

EMV-Erdungs- und Streustromgutachten Regiobahn PFA II

Bericht Nr. 2016/515250/500-01

Auftraggeber: Ingenieurbüro Vössing GmbH

Dresden, 24. November 2016

Projektleiter:
Dr.-Ing. Jochen Hietzge

Bearbeiter:
Frau Heidi Hietzge

Bearbeiter  Frau Heidi Hietzge	Datum 02.12.16	Bericht Nr. 2016/515250/500-01
Projektleiter  Dr.-Ing. Jochen Hietzge		
Freigabe  Dr.-Ing. Jörg v. Lingen	Datum 02.12.16	Auftraggeber Ingenieurbüro Vössing GmbH
Dokumentation  P. Liebezeit		Auftrag vom 27.08.15

Verteiler

Firma Ingenieurbüro Vössing GmbH	z. H. Herr Pyschny (1 Exemplar)	Vers.-Datum 02.12.16
--	---------------------------------------	-------------------------

Inhalt

1	Veranlassung	4
2	Grundlagen Rückstromführung und Bahnerdung	5
2.1	Betrieb von Wechselstrombahnen	5
2.2	Energieversorgungsanlagen 50 Hz.....	6
2.3	Blitzschutz.....	7
3	EMV-Grundsätze	8
3.1	Anwendungsbereich	8
3.2	Vorsorge	8
3.3	Vorgehen zur Umsetzung der Minimierung.....	9
3.4	Minimierungsoptionen der VwV	9
3.5	Grenzwerte, Kenngrößen zur Bewertung.....	10
4	Projektbewertung, Minimierungsorte der Expositionsbereiche	12
4.1	Allgemein	12
4.2	Düsseldorf-Gerresheim km 5,529 – km 8,05.....	13
4.3	Erkrath km 8,05 – km 9,95.....	13
4.4	Neanderthal km 11,5 – km 11,9.....	14
4.5	Mettmann km 12,7 – km 14,4	14
4.6	Mettmann Zentrum km 15,06 – km 15,08	14
5	Modellierung und Grenzwerte	15
5.1	Schnitt AC1	15
5.2	Schnitt AC2.....	15
5.3	Schnitt AC3.....	16
5.4	Schnitt AC4.....	16
5.5	Schnitt AC5.....	16
6	Prüfung Grenzwerte 26. BlmschV und Bewertung der Minimierung.....	17
6.1	Düsseldorf-Gerresheim km 5,529 – km 8,05.....	17
6.2	Erkrath km 8,05 – km 9,95.....	17
6.3	Neanderthal km 11,5 – km 11,9.....	17
6.4	Mettmann km 12,7 – km 14,4	18
6.5	Mettmann Zentrum km 15,06 – km 15,08	19
7	Zusammenfassung	20
8	Abkürzungen.....	21
9	Anlagen.....	22

Änderungsstand

Version	Datum	Änderungsgrund
0	29.04.2016	Erstellung
1	24.11.2016	redaktionelle Überarbeitung

1 **Veranlassung**

Die Regiobahn plant die Elektrifizierung und weitgehend den zweigleisigen Ausbau ihrer Streckenabschnitte der Regiobahn Infrastruktur von Kaarster See bis nach Wuppertal. Bei der Elektrifizierung der Strecke sind die Forderungen der 26. Bundesimmisionsschutzverordnung einzuhalten. Im vorliegenden EMV-Gutachten zur Einhaltung der Grenzwerte für niederfrequente elektrische und elektromagnetische Felder werden die Betroffenheiten entlang der Strecke ermittelt, die Feldbeaufschlagungen in diesen Bereichen untersucht und bezüglich ihrer Minimierungspotentiale betrachtet. Für sensible Bereiche wie Wohnbebauungen innerhalb des Bewertungsabstandes erfolgt wie bisher üblich eine detaillierte Betrachtung. Das Vorgehen erfolgt unter Berücksichtigung der seit März 2016 geltenden Verwaltungsvorschrift zur 26. BImSchV.

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

2 Grundlagen Rückstromführung und Bahnerdung

2.1 Betrieb von Wechselstrombahnen

Für den Betrieb des 1 AC 15 kV 16²/₃ 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 Impedanzverhältnisse 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. Bauteile oder Anlagen die in eine Schutzmaßnahme im öffentlichen Netz einbezogen sind und nicht bahngeerdete sind müssen einen Abstand von 2,5 m zu zugänglichen bahngeerdeten Anlagen aufweisen (DB Ril 997.0204 (6)). Alternativ kann der Nachweis geführt werden, dass die Berührungsspannungen nach DIN EN 50122-1 (VDE 0115 Teil 3) eingehalten werden. Bei Abständen unter einem Meter gilt der Hinweis aus Ril 997.206 (1), dass die Bahnerdungsanlage so gebaut ist, dass die Berührungsspannung, die in einem Abstand von einem Meter abgegriffen werden kann, unkritisch ist.

Weitere Besonderheiten gelten bei leitfähigen Bauteilen kleiner Abmessungen (3 m parallel und 2 m horizontal/senkrecht zum Gleis), sie müssen nicht in die Bahnerdung eingebunden werden, wenn für Personen aus beliebiger Richtung erkennbar ist, ob ein leitfähiges Teil aufliegt und das Bauteil keine elektrische Ausrüstung trägt oder beinhaltet.

Bei Metallzäunen im Oberleitungsbereich sind die Forderungen der Ril 997.204 (9) zu beachten und die Verschleppung des Bahnpotentials aus dem Oberleitungsbereich heraus durch 2,5 m Lücken sicherzustellen. Alternativ bleibt die Verwendung nicht leitfähiger Zäune vorbehalten.

Überspannungsableiter sind nur nach Abstimmung mit AS 1 bzw. AS 3 einzusetzen.

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 Potenzialtrennungen 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 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 Haupterdungsschiene (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 954 auch TN-C-Systeme für Verteileranlagen in Stellwerken gefordert, so es sich um die Zusammenschaltung von Netzersatzanlagen (NEA) handelt. Für Bahnhofsanlagen der DB Station&Service gelten die Festlegungen der Ril 813 Modul 40.

2.3 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.

Die Grenzwerte für die 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 kV/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 kV/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 unterschiedlichen Frequenzen und Anlagen relevanten Abstände benannt. Nachfolgend ist eine Auswahl aufgeführt.

Einwirkungsbereich:

Niederfrequenzanlagen:

- | | | | |
|-----------------|---------------|---------------------------|-------|
| • Freileitungen | Nennspannung: | ≥ 380 kV | 400 m |
| | | ≥ 220 kV - <380 kV | 300 m |
| | | ≥ 110 kV - <220 kV | 200 m |
| | | < 110 kV | 100 m |
| • Erdkabel | Nennspannung: | ≥ 380 kV | 100 m |
| | | ≥ 220 kV - <380 kV | 75 m |
| | | ≥ 110 kV - <220 kV | 35 m |
| | | ≥ 50 kV - <110 kV | 25 m |
| | | < 50 kV | 10 m |

Umspann- und Schaltanlagen:

- | | |
|--|-------|
| • Umspann- und Schaltanlage > 110 kV | 100 m |
| • Umspann- und Schaltanlage ≤ 110 kV | 50 m |
| • Ortsnetzumspannstation (Umspannung von Mittel- auf Niederspannung) | 10 m |

Bahnstromanlagen:

- | | |
|--|-------|
| • Bahnstromfernleitungen siehe Freileitungen Niederfrequenzanlagen | |
| • Bahnoberleitungen | 100 m |
| • Bahnenergieleitungen | 100 m |
| • Bahnstromumrichteranlage | 20 m |
| • Umspann- und Schaltanlage | 20 m |

Bewertungsabstände:

Niederfrequenzanlagen:

• Freileitungen	Nennspannung:	$\geq 380 \text{ kV}$	20 m
		$\geq 220 \text{ kV} - <380 \text{ kV}$	15 m
		$\geq 110 \text{ kV} - <220 \text{ kV}$	10 m
		$< 110 \text{ kV}$	5 m
• Erdkabel	Nennspannung:	$\geq 380 \text{ kV}$	10 m
		$\geq 220 \text{ kV} - <380 \text{ kV}$	5 m
		$\geq 110 \text{ kV} - <220 \text{ kV}$	1 m
		$\geq 50 \text{ kV} - <110 \text{ kV}$	1 m
		$< 50 \text{ kV}$	1 m

Umspann- und Schaltanlagen:

- Umspann- und Schaltanlage $> 110 \text{ kV}$ 5 m
- Umspann- und Schaltanlage $\leq 110 \text{ kV}$ 1 m
- Ortsnetzumspannstation (Umspannung von Mittel- auf Niederspannung) 1 m

Bahnstromanlagen:

- Bahnstromfernleitungen siehe Freileitungen Niederfrequenzanlagen
- Bahnoberleitungen 10 m
- Bahnenergieleitungen 10 m
- Bahnstromumrichteranlage 5 m
- Umspann- und Schaltanlage 5 m

4 Projektbewertung, Minimierungsorte der Expositionsbereiche

4.1 Allgemein

Der Planfeststellungsabschnitt (PFA) II der Regiobahn – Infrastruktur zwischen Kaarster See und Wuppertal befindet sich zwischen Bahnhof Düsseldorf – Gerresheim und Bahnhof Mettmann Stadtwald. Die Oberleitungsplanung betrifft die Strecke 2423 Düsseldorf-Gerresheim – Mettmann Stadtwald. Bei der Errichtung der Oberleitungsanlage handelt es sich um einen Neubau einer Niederfrequenzanlage im Sinne der Vorschrift. Damit erfolgt neben der Überprüfung der Grenzwerte der 26. BImSchV auch eine Bestimmung von Minimierungsorten im Sinne der 26. BImSchVwV und deren Bewertung. Die Anbindung der elektrifizierten Strecke erfolgt über das DB Unterwerk Düsseldorf-Gerresheim über die Strecken 2525 und 2550 bis zum Abzweig der Strecke 2423. Im Unterwerk wird mit dieser Maßnahme keine zusätzliche Unterwerksleistung installiert, so wird die Separierung des Streckenanschlusses nicht als wesentliche Änderung der bestehenden Niederspannungsanlage betrachtet.

Im Planfeststellungsbereich II Regiobahn – Infrastruktur verläuft die Strecke 2423 zweigleisig und ohne Verstärkungsleitung.

Für die Prüfung auf maßgebliche Minimierungsorte ist der Bereich in 5 Abschnitte geteilt. Diese sind:

- Düsseldorf-Gerresheim km 5,529 – km 8,05
- Erkrath km 8,05 – km 9,95
- Neanderthal km 11,5 – km 11,9
- Mettmann km 12,7 – km 14,4
- Zentrum km 15,06 – km 15,08

	Ortslagen	Abstände in m														
		km	Stromart	I max/Gleis	Startwert	Gleismitte Hauptgleise	Gleismitte Nebengleise	FD-Höhe	Sys-Höhe	Expos >10m	Expos <10m	Exp.				
	Zentrum	15,083														
		15,06	AC1	313 A	-2	4,0 m		5,5 m	1,4 m			7,0 m				
	Mettmann		14,4	AC2								11,0 m				
			14	AC2								12,0 m				
			13,6	AC2	330 A	-2	4,0 m		5,5 m	1,4 m			9,0 m			
			13,5	AC2	331 A	-2	4,0 m		5,5 m	1,4 m	40,0 m					
			13,3	AC2	333 A	-2	4,0 m		5,5 m	1,4 m	80,0 m					
	Neandertal		12,7	AC2	340 A	-2	4,0 m		5,5 m	1,4 m	70,0 m					
			0									45,0 m				
			11,9													
			11,6													
			11,6	AC3	352 A	-4,5	9,0 m		5,5 m	1,4 m	10,0 m	10,0 m				
	Erkrath		11,5		353 A						70,0 m					
			0													
			0													
			0													
			9,95		371 A							65,0 m				
			9,62		375 A							60,0 m				
			0		484 A											
			8,89		383 A											
Düsseldorf-Gerresheim		8,68	AC4	385 A							16,0 m					
		8,6														
		8,48	AC4	388 A	-2	4,0 m		5,5 m	1,4 m			7,0 m				
		0														
		8,05		393 A							18,0 m					
Düsseldorf-Gerresheim		7,84		395 A							45,0 m					
		0														
		7,54		398 A												
		5,82	AC5	418 A							10,1 m					
		5,7	AC5	419 A	-2	4,0 m		5,5 m	1,4 m	12,0 m						
	5,67															
	5,529															

Bild 1: Projektbereich Elektrifizierung und zweigleisiger Ausbau PFA II

4.2 Düsseldorf-Gerresheim km 5,529 – km 8,05

In diesem Bereich gibt es keine maßgeblichen Minimierungsorte innerhalb des Bewertungsabstands, aber direkt angrenzend im Abstand größer 10 m und 12 m beidseits der Strecke. In weiterer Entfernung innerhalb des Einwirkungsbereichs befindet sich die Kita Wiesenwichtel ca. 65 m und der Waldkindergarten Gerresheim ca. 80 m und weitere Wohnbebauung im Abstand 20 m bis 30 m. Die Streckenströme verteilen sich auf die Oberleitungsanlagen beider Gleise und entsprechen den Speiseströmen des Streckenabschnitts. Die Feldberechnung für diesen Abschnitt erfolgt mit Modell AC5.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen in die Berechnung einbezogen.

4.3 Erkrath km 8,05 – km 9,95

Im Bereich Erkrath gibt es einen maßgeblichen Minimierungspunkt innerhalb des Bewertungsabstandes von 10 m zur Gleismitte. Das Wohnhaus befindet sich am Nordbahnhof und hat einen minimalen Abstand von 7 m. Weitere Bebauung befindet sich ca. 16 m südlich der Trasse. Im weiteren Verlauf nach der BAB 3 befindet sich Wohnbebauung nördlich der Strecke mit Abständen von 25 m, 60 m und ca. 70 m. Die Modellierung der Felder am maßgeblichen Minimierungsort im Bewertungsabstand erfolgt mit Modell AC4. Die Ergebnisse dieses Modells können auch zur Bewertung der Minimierungsorte im Einflussbereich verwendet werden.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen angenommen.

4.4 Neanderthal km 11,5 – km 11,9

Im Bereich Neanderthal gibt es eine Wohnbebauung auf der Grenze des Bewertungsabstandes. Diese wird als maßgeblicher Minimierungsort angesehen und deren Feldbelastung werden mit Schnitt AC3 berechnet. Ebenso mit der Berechnung AC3 können die Minimierungsorte im Einwirkungsbereich bei nördlich 70 m und südlich 45 m bezüglich Feldbelastung abgeschätzt werden.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen hinzugezogen.

4.5 Mettmann km 12,7 – km 14,4

In Mettmann beginnt die Wohnbebauung im weiteren Abstand südlich der Trasse mit Abständen von 40 bis 70 m. An der Talstraße erfolgt eine starke Annäherung bis 9 m nördlich. Im folgenden Bereich bis Beethovenstraße befindet sich die Bebauung ab 11 m, 12 m und 15 m etc. beidseitig der Strecke. Es gibt also einen maßgeblichen Minimierungsort innerhalb des Bewertungsabstandes am km 13,6. Für weitere maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich der Fahrstromoberleitung wird die Betrachtung durch repräsentative Bezugspunkte an der Grenze des Bewertungsabstandes geführt. Hierfür wird der Schnitt AC2 benutzt.

Bezüglich Hintergrundbelastung wurden keine Anlagen festgestellt.

4.6 Mettmann Zentrum km 15,06 – km 15,08

In diesem Abschnitt wird das Wohnhaus an der Eberfelder Straße (Abstand 7 m) als maßgebender Minimierungsort innerhalb des Betrachtungsbereichs mit Schnitt AC1 bewertet. Für die umgebende Bebauung außerhalb des Bewertungsbereichs wird Schnitt AC1 als repräsentativer Bezugspunkt benutzt.

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,

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 20.04.2016 keine Treffer bei zu berücksichtigenden Anlagen.

5.1 Schnitt AC1

Geometriedaten: Regelquerprofil zweigleisig mit Profilmasten beidseitig, Strecke 2423, km 15,06, Systemhöhe 1,4 m, Fahrdrahthöhe 5,5 m, Gleismittenabstand 4 m, keine Verstärkungsleitung
1 entfernte Erde

Ströme und deren Verteilungen:

Gesamtspeisestrom im Bereich nach Speisekonzept analog TK Beeinflussung 626 A
2 Streckenströme 313 A 40% Rückstrom Gleis
Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 2423 a 375 A

5.2 Schnitt AC2

Geometriedaten: Regelquerprofil zweigleisig mit Profilmasten beidseitig, Strecke 2423, km 12,7, Systemhöhe 1,4 m, Fahrdrahthöhe 5,5 m, Gleismittenabstand 4 m, keine Verstärkungsleitung
1 entfernte Erde

Ströme und deren Verteilungen:

Gesamtspeisestrom im Bereich nach Speisekonzept analog TK Beeinflussung 680 A
2 Streckenströme 340 A 40% Rückstrom Gleis
Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 2423 a 408 A

5.3 Schnitt AC3

Geometriedaten: Regelquerprofil zweigleisig mit Profilmasten beidseitig, Strecke 2423, km 11,6, Systemhöhe 1,4 m, Fahrdrathöhe 5,5 m, Gleismittenabstand 9 m, keine Verstärkungsleitung
1 entfernte Erde

Ströme und deren Verteilungen:
Gesamtspeisestrom im Bereich nach Speisekonzept analog TK Beeinflussung 704 A
2 Streckenströme 352 A 40% Rückstrom Gleis
Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 2423 a 422 A

5.4 Schnitt AC4

Geometriedaten: Regelquerprofil zweigleisig mit Winkelmast mit Mehrgleisauslegern bahnlinks, Strecke 2423, km 8,48, Systemhöhe 1,4 m, Fahrdrathöhe 5,5 m, Gleismittenabstand 4 m, keine Verstärkungsleitung
1 entfernte Erde

Ströme und deren Verteilungen:
Gesamtspeisestrom im Bereich nach Speisekonzept analog TK Beeinflussung 776 A
2 Streckenströme 388 A 40% Rückstrom Gleis
Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 2423 a 465 A

5.5 Schnitt AC5

Geometriedaten: Regelquerprofil zweigleisig mit Winkelmast mit Mehrgleisauslegern bahnlinks, Strecke 2423, km 5,7, Systemhöhe 1,4 m, Fahrdrathöhe 5,5 m, Gleismittenabstand 4 m, keine Verstärkungsleitung
1 entfernte Erde

Ströme und deren Verteilungen:
Gesamtspeisestrom im Bereich nach Speisekonzept analog TK Beeinflussung 838 A
2 Streckenströme 419 A 40% Rückstrom Gleis
Erdstrom entfernt 60% Streckenstrom 2423 a 503 A

6 Prüfung Grenzwerte 26. BlmschV und Bewertung der Minimierung

6.1 Düsseldorf-Gerresheim km 5,529 – km 8,05

Die Überprüfung der Grenzwerte der 26. BlmSchV des Schnittes AC5 ergibt innerhalb des Bewertungsabstandes, als auch an der Grenze des Bewertungsabstandes keine Grenzwertüberschreitung. Das Auftreten der elektromagnetischen Felder in der in Anlage AC5 gezeigten Höhe tritt unter bestimmten Bedingungen auf.

- In beiden Richtungen werden die Züge in Einfachtraktion gefahren,
- die Züge befinden sich zwischen Düsseldorf-Gerresheim und Mettmann Stadtwald,
- die Züge fahren mindestens 40 km/h und beschleunigen maximal.

Unter diesen Bedingungen können die dargestellten Feldstärken während ca. einer Minute auftreten. Durch Fahrplanoptimierungen (Verschiebungen um ca. 2 Minuten können Überlagerungen von Beschleunigungen und Bremsungen verhindert und die z.B. am km 5,7 auftretenden Feldstärken halbiert werden. Derartige Effekte sind mit anderen Minimierungsmaßnahmen (z.B. Einsatz Rückleiterseil) nicht zu erreichen.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

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

Die Minimierung der Felder erfolgt durch zweiseitige Speisung. Als weitere Maßnahme wird eine Fahrplanoptimierung höher bewertet als ein Einsatz von Rückleiterseilen.

6.2 Erkrath km 8,05 – km 9,95

Die Überprüfung der Grenzwerte der 26. BlmSchV des Schnittes AC4 ergibt für die Wohnbebauung an den Bezugspunkten der Berechnung, die an der Grenze des Bewertungsabstandes liegen, keine Grenzwertüberschreitung. Am maßgeblichen Minimierungsort "Bahnhofsgebäude" Erkrath Nord am km 8,48 treten auch keine Grenzwertüberschreitungen auf. Bezüglich Minimierungsmaßnahmen gelten an diesen Orten auch die Aussagen vom vorangegangenen Punkt 6.1.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

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

Die Minimierung der Felder erfolgt durch zweiseitige Speisung. Als weitere Maßnahme wird eine Fahrplanoptimierung höher bewertet als ein Einsatz von Rückleiterseilen.

6.3 Neanderthal km 11,5 – km 11,9

Die Überprüfung der Grenzwerte der 26. BlmSchV des Schnittes AC3 ergibt für die Wohnbebauung an den Bezugspunkten der Berechnung, die an der Grenze des Bewertungsabstandes liegen, keine Grenzwertüberschreitung. Am maßgeblichen

Minimierungsort am Haltepunkt Neanderthal, km 11,6 treten auch keine Grenzwertüberschreitungen auf.

Das Auftreten der elektromagnetischen Felder in der in Anlage AC3 gezeigten Höhe tritt unter bestimmten Bedingungen auf.

- In beiden Richtungen werden die Züge in Einfachtraktion gefahren,
- die Züge befinden sich zwischen Düsseldorf-Gerresheim und Mettmann Stadtwald,
- die Züge fahren mindestens 40 km/h und beschleunigen maximal.

Diese Bedingungen treten durch die zweiseitige Speisung im Bereich Neanderthal nicht auf. Es gibt nach aktuellem Fahrplan bis Mettmann Stadtwald keine Überlagerung von Zugströmen. Demnach können die in Anlage AC3 angegebenen Felder für den Fahrplanbetrieb halbiert werden. Weitere Minimierungsmaßnahmen werden wegen der relativ geringen Feldstärken nicht betrachtet.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

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

Wesentliche Minimierungen sind durch die zweiseitige Speisung und die Verwendung geeigneter Fahrplanlagen gegeben. Weiterführende Minimierungen der Feldstärken fallen dagegen minimal aus. Daher sind keine weiteren Minimierungsmaßnahmen aufgeführt.

6.4 Mettmann km 12,7 – km 14,4

Die Überprüfung der Grenzwerte der 26. BImSchV des Schnittes AC2 ergibt für die Wohnbebauung an den Bezugspunkten der Berechnung, die an der Grenze des Bewertungsabstandes liegen, keine Grenzwertüberschreitung. Am maßgeblichen Minimierungsort in der Talstraße am km 13,6 treten auch keine Grenzwertüberschreitungen auf. Die in der Anlage angegebenen elektromagnetischen Felder können bei 20 Minutentakt problemlos halbiert werden, da im Bereich bis Mettmann Stadtwald keine zwei Züge die Oberleitungsanlage mit maximalen Zugströmen gleichzeitig beaufschlagen müssen. Dagegen sind die Auswirkungen der verbleibenden, in der Verwaltungsvorschrift aufgeführten Maßnahmen, sehr gering.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

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

Wesentliche Minimierungen sind durch die zweiseitige Speisung und die Verwendung geeigneter Fahrplanlagen gegeben. Weiterführende Minimierungen der Feldstärken fallen dagegen minimal aus. Daher sind keine weiteren Minimierungsmaßnahmen aufgeführt.

6.5 Mettmann Zentrum km 15,06 – km 15,08

Die Überprüfung der Grenzwerte der 26. BImSchV des Schnittes AC1 ergibt für die Wohnbebauung an den Bezugspunkten der Berechnung, die an der Grenze des Bewertungsabstandes liegen, keine Grenzwertüberschreitung. Am maßgeblichen Minimierungsort an der Elberfelder Straße am km 15,06 treten auch keine Grenzwertüberschreitungen auf. Die in der Anlage angegebenen elektromagnetischen Felder können bei 20 Minutentakt problemlos halbiert werden, da im Bereich um Mettmann Stadtwald keine zwei Züge die Oberleitungsanlage mit maximalen Zugströmen gleichzeitig beaufschlagen müssen. Dagegen sind die Auswirkungen der verbleibenden, in der Verwaltungsvorschrift aufgeführten Maßnahmen, sehr gering.

Zusammengefasst ergibt sich für diesen Expositionsbereich:

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

Wesentliche Minimierungen sind durch die zweiseitige Speisung und die Verwendung geeigneter Fahrplanlagen gegeben. Weiterführende Minimierungen der Feldstärken fallen dagegen minimal aus. Daher sind keine weiteren Minimierungsmaßnahmen aufgeführt.

7 Zusammenfassung

Für die Planfeststellung der untersuchten Infrastruktur im PFA II konnte für alle Expositionen die Einhaltung der Grenzwerte und somit die Erfüllung der Vorsorgeforderung der 26. BImSchV ermittelt werden. Überlappungen von Einwirkbereichen dritter Niederspannungssysteme an maßgeblichen Minimierungsorten innerhalb des Bewertungsabstand ergaben sich nicht.

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 20.04.2016 liegen keine Anlagen im Einflussbereich des Planfeststellungsabschnitts und somit keine zusätzlichen zu beachtenden Feldanteile vor.

Die Forderungen der 26. BImSchV 2013 bezüglich der Minimierung der elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder wurden im Rahmen der Machbarkeit schon angewandt. Durch die geplante zweiseitige Speisung können in fast allen Fällen die elektromagnetischen Felder halbiert werden, wenn durch den Fahrplan das gleichzeitige Auftreten von Maximalströmen der einzelnen Züge verhindert wird. An den vorgefundenen (nicht nur für den vorübergehenden Aufenthalt vorgesehenen Bereichen) maßgeblichen Minimierungsorten wurden keine weiteren wirtschaftlich angemessenen Minimierungspotentiale der Bahnstromoberleitungsanlage zur Minimierung der elektromagnetischen Felder gefunden.

8 Abkürzungen

B-Feld:	Feld der magnetischen Induktion
BImSchV:	Bundes-Immissionsschutzverordnung
VwV:	Verwaltungsvorschrift
EMF:	Elektromagnetische Felder
EMV:	Elektromagnetische Verträglichkeit
E-Feld:	Elektrisches Feld
AC:	Wechselstrom
DC:	Gleichstrom
SÜ:	Straßenüberführung
EÜ:	Eisenbahnüberführung
IfB:	Institut für Bahntechnik
MHz:	Megahertz, Frequenz
HES:	Haupterdungsschiene
Hz:	Hertz
kV:	Kilovolt
μ T:	Mikro Tesla, Einheit der magnetischen Induktion
VL:	Verstärkungsleitung
PFA:	Planfeststellungsabschnitt

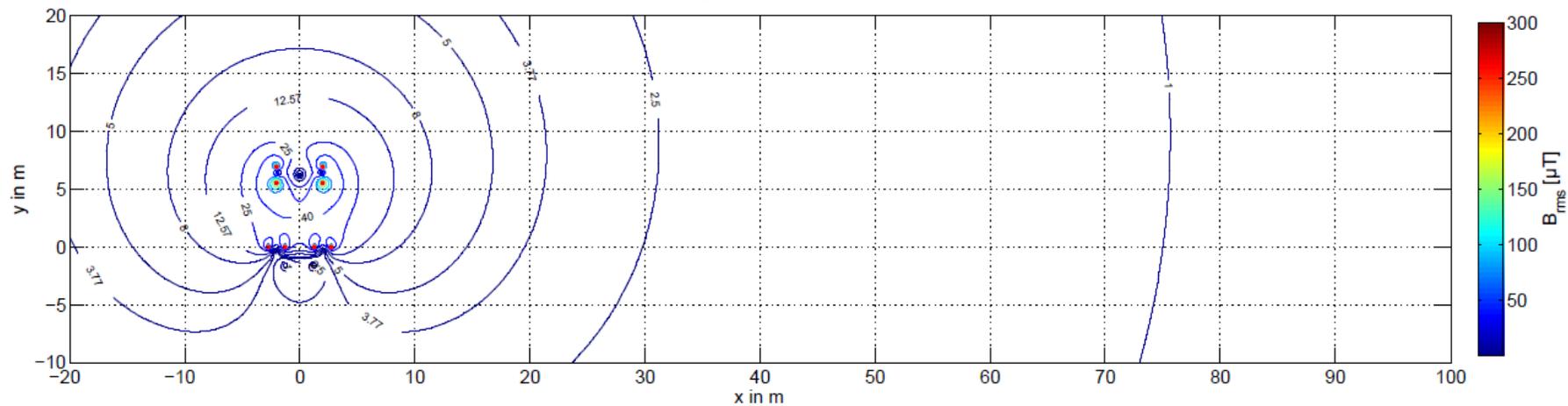
- Ende Dokument -



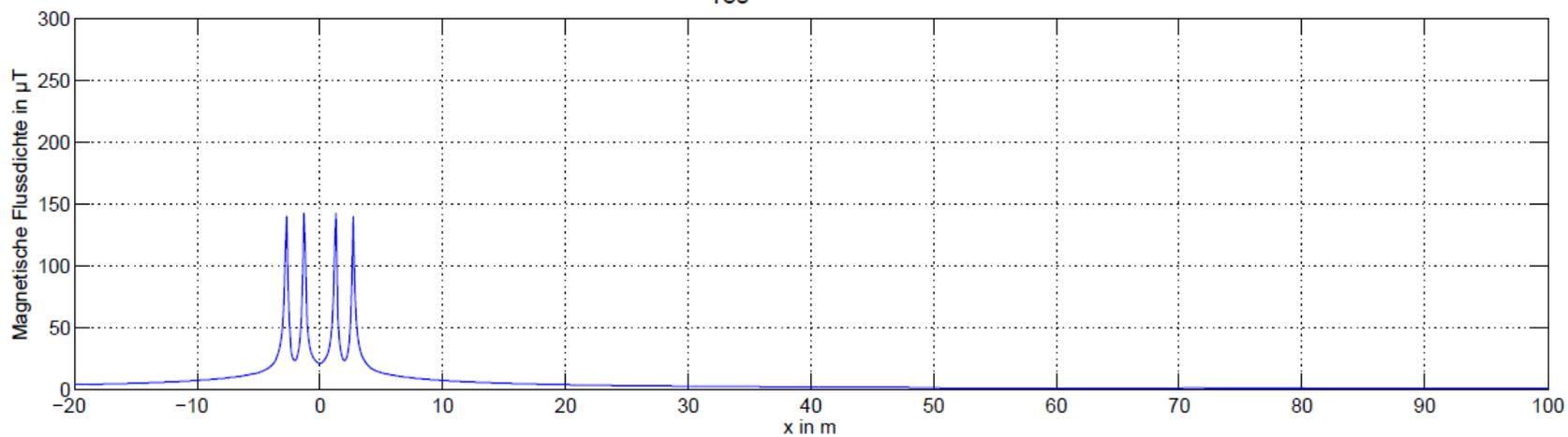
Dr.-Ing. Jochen Hietzge

9 Anlagen

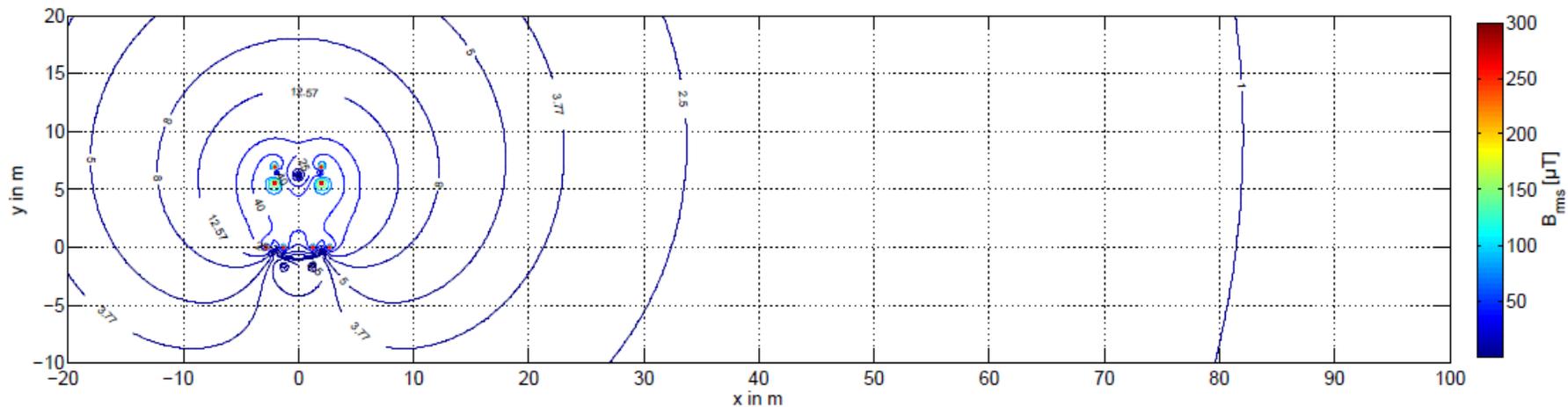
Schnitt AC 1



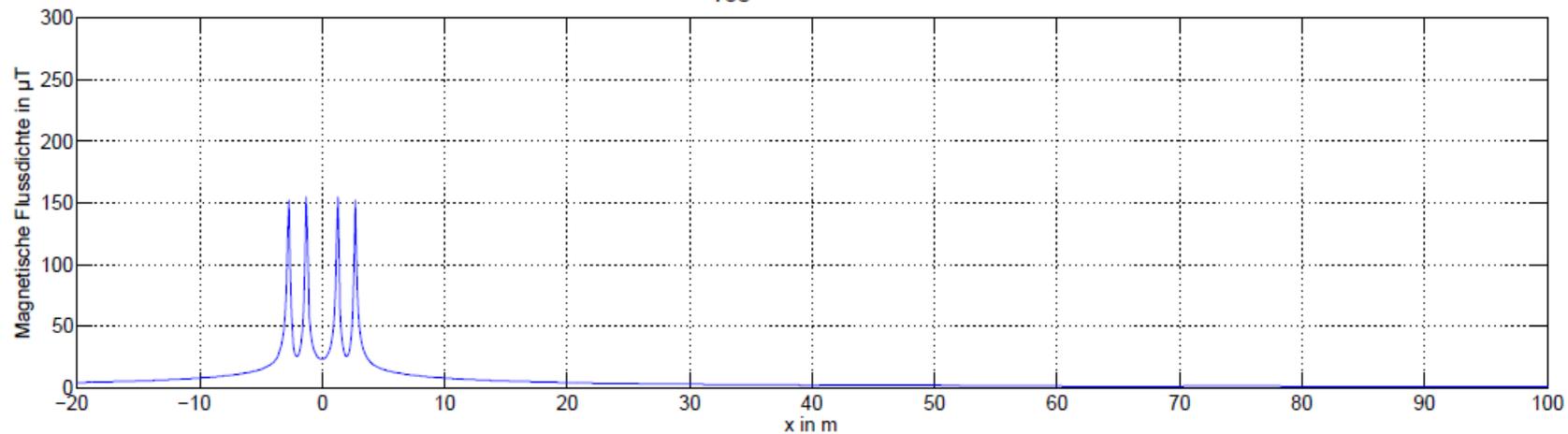
B_{res} für $y = 0.1$ m



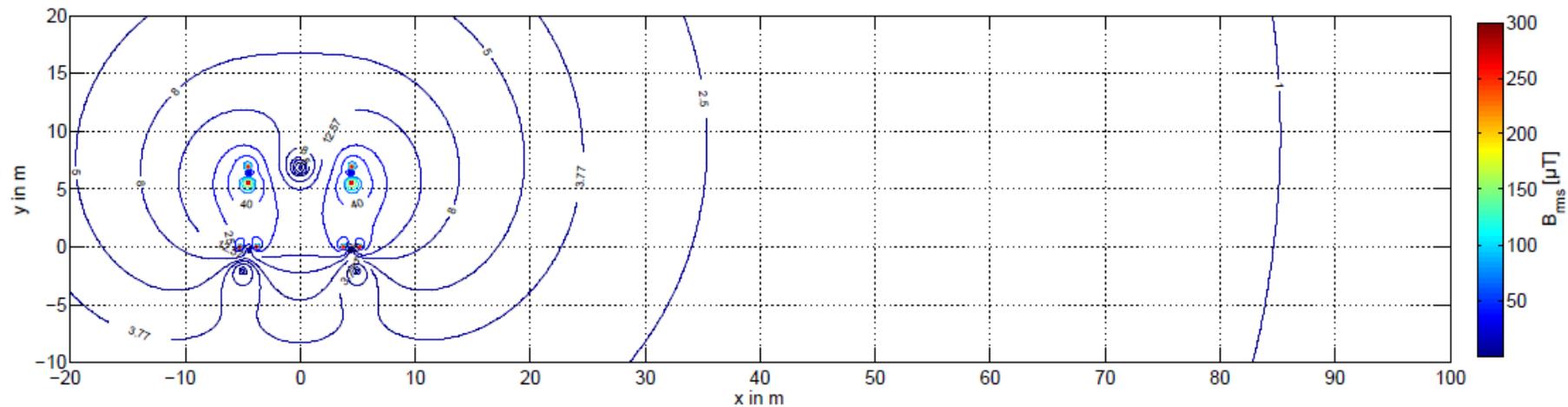
Schnitt AC 2



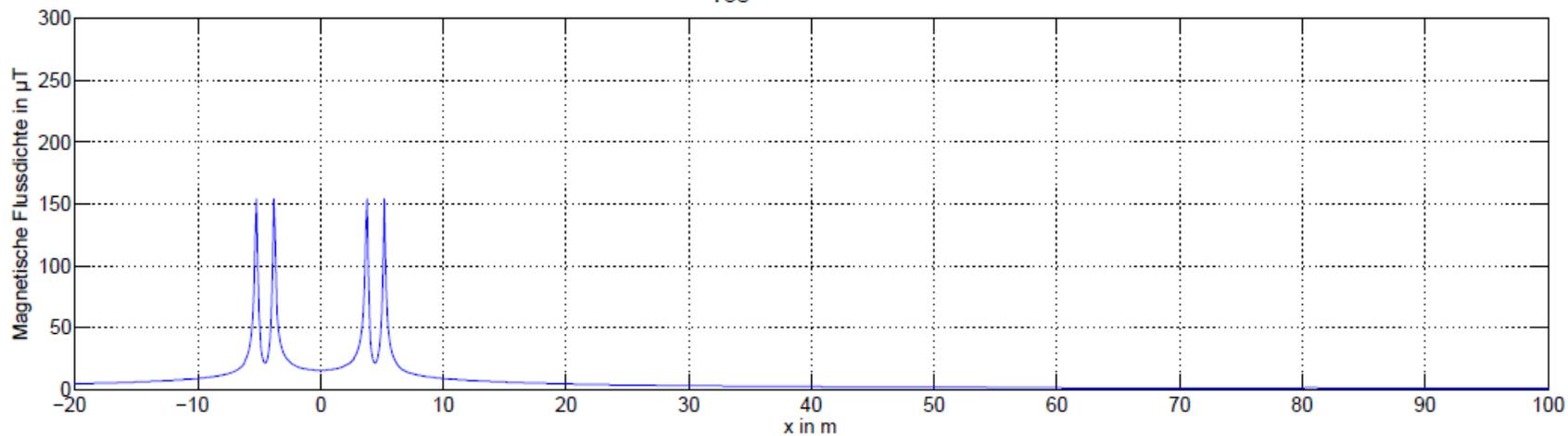
B_{res} für $y = 0.1$ m



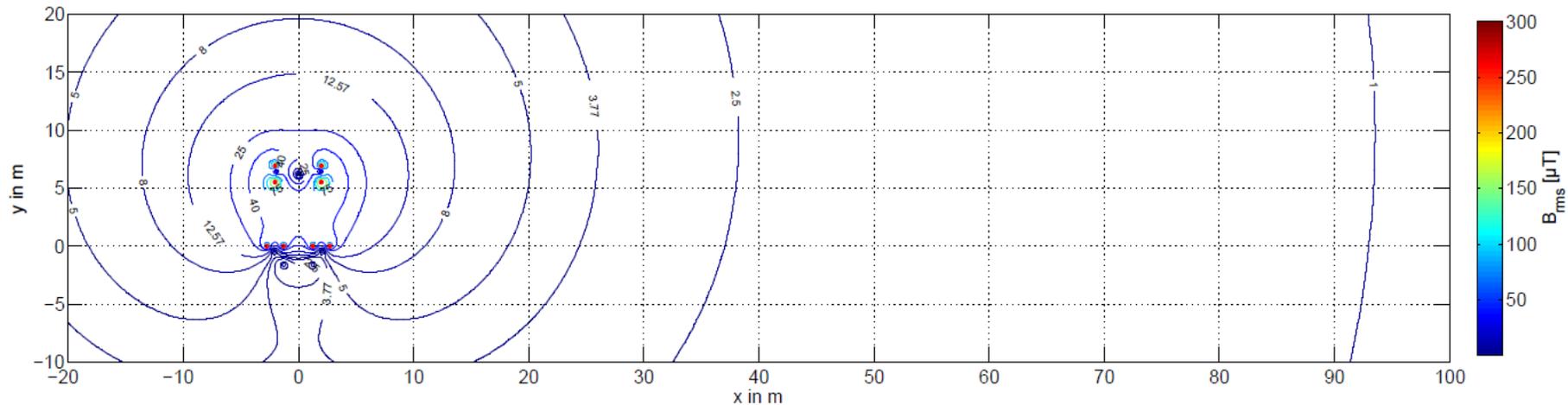
Schnitt AC 3



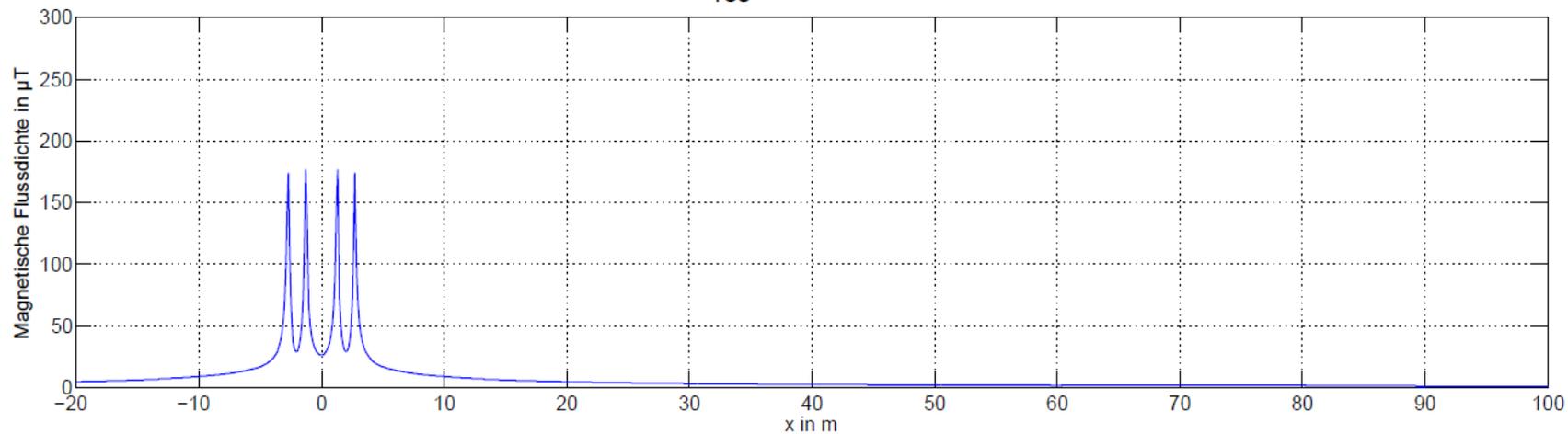
B_{res} für $y = 0.1$ m



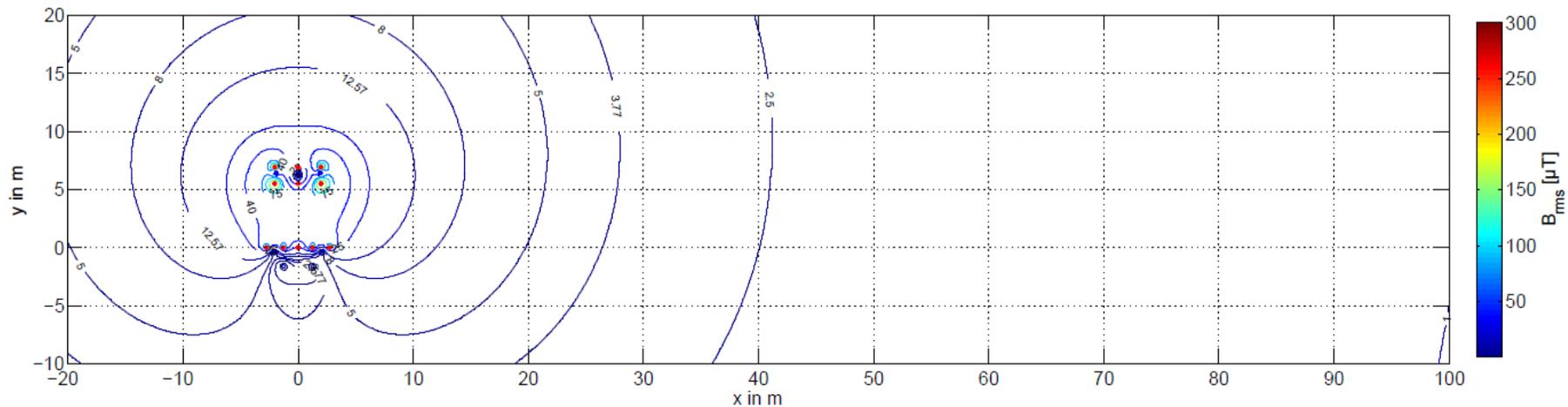
Schnitt AC 4



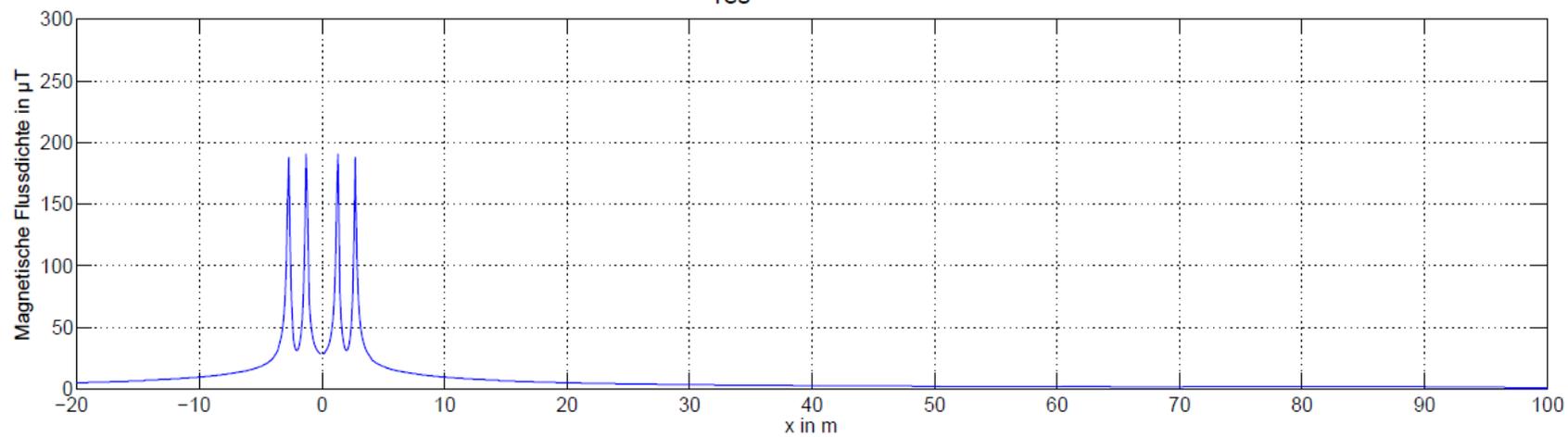
B_{res} für $y = 0.1$ m

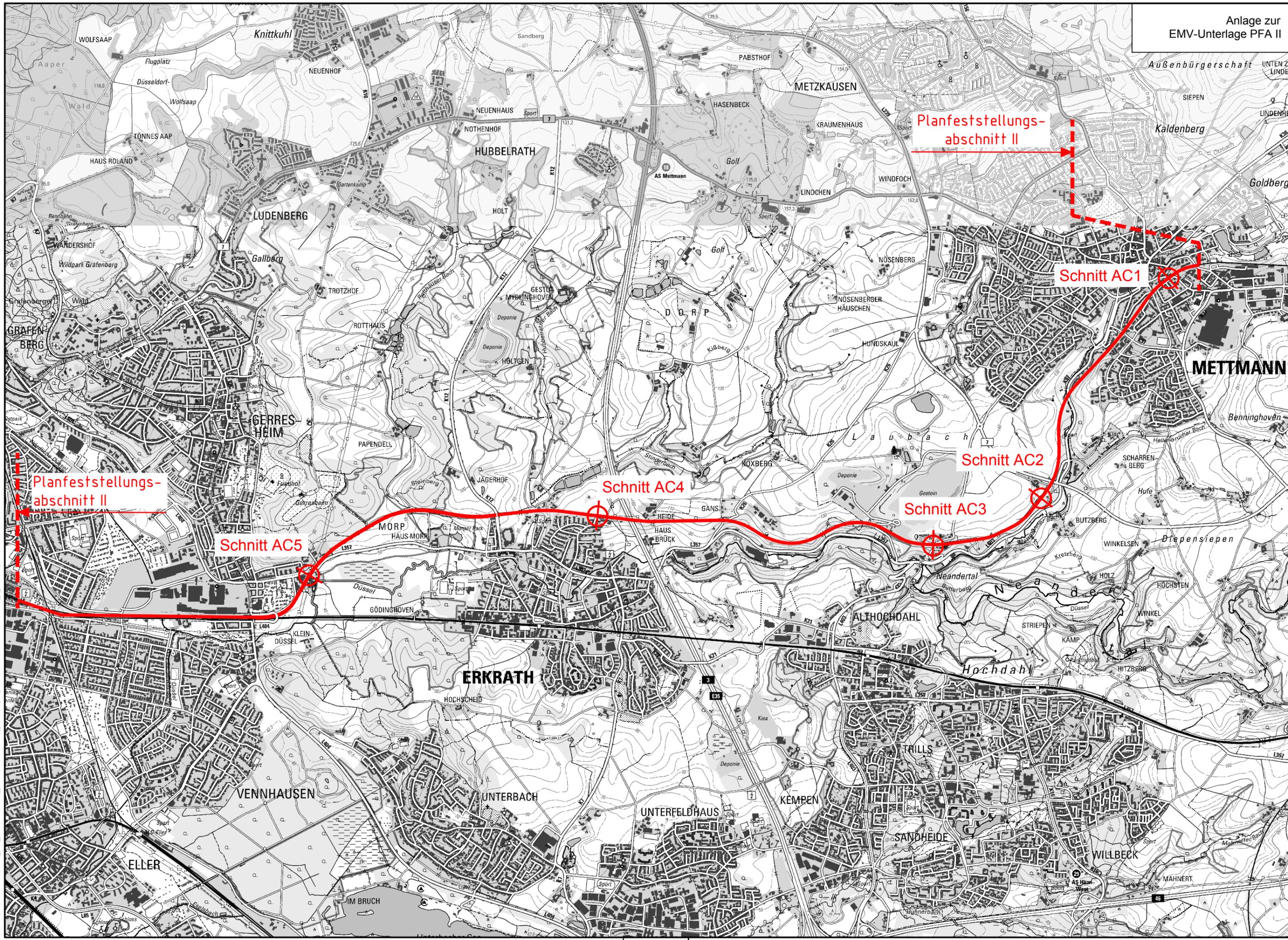


Schnitt AC 5



B_{res} für $y = 0.1$ m





Planfeststellungs-
abschnitt II

Schnitt AC1

Schnitt AC2

Schnitt AC3

Schnitt AC4

Schnitt AC5

Planfeststellungs-
abschnitt II