

# EMV - Gutachten

## Straßenbahnausbau Binger Straße

Projekt-Nr. 916070008

30.11.2022

Auftraggeber: Mainzer Verkehrsgesellschaft mbH  
Mozartstraße 8  
55118 Mainz

Ersteller:  Dietmar Ast

Geprüft  
Dr. Andriy Zynovchenko

## Rail Power Systems GmbH

Geschäftsbereich Vertrieb International & Business Development

Abteilung Systemdesign

Anschrift Frankfurter Strasse 111  
63067 Offenbach am Main  
Deutschland

Telefon +49 69 30859-413

E-Mail dietmar.ast@rail-ps.com

© Rail Power Systems GmbH – Alle Rechte vorbehalten.

Vervielfältigung (auch auszugsweise) sowie Weitergabe an Dritte nur mit schriftlicher Genehmigung der Rail Power Systems GmbH oder entsprechend den vertraglichen Bedingungen. Die Aussagen des Dokumentes gelten nur in ihrer Gesamtheit. Fotos und Grafiken, sofern nicht anders angegeben: Rail Power Systems GmbH.

Version	Datum	Änderung, Bemerkung	Initial
0.0	30.11.2022	Erstausgabe	AsD
1.0	21.04.2023	Editorielle Änderungen	AsD

## Inhalt

1	Aufgabenstellung .....	3
2	Berechnungs- und Bewertungsgrundlagen .....	3
2.1	Emissionsgrenzwerte.....	3
2.2	Minimierungsmaßnahmen .....	4
2.3	Betriebsbedingungen für die Berechnung .....	4
2.4	Geräte-EMV.....	4
3	Ergebnisse der Berechnungen.....	5
4	Zusammenfassung .....	6
5	Verordnungen, Normen und Vorschriften.....	7

# Gutachten zur elektromagnetischen Verträglichkeit für den Straßenbahnausbau Binger Straße

## 1 Aufgabenstellung

Die MVG plant den Neubau einer Gleisanlage auf der Binger Straße zwischen Münsterplatz und Aliceplatz. Die Fahrleitungsanlage besteht aus einer Einfachfahrleitung mit einem Querschnitt von  $120 \text{ mm}^2$  je Gleis und einer Verstärkungsleitung von  $120 \text{ mm}^2$  die zwischen den beiden Gleisen geführt wird. Die Gleisanlage besteht aus einem  $60 \text{ kg}$  Rillengleis. Der Gleismittenabstand beträgt maximal ca.  $5,5 \text{ m}$  und minimal ca.  $3,1 \text{ m}$ .

Die Straßenbahntrasse verläuft im Bereich der Binger Straße durch Wohn- und Geschäftsbebauung. Der geringste Abstand zum nächstgelegenen Gleis beträgt ca.  $8 \text{ m}$  für beide Gleismittenabstände, siehe Abbildung 2.

Mittels Berechnung der zu erwartenden magnetischen Gleichfeldänderungen soll beurteilt werden, ob mit einer Beeinträchtigung von Personen durch die, durch den Fahrbetrieb, verursachten Gleichfeldänderungen der Fahrleitungsanlage zu rechnen ist.

## 2 Berechnungs- und Bewertungsgrundlagen

### 2.1 Emissionsgrenzwerte

Die MVG betreibt ihr Straßenbahnnetz mit Gleichspannung, die in Gleichrichterunterwerken durch Heruntertransformieren aus dem Mittelspannungsnetz mit anschließender Gleichrichtung erzeugt und über Speise- und Rückleiterkabel der Strecke zugeführt wird.

Die eigentlichen Straßenbahnstrecken unterliegen nicht der 26. BImSchV. Zwar werden in der Verordnung zulässige Werte für Gleichfelder angegeben. Jedoch gelten diese nur für Anlagen mit einer Spannung von  $2000 \text{ V}$  und mehr.

Durch den Fahrbetrieb von Gleichstrombahnen entstehen magnetische Gleichfeldänderungen, die sich dem natürlichen Erdmagnetfeld (ca.  $50 \mu\text{T}$ ) überlagern. Hinsichtlich der Beurteilung einer möglichen Beeinträchtigung von Personen empfehlen die WHO und der Rat der Europäischen Union einen Basisgrenzwert von  $40 \text{ mT}$ . Dieser Wert gilt insbesondere für die Bereiche, in denen sich Einzelpersonen für eine erhebliche Zeit aufhalten, aber nicht zum Schutz von Arbeitnehmern am Arbeitsplatz. Unabhängig hiervon empfiehlt jedoch die Strahlenschutzkommission zur Vermeidung von Störbeeinflussungen von elektronischen Implantaten (z.B. Herzschrittmachern oder Defibrillatoren) ortsfeste Gleichstrom-Energieversorgungsanlagen so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass die auftretenden magnetischen Felder in nicht gekennzeichneten Bereichen, die Implantatträgern zugänglich sind, auch bei höchster betrieblicher Auslastung  $500 \mu\text{T}$  nicht überschreiten.

Bezogen auf einen Fahrstrom von  $1 \text{ kA}$  liegen im Allgemeinen die durch den Fahrbetrieb verursachten Gleichfeldänderungen in einem Abstand von  $10 \text{ m}$  von der Straßenbahntrasse in der Größenordnung von  $15 \mu\text{T}$ , siehe DIN EN 50121-2 [5]. Direkt unter der Fahrleitung treten höhere Werte auf, die bei der geplanten Straßenbahnstrecke jedoch deutlich kleiner sind als  $500 \mu\text{T}$ .

## 2.2 Minimierungsmaßnahmen

Die in Frage kommenden Minimierungsmaßnahmen sind auf ihre Verhältnismäßigkeit zu bewerten. Es kommen keine Maßnahmen in Betracht, die mit unvertretbarem Aufwand nicht im Verhältnis zu dem Nutzen stehen. Hierbei sind zum Beispiel die Immissionsreduzierung an den maßgeblichen Minimierungsorten, die Wirksamkeit der Maßnahmen, die Auswirkungen auf die Wartung und Verfügbarkeit der Anlagen sowie die Wirtschaftlichkeit (Investitions- und Betriebskosten) der Maßnahmen zu berücksichtigen.

- Abstandsoptimierung (Optimierung des Trassenverlaufs) zwecks Vergrößerung des Abstandes der Fahrleitung zu den maßgeblichen Minimierungsorten,
- Verlegung von Kompensationskabeln unter die Gleisachsen und ihre Verbindung mit der Fahrleitung in gewissen Abständen,
- Minimieren des Fahrstromes durch zweiseitige Speisung und Verkürzung der Abstände zwischen den Gleichrichter-Unterwerken.

Eine technisch-wirtschaftliche Bewertung einzelner Maßnahmen ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

## 2.3 Betriebsbedingungen für die Berechnung

Für die betrachtete Fahrleitungsstrecke soll die Berechnung für die höchste betriebliche Anlagenauslastung durchgeführt werden. Generell ist die höchste betriebliche Anlagenauslastung durch eine technische Grenze charakterisiert. Bei Freileitungen und Kabeln liegt die höchste betriebliche Anlagenauslastung beim höchsten thermischen Dauerstrom vor (siehe [4], Abschnitt II.3a.4). Im Projekt Neubau einer Gleisanlage auf der Binger Straße beträgt dieser 1180 A für die Gesamte Fahrleitungsanlage bestehend aus einer Einfachfahrleitung mit einem Querschnitt von 120 mm<sup>2</sup> je Gleis und einer Verstärkungsleitung von 120 mm<sup>2</sup> in Querkupplung. Grundlagen der thermischen Berechnung sind:

- Umgebungstemperatur 40°C,
- Windgeschwindigkeit 0,6 m/s,
- maximal zulässige Temperatur des Fahrdrahtes 80°C,
- maximale Abnutzung des Fahrdrahtes 20%.

## 2.4 Geräte-EMV

In DIN EN 50121-2 werden zusätzlich Grenzwerte für die Störaussendung des gesamten Bahnsystems in die Außenwelt angegeben. Allerdings beziehen sich die Angaben nur auf Felder von 9 kHz bis 1 GHz. Die dort genannten Werte liegen unterhalb der Störfestigkeitsanforderungen anderer elektrischer Geräte, so dass Beeinträchtigungen durch hochfrequente Felder in der Regel ausgeschlossen werden können.

Die für das magnetische Gleichfeld genannten Werte gewährleisten jedoch nicht zwangsläufig ein einwandfreies Funktionieren von hochempfindlichen wissenschaftlichen und medizinischen Geräten wie Elektrokronenrastermikroskope, Kernspintomographen usw. In diesen Fällen kann jedoch kein allgemeiner Grenzwert angegeben werden, sondern es sind Einzelfallbetrachtungen notwendig, um bewerten zu können, ob mit Beeinträchtigungen gerechnet werden muss. Nach der jetzigen Einschätzung konnten keine Einrichtungen mit hochempfindlichen Geräten in der Streckenumgebung identifiziert werden, die durch den geplanten Straßenbahnbetrieb beeinträchtigt werden könnten.

### 3 Ergebnisse der Berechnungen

Für die Ermittlung der magnetischen Felder einer Straßenbahnfahrleitung wird das Programmsystem CATFIELD verwendet. Mit den Eingangsdaten wie geometrische Leiteranordnung und Ströme einzelner Leiter (siehe Tabelle 1) errechnet das CATFIELD die magnetische Flussdichte in der Fahrleitungsumgebung nach dem Biot-Savart-Gesetz. Das CATFIELD-Modell ist in Abbildung 1 und die Berechnungsergebnisse in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellt.

Tabelle 1: Eingabedaten für die Magnetfeldberechnung mit CATFIELD

Leiter	3,1 m Gleismittenabstand		5,5 m Gleismittenabstand		Strom, A
	X, m	Y, m	X, m	Y, m	
Fahrdraht Gleis 1	-1,550	5,500	-2,75	5,500	1180 A
Fahrdraht Gleis 2	1,550	5,500	2,75	5,500	
Verstärkungsleitung	0,000	5,600	0,000	5,600	
Schiene 1 Gleis 1	-2,050	0,000	-3,250	0,000	-1180 A
Schiene 2 Gleis 1	-1,050	0,000	-2,250	0,000	
Schiene 1 Gleis 2	1,050	0,000	3,250	0,000	
Schiene 2 Gleis 2	2,050	0,000	2,250	0,000	

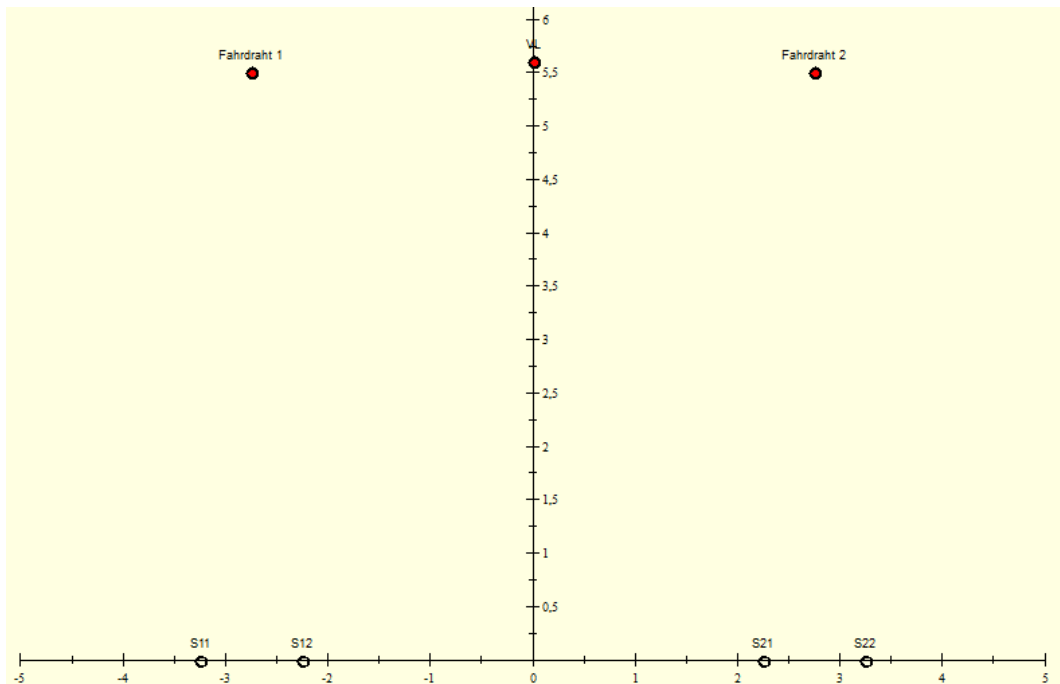


Abbildung 1 Leiteranordnung im Berechnungsmodell für einen Gleismittenabstand von 5,5 m

Die Fahrleitung verursacht bei einem Gleismittenabstand von 5,5 m an der Gebäudekante eine magnetische Gleichfeldänderung von  $13,3 \mu\text{T}$  und bei einem Gleismittenabstand von 3,1 m eine magnetische Gleichfeldänderung von  $14,9 \mu\text{T}$ , bezogen auf einen höchsten thermischen Dauerstrom von 1 180 A.

#### 4 Zusammenfassung

Durch den Neubau einer Gleisanlage auf der Binger Straße zwischen Münsterplatz und Aliceplatz treten hinsichtlich der 26. BImSchV keine unzulässig hohen elektrische und magnetische Felder auf, sodass nach dem heutigen Kenntnisstand eine Beeinträchtigung von Personen ausgeschlossen werden kann. Voraussetzung ist die technisch-wirtschaftliche Überprüfung und ggf. Umsetzung der Minimierungsmaßnahmen nach Abschnitt 2.2.

Einrichtungen mit wissenschaftlichen und/oder medizinischen Geräte, die besonders empfindlich gegen magnetische Gleichfeldänderungen sind, konnten in der Umgebung des Bauvorhabens nicht identifiziert werden.

## 5 Verordnungen, Normen und Vorschriften

- [1] 26. BImSchV  
Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder), 21.08.2013
- [2] 26. BImSchVVwV  
Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV,  
vom 26. Februar 2016 (BAntz AT 03.03.2016 B5)
- [3] Bekanntmachung der Begründung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV),  
durch Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit,  
vom 26. Februar 2016
- [4] LAI-Hinweise zur Durchführung der 26. BImSchV  
Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV)  
in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für  
Immissionsschutz am 17. und 18. September 2014 in Landshut
- [5] DIN EN 50121-2 (VDE 0115-121-2): Juli 2007  
Bahnanwendungen - Elektromagnetische Verträglichkeit –  
Teil 2: Störaussendungen des gesamten Bahnsystems in die Außenwelt
- [6] VDV-Mitteilung 5000  
Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) –  
Anwendung auf die elektrischen Energieanlagen von Gleichstrombahnen

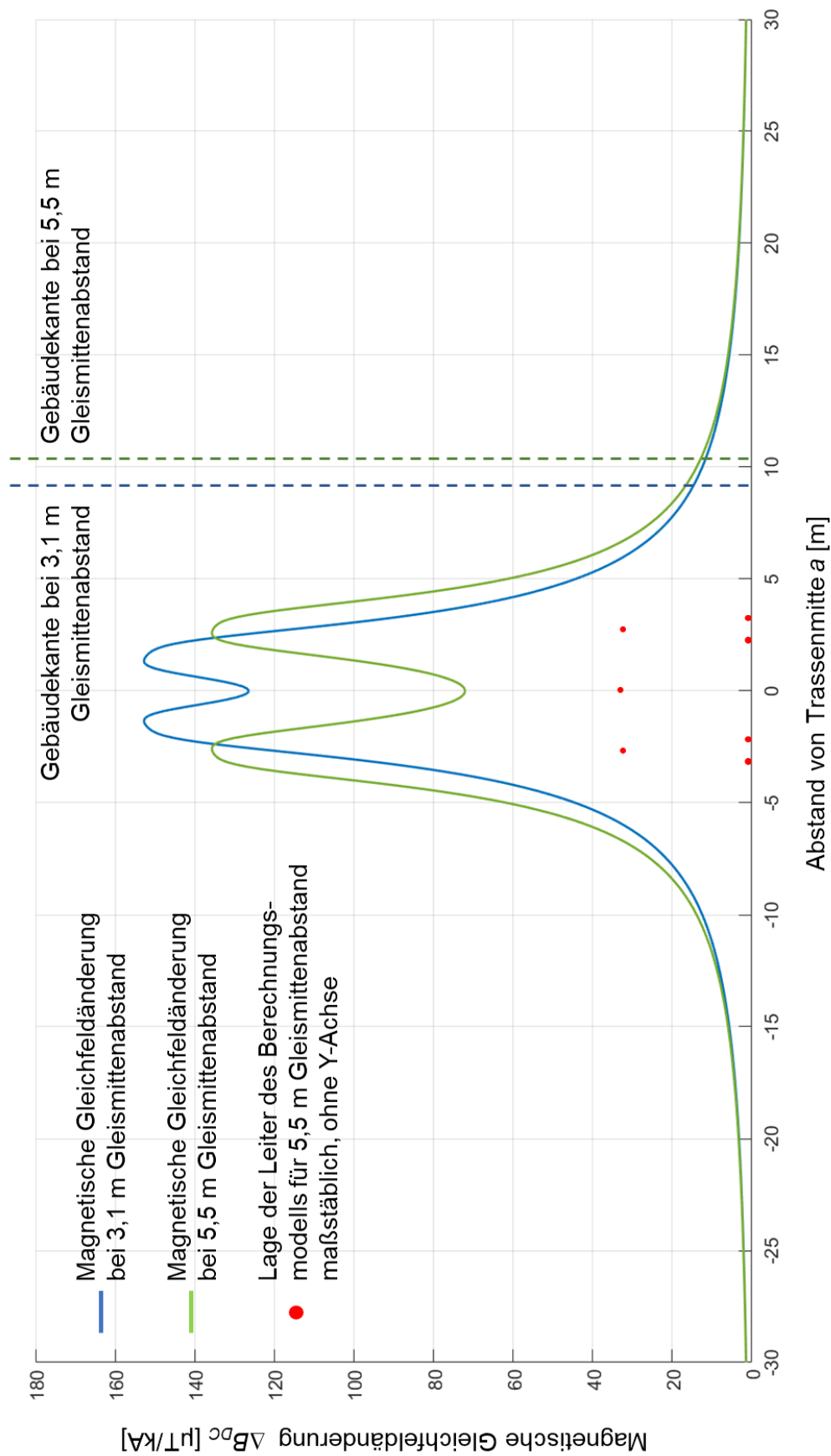


Abbildung 2 Magnetische Gleichfeldänderung für Fahrleitungsanlage in der Binger Straße, MVG, Schnitthöhe 1 m



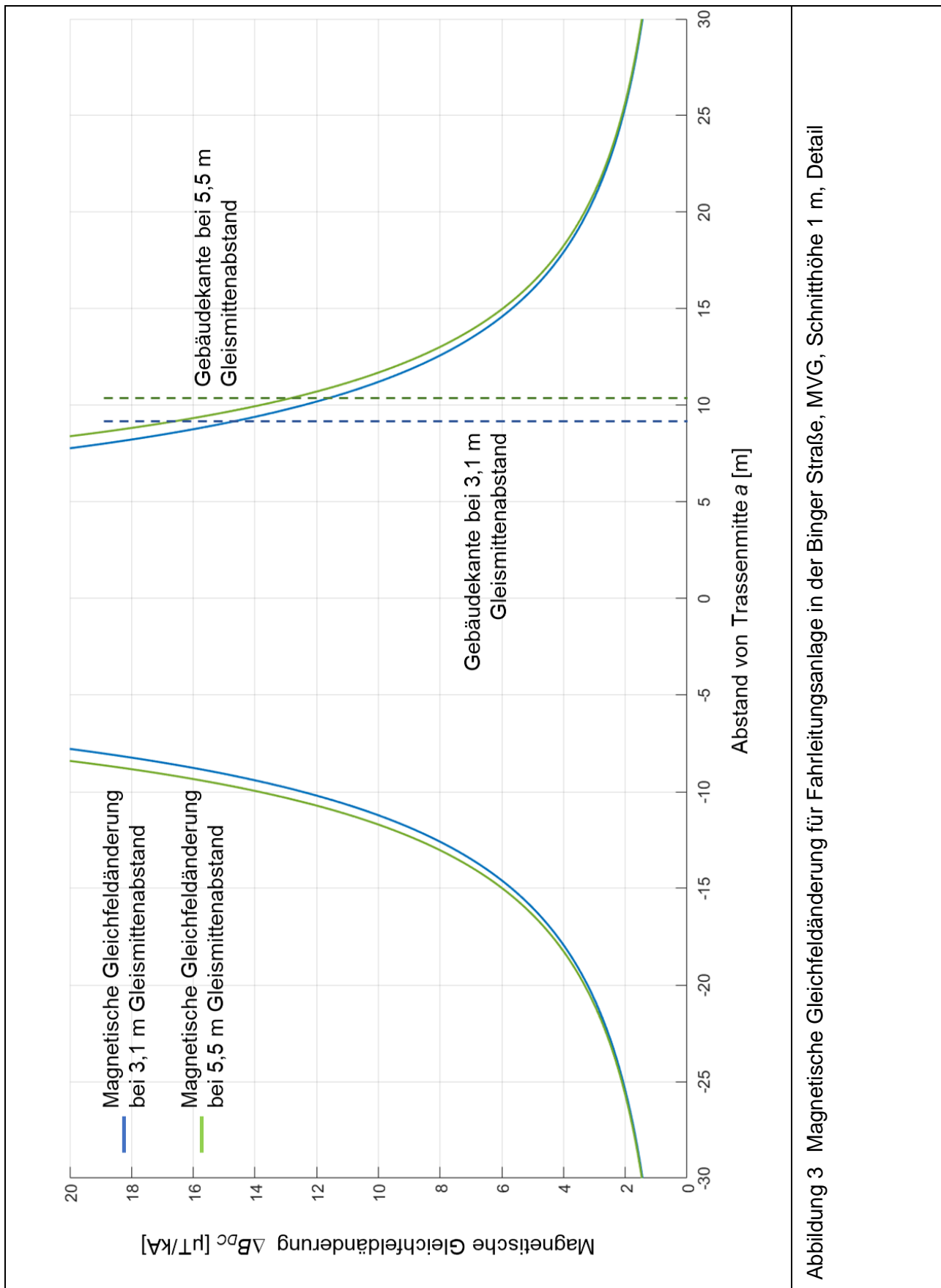


Abbildung 3 Magnetische Gleichfeldänderung für Fahrleitungsanlage in der Binger Straße, MVG, Schnitthöhe 1 m, Detail