Bahnhof 1,80 m,
- Mindestabstand Verstärkungsleitung über Ausleger 0,65 m,

Fahrdrahtabsenkungen in Unterführungen:

Lfd. Nr.	Bezeichnung	km	FD-Höhe	Systemhöhe*	Bemerkung
01	SÜ Lohkampstraße	6,16	4,83 m	0,95 m	
02	SÜ Pinneberger Chaussee	6,26	4,83 m		Deckenstromschiene
03	SÜ Up'n Hornack	6,39	4,83 m		Deckenstromschiene
04	SÜ A 23	7,43	4,83 m	0,3 m	

* reduzierte Systemhöhe an benachbarten Stützpunkten

Weiterhin zu beachten sind Feldanteile von Hochfrequenzanlagen zwischen 9 kHz bis 10 MHz, die einer Standortgenehmigung im Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen. Die Überprüfung erfolgt auf Grundlage der Datenbank der Bundesnetzagentur und ergab zum 18.12.2015 keine Treffer bei zu berücksichtigenden Anlagen.

5.1 Schnitt AC 1

Geometriedaten: 2 Gleise mit Kettenwerk, Strecke 9121 Referenzquerschnitt km 7, Systemhöhe 1,8 m, Fahrdrahthöhe 5,5 m und Gleismittenabstand 4 m.

2 Speiseleitungen auf Traverse
1 entfernte Erde

Annahme der Ströme und deren Verteilungen: Gesamtspeisestrom im Bereich ist Tzf-Strom abzüglich Stromanteile der Verstärkungsleitung 2 x 400 A für zwei Zweifachtraktionen,
2 Speiseleitungsströme 70 A
2 Streckenströme 400 A 40% Rückstrom Gleis

Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 9121 a 620 A

5.2 Schnitt AC 2

Geometriedaten: 2 Gleise mit Kettenwerk, Strecke 9121 Referenzquerschnitt km 8,6, Systemhöhe 1,4 m, Fahrdrathöhe 5,5 m und Gleismittenabstand 4 m.

2 Speiseleitungen auf Masten
1 entfernte Erde

Annahme der Ströme und deren Verteilungen: Gesamtspeisestrom im Bereich ist Tzf-Strom abzüglich Stromanteile der Verstärkungsleitung 2 x 400 A für zwei Zweifachtraktionen,
2 Speiseleitungsströme 70 A
2 Streckenströme 400 A 40% Rückstrom Gleis

Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 9121 a 620 A

5.3 Schnitt AC 3

Geometriedaten: 2 Gleise mit Deckenstromschiene Strecke 9121 Referenzquerschnitt km 6,3, resultierende Systemhöhe 0,2 m, Fahrdrathöhe 4,83 m und Gleismittenabstand 4 m.

keine Speiseleitungen auf Masten
1 entfernte Erde

Annahme der Ströme und deren Verteilungen: Gesamtspeisestrom im Bereich ist Tzf-Strom abzüglich Stromanteile der Verstärkungsleitung 2 x 470 A für zwei Zweifachtraktionen,
keine Speiseleitungsströme 0 A
2 Streckenströme 470 A 40% Rückstrom Gleis

Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 9121 a 564 A

5.4 Schnitt AC 4

Geometriedaten: 2 Gleise, Mittelbahnsteig und Kettenwerk Strecke 9121 Referenzquerschnitt km 9, Systemhöhe 1,8 m, Fahrdrathöhe 5,5 m und Gleismittenabstand 10 m.

2 Speiseleitungen auf Masten
1 entfernte Erde

Annahme der Ströme und deren Verteilungen: Gesamtspeisestrom im Bereich ist Tzf-Strom abzüglich Stromanteile der Verstärkungsleitung 2 x 400 A für zwei Zweifachtraktionen,
2 Speiseleitungsströme 70 A
2 Streckenströme 400 A 40% Rückstrom Gleis

Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 9121 nach a 620 A.

5.5 Schnitt AC 5

Geometriedaten: 2 Streckengleise und ein Ladegleis mit Kettenwerk. Strecke 9121 Referenzquerschnitt km 9,3, Systemhöhe 1,8 m,

Fahrdrahthöhe 5,5 m und Gleismittenabständen 4 m/ 5,5 m.

2 Speiseleitungen auf Masten
1 entfernte Erde

Annahme der Ströme und deren Verteilungen: Gesamtspeisestrom im Bereich ist Tzf-Strom abzüglich Stromanteile der Verstärkungsleitung 2 x 400 A für zwei Zweifachtraktionen, zuzüglich Rangierfahrt unter 20 km/h 100 A)

2 Speiseleitungsströme 70 A
2 Streckenströme 400 A 40% Rückstrom Gleis

Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 9121 nach a 680 A

6 Ergebnisse Prüfung Überschreitung Grenzwerte 26. BlmschV

6.1 Standard-Strecken-Expositionsbereich PFA 1

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als Schnitt AC 2 dargestellt.

Als nicht nur für den vorübergehenden Aufenthalt genutzte Bereiche sind anzunehmen km 11,1 Rugenberger Weg 21 als einseitige Annäherung. Bei km 8,7 Neubau Süntelstraße und km 8,4 Hogenfelder Stieg 17 a sind weitere maßgebliche Minimierungsorte im Bewertungsabstand der Oberleitungsanlage. In diesen Bereichen erfolgt eine Annäherung der Bebauung bis zu 8 m an die Gleismitte des jeweils äußeren Gleises. Diese maßgeblichen Minimierungsorte liegen innerhalb des Bewertungsabstandes und haben wegen der Gleichartigkeit der Trassegeometrie die gleichen Feldbeaufschlagungen. Weitere maßgebliche Minimierungsorte liegen durch die innerstädtische Bebauung beidseitig der Strecke vor.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

Als Minimierungsoption besteht für den maßgeblichen Minimierungsort Rugenberger Weg 21 eine Abstandsoptimierung durch Verschwenkung der Verstärkungsleitung auf die des Minimierungsortes abgewandte Seite.

Eine Optimierung der Fahrstromminimierung durch zweiseitige Speisung ist in Hamburg nicht zielführend. Hier würde der gegenteilige Effekt eintreten, da bei dieser Strecke mit begrenztem Speisestrom die Einwirkbereiche in Hamburg am Ende der Stichspeisung liegen. Dies führt zu einem minimalen Traktionsstrom bei maximaler Pause des Auftretens der Stromspitzen. Eine Wirksamkeit der Minimierung durch Rückleiterseile wird wegen zu geringer entfernter Erdströme als minimal eingestuft.

6.2 Expositionsbereich DC- Ausfädelung Eidelstedt km 4,84 – km 5,6

In diesem Abschnitt befinden sich keine für die Untersuchung nach 26. BlmschV relevanten Feldquellen (DC-Anlagen mit mehr als 2000 V). Innerhalb dieses Bereiches sind auch keine zu berücksichtigenden Anlagen bezüglich Hintergrundbelastung vorhanden. Die Anlagen des GR-Unterwerks und der Schaltanlagen reichen mit ihrem zu betrachtenden Beeinflussungsbereich nicht in den Betrachtungsbereich hinein.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

In diesem Bereich können keine Minimierungsoptionen der Wechselstrombahn Verwendung finden. Für DC-Bahnen sind keine zusätzlichen Optionen benannt. Aufgrund der Stichspeisung treten nur elektromagnetische Felder durch die Züge im Abschnitt auf und es erfolgt keine Feldbelastung durch entfernte Verkehre. Es handelt sich bei den DC-Feldern in dem Sinne auch schon um minimierte Felder.

6.3 Expositionsbereich FFW Eidelstedt

In diesem Expositionsbereich wirken die Felder aus Schnitt AC 2 in einem Abstand von 36 m von der Gleisachse. In der Anlage Schnitt AC 2 entspricht dies den Feldwerten bei x-Koordinate kleiner -26 m und größer 50 m. Gegenüber der Darstellung in 6.1 gibt es keine ergänzenden Minimierungsoptionen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.4 Expositionsbereich Lohkampstraße km 6,165

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als Schnitt AC 3 dargestellt. Hier sind maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Bahnoberleitung in Abständen von ca. 20 m bis 50 m. Die Überprüfung der Grenzwerte bezieht sich auf den Bewertungsabstand von 10 m zur Gleismitte als repräsentativen Bezugspunkt der innerstädtischen Bebauung. Außer der gegebenen Minimierung des Traktionsstromes auf Hamburger Territorium durch Stichspeisung wird keine andere Minimierung bei diesen Konstellationen als wirtschaftlich angemessen angesehen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.5 Expositionsbereich Bahnhof Eidelstedt-Zentrum

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als AC 3 dargestellt. Hier sind maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Bahnoberleitung in Abständen von ca. 30 m bis 50 m. Die Überprüfung der Grenzwerte bezieht sich auf den Bewertungsabstand von 10 m zur Gleismitte als repräsentativen Bezugspunkt der innerstädtischen Bebauung. Außer der gegebenen Minimierung des Traktionsstromes auf Hamburger Territorium durch Stichspeisung wird keine andere Minimierung bei diesen Konstellationen als wirtschaftlich angemessen angesehen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.6 Expositionsbereich Pinneberger Chaussee und Upn Hornack

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als AC 3 dargestellt. Hier sind maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Bahnoberleitung in Abständen von ca. 15 m bis 50 m. Die Überprüfung der Grenzwerte bezieht sich auf den Bewertungsabstand von 10 m zur Gleismitte als repräsentativen Bezugspunkt der innerstädtischen Bebauung. Eine Wirksamkeit der Minimierung durch Rückleiterseile wird wegen zu geringer entfernter Erdströme als minimal eingestuft. Außer der gegebenen Minimierung des Traktionsstromes auf Hamburger Territorium durch

Stichspeisung wird keine andere Minimierung bei diesen Konstellationen als wirtschaftlich angemessen angesehen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung

B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.7 Expositionsbereich Hp Hörgensweg und Hp Burgwedel

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als AC 1 dargestellt. Es sind keine maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes ersichtlich. Wie auch für die vorher beschriebenen maßgeblichen Minimierungsorte wird außer der gegebenen Minimierung des Traktionsstromes auf Hamburger Territorium durch Stichspeisung keine andere Minimierung bei diesen Konstellationen als wirtschaftlich angemessen angesehen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung

B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.8 Expositionsbereich Straßenüberführung A 23

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als AC 3 dargestellt. Es sind keine maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes ersichtlich. Im Einwirkungsbereich befindet sich ein Fußballplatz. Im weiteren Verlauf beginnt wieder beidseitige Bebauung im Einwirkungsbereich. Wie auch für die vorher beschriebenen maßgeblichen Minimierungsorte wird außer der gegebenen Minimierung des Traktionsstromes auf Hamburger Territorium durch Stichspeisung keine andere Minimierung bei diesen Konstellationen als wirtschaftlich angemessen angesehen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung

B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.9 Expositionsbereich Hp Schnelsen Süd

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als AC 4 dargestellt.

In diesem Bereich befindet sich westlich der Bahnanlagen das Gelände der Julius-Leber-Schule in einem Abstand ab 20 m. Hier müssen die Anforderungen für nicht nur vorübergehenden Aufenthalt erfüllt sein. Zudem gilt die Schule, wie die weitere Wohnbebauung, als maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Bahnoberleitung. Hierfür sind in Anlage Schnitt AC 4 für z.B. die äußere Turnhallenkante die elektromagnetischen Felder der x-Werte kleiner -10 zu verifizieren. Weitere maßgebliche Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes sind nicht ersichtlich. Die elektromagnetischen Felder der Oberleitungsanlage die an diesen Minimierungsorten wirksam werden entstehen durch Traktionsströme der Züge zwischen dem betrachteten Ort und der Systemwechselstelle in Hamburg Eidelstedt. Auf diese verbleibenden zwei Kilometern kann im fahrplanmäßigen Betrieb nur eine

Zuggarnitur je Richtung verkehren. Die der Berechnung zugrundeliegenden Maximalströme können nur zwischen 40 km/h und 60 km/h erreicht werden. Daher wird, wie auch für die vorher beschriebenen maßgeblichen Minimierungsorte außer der gegebenen Minimierung des Traktionsstromes auf Hamburger Territorium durch Stickspeisung keine andere Minimierung bei diesen Konstellationen als wirtschaftlich angemessen angesehen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.10 Expositionsbereich Albertinen Krankenhaus

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als AC 2 dargestellt.

Das Krankenhaus befindet sich westlich der Bahnanlagen mit einer starken Annäherung von bis zu 14 m. Hier müssen die Anforderungen für nicht nur vorübergehenden Aufenthalt erfüllt sein. Es sind demnach in Anlage Schnitt AC 2 die Felder der x-Werte kleiner -4 zu verifizieren. Damit liegen die maßgeblichen Minimierungsorte im Einwirkungsbereich ab 14 m Entfernung. Für die Neubauten an der Süntelstraße 7, Flurstück 8688 nicht im Plan verzeichnet, sind die Felder für die x-Werte kleiner ca. 2 zu verifizieren. Dieses Gebäude, so als Wohngebäude genutzt stellt einen maßgeblichen Minimierungsort innerhalb des Bewertungsabstands von 10 m dar. Für alle Minimierungsorte gilt wie auch für die vorher beschriebenen maßgeblichen Minimierungsorte außer der gegebenen Minimierung des Traktionsstromes auf Hamburger Territorium durch Stickspeisung. Bei Minimierung durch Abstand, d.h. Verlegung der Verstärkungsleitung auf die dem Minimierungsort abgewandte Seite der Bahnstrecke, sind die Kosten für ev. höhere/andere Maste einer geringen Feldabschwächung (die Isolinien für 12,77 μT und 8 μT verschieben sich um ca. 2 m zur Bahntrasse) gegenüberzustellen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.11 Expositionsbereich Bahnhof Schnelsen

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als AC 4 dargestellt. Es sind keine maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes bekannt. Im Einwirkungsbereich der Oberleitungsanlage befindet sich Wohnbebauung bis zu 15 m angenähert an die äußere Gleismitte. Für diese Minimierungsorte gilt die o.g. Bewertung der Minimierung durch Reduktion des Traktionsstromes durch Stickspeisung, womit im Bereich der Hansestadt Hamburg nur maximal zwei Zugpaare den feldbildenden Traktionsstrom erzeugen können. Eine Wirksamkeit der Minimierung durch Rückleiterseile wird wegen zu geringer entfernter Erdströme als minimal eingestuft.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

6.12 Expositionsbereich Ladegleis Bahnhof Schnelsen

In der Anlage sind die Felder dieses Expositionsbereichs als AC 5 dargestellt. Eine Exposition im Bewertungsbereich liegt nicht vor. Für maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich gilt die gleiche Einschätzung der Minimierungen wie unter Punkt 6.11.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

E-Feld: kleiner 5 kV/m, damit keine Grenzwertüberschreitung
B-Feld: keine Grenzwertüberschreitungen

7 Zusammenfassung

Für die Planfeststellung der AKN Linie A1 als Weiterführung der S-Bahnlinie S21 im Planfeststellungsabschnitt 1 auf dem Gebiet der Freien Hansestadt Hamburg wurde auf Grundlage der Unterlagen für die Genehmigungsplanung ein EMV-Gutachten erstellt, um die Einhaltung der Forderungen aus der 26. BImSchV bezüglich elektrischer und elektromagnetischer Felder im Niederfrequenzbereich nachzuweisen.

Es konnte für alle Expositionen die Einhaltung der Grenzwerte und somit die Erfüllung der Vorsorgeforderung ermittelt werden. Überlappungen von Einwirkbereichen dritter Niederspannungssysteme ergaben sich nicht. Hierbei wurden die Betrachtungen analog zur LAI (2014) geführt. Demnach sind keine Bereiche mit mehrfacher signifikanter bzw. „maßgebender“ Feldbeaufschlagung vorhanden.

Die Überprüfung der weiterhin zu beachtenden Feldanteile von genehmigungspflichtigen Hochfrequenzanlagen zwischen 9 kHz bis 10 MHz, die eines Nachweisverfahrens zur Begrenzung elektromagnetischer Felder bedürfen, erfolgte auf Grundlage der Datenbank der Bundesnetzagentur. Mit Stand vom 18.12.2015 liegen keine Anlagen im Einflussbereich des Planfeststellungsabschnitts und somit keine zusätzlichen zu beachtenden Feldanteile vor.

Die Grenzwerte der 26. BImSchV 2013 bezüglich niederfrequenter Felder werden eingehalten. Der Umfang von Optimierungen der Bahnstromanlage zur Minimierung der elektromagnetischen Felder an maßgeblichen Minimierungspunkten ist nachfolgend beschrieben.

Als Minimierungsoption besteht für den maßgeblichen Minimierungsort Rugenberger Weg 21 eine Abstandsoptimierung durch Verschwenkung der Verstärkungsleitung auf die des Minimierungsortes abgewandte Seite der Bahntrasse.

Diese Minimierungsoption besteht prinzipiell auch am km 8,6 in Höhe des Albertienen Krankenhauses. Die Aufwendungen stehen aber einer eher geringen Feldstärkeabsenkung gegenüber (vergleiche 6.10).

Eine Optimierung der Fahrstromminimierung durch zweiseitige Speisung ist in Hamburg nicht zielführend. Hier würde der gegenteilige Effekt eintreten, da bei dieser Strecke mit begrenztem Speisestrom die Einwirkbereiche in Hamburg am Ende der Stickspeisung liegen. Dies führt zu einem minimalen Traktionsstrom bei maximaler Pause des Auftretens der Stromspitzen.

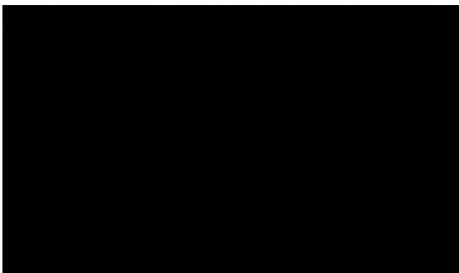
Eine Wirksamkeit der Minimierung durch Rückleiterseile wird wegen zu geringer entfernter Erdströme als minimal eingestuft.

Bei Klärungsbedarf bezüglich maßgeblicher Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstandes von 10 m zur Gleismitte wird eine Messung der Feldstärke nach der Inbetriebnahme der Strecke einer Simulation vorgezogen, da die Abschätzung der Erdleitfähigkeiten zu ungenau ist.

8 Abkürzungen

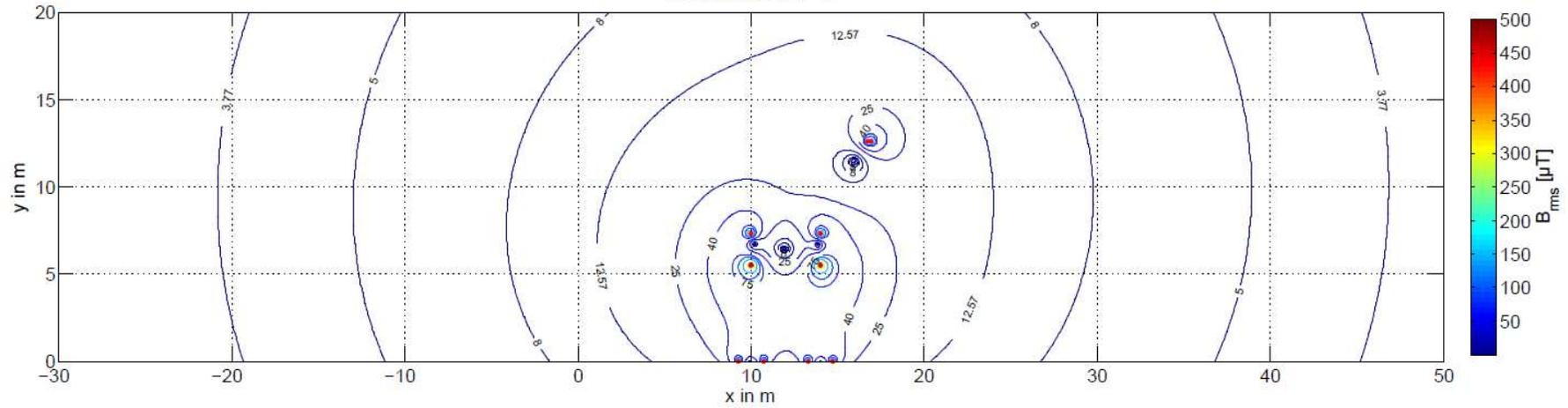
B-Feld:	Feld der magnetischen Induktion
BImSchV:	Bundes-Immissionsschutzverordnung
EMF:	Elektromagnetische Felder
EMV:	Elektromagnetische Verträglichkeit
E-Feld:	Elektrisches Feld
LAI (2014):	Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder; (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) in der überarbeiteten Fassung gemäß Beschluss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 128. Sitzung 17. bis 18. September 2014
AC:	Wechselstrom
DC:	Gleichstrom
SÜ:	Straßenüberführung
EÜ:	Eisenbahnüberführung
IfB:	Institut für Bahntechnik
MHz:	Megahertz, Frequenz
Hz:	Hertz
kV:	Kilovolt
μ T:	Mikro Tesla, Einheit der magnetischen Induktion
VL:	Verstärkungsleitung

- Ende Dokument -

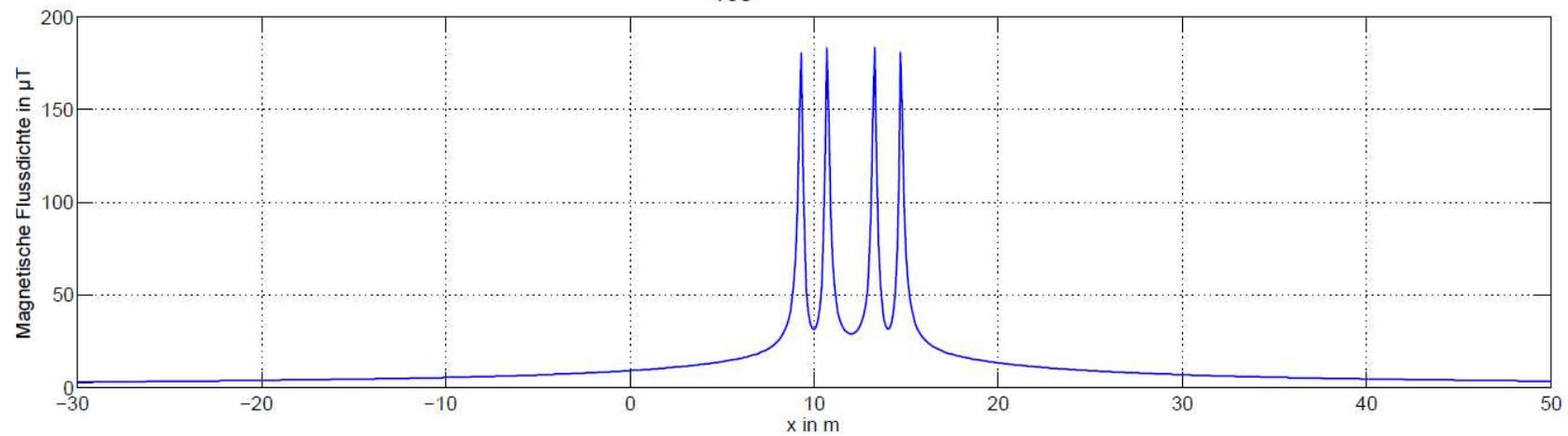


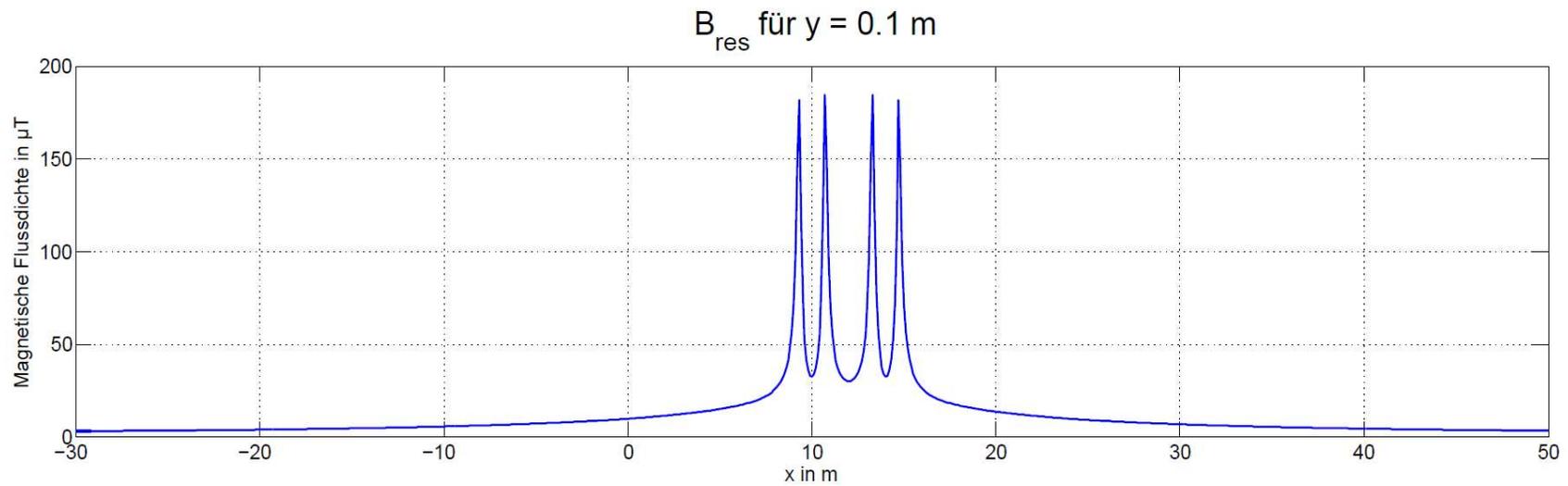
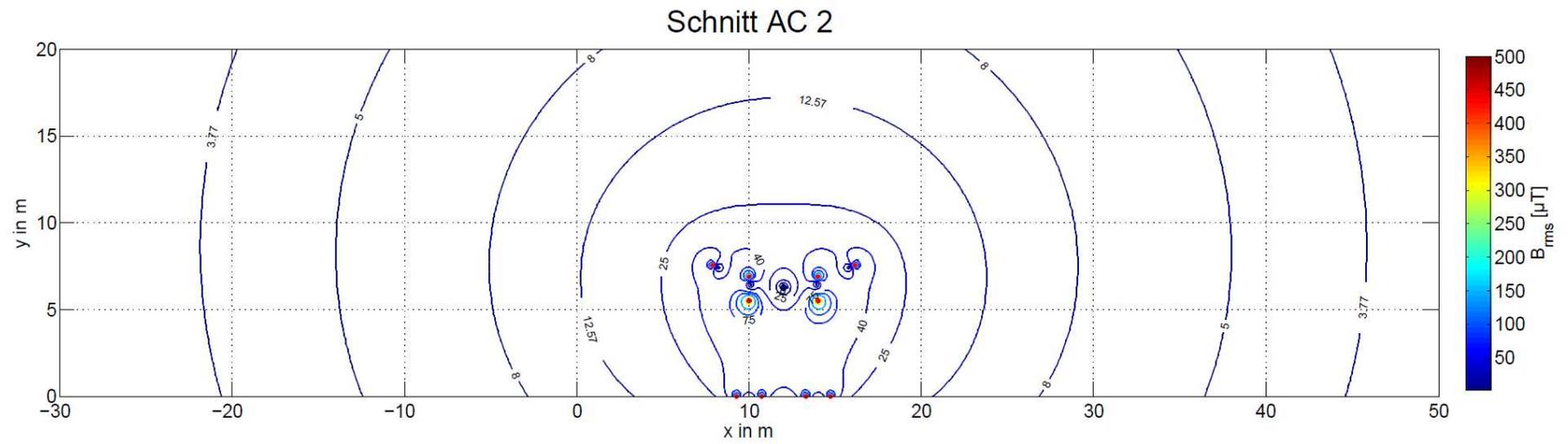
9 Anlagen

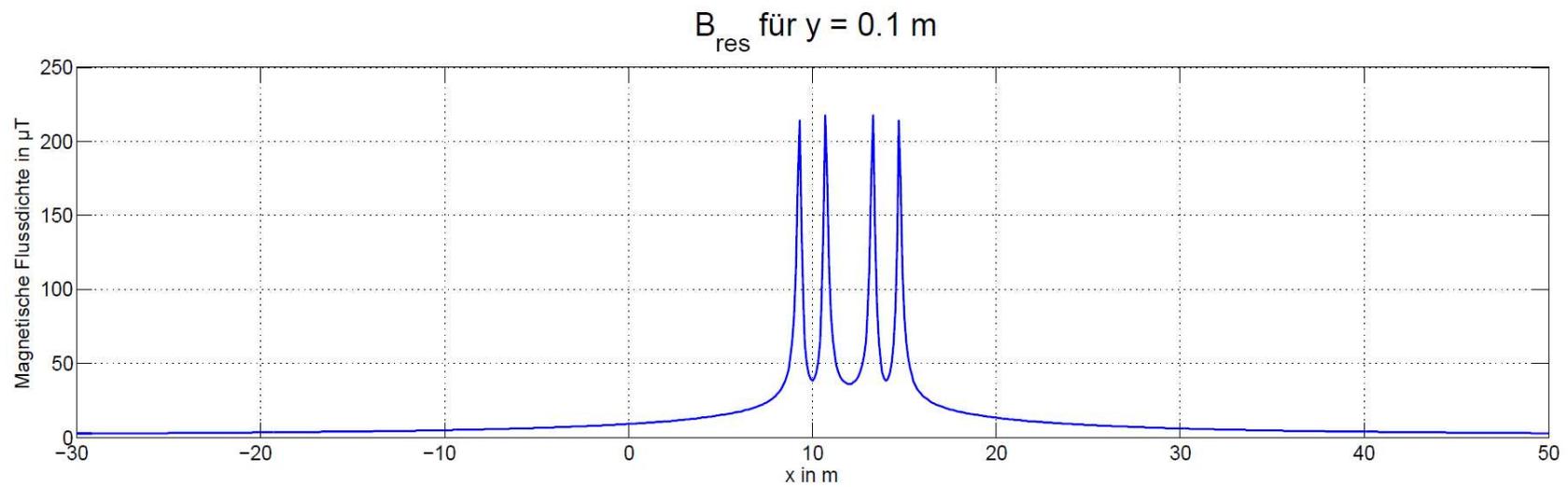
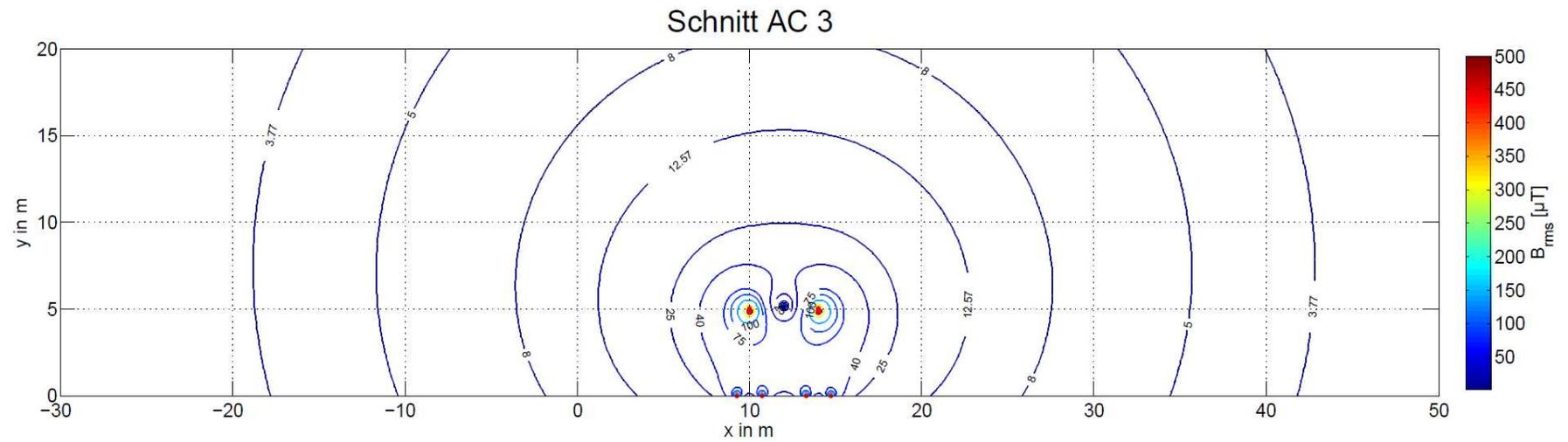
Schnitt AC 1

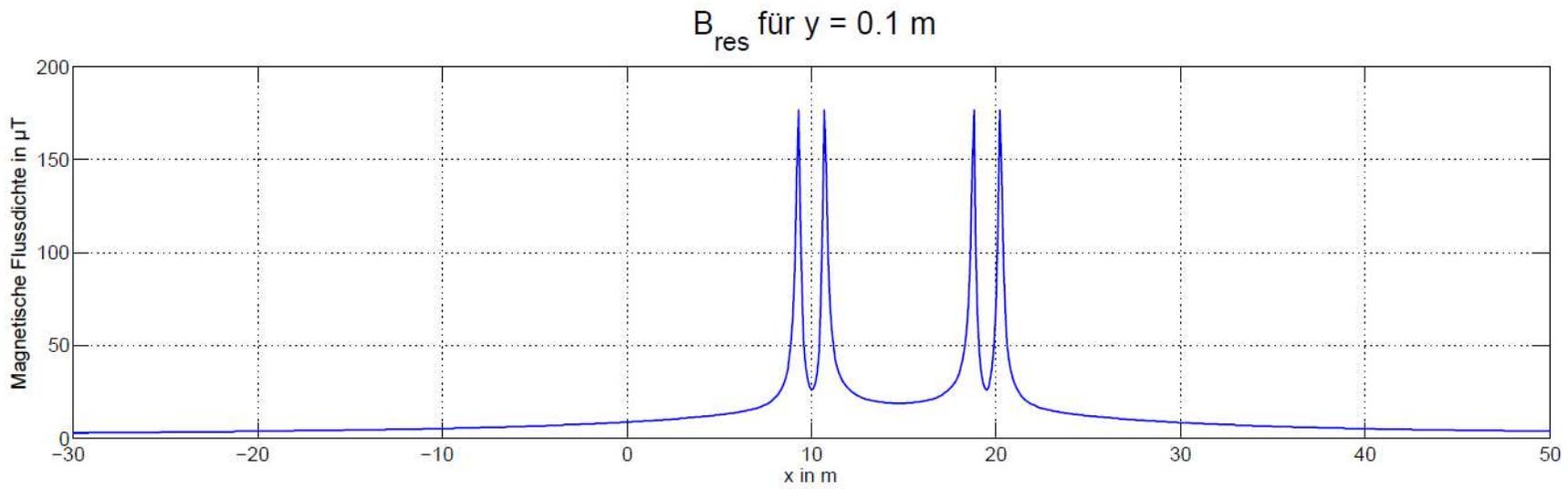
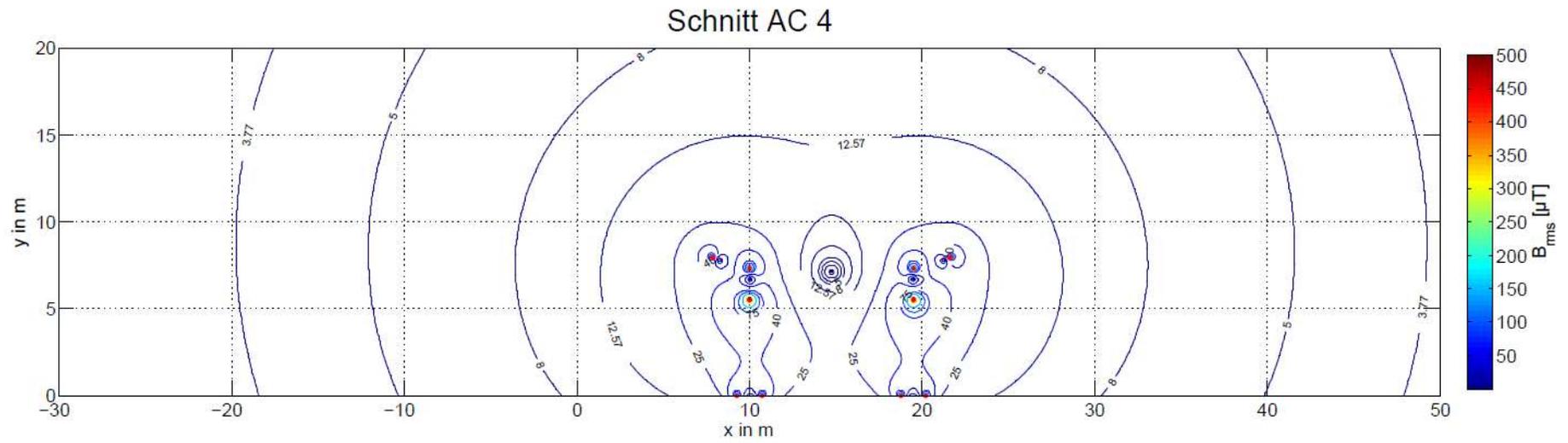


B_{res} für $y = 0.1$ m

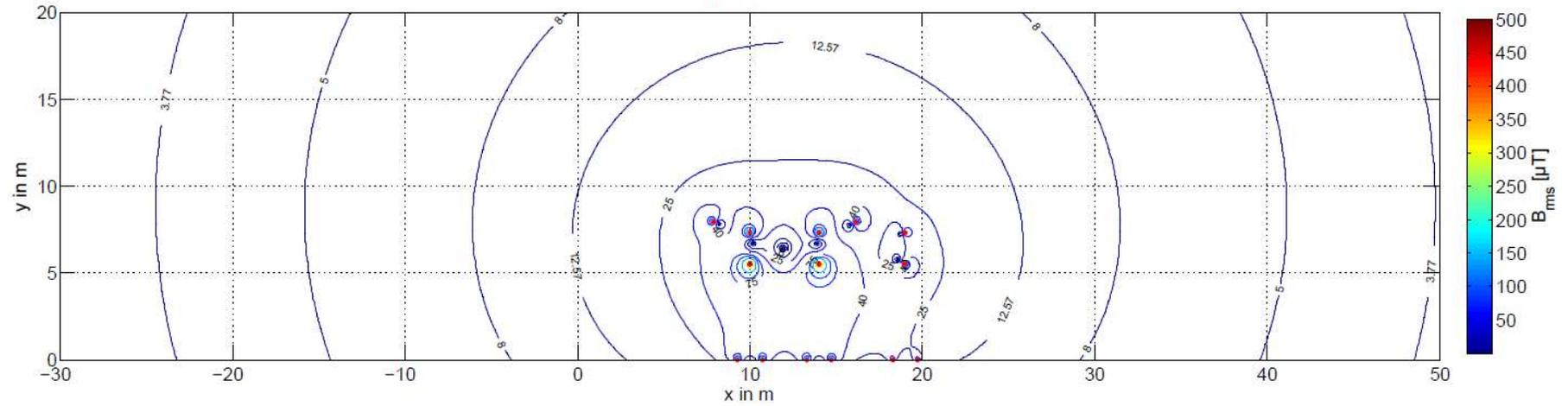








Schnitt AC 5



B_{res} für $y = 0.1$ m

