



Studie

Ausfertigung PDF

Studie zur Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV §3 (3)

für die Stromleitungskreuzung zwischen

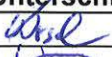
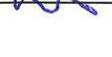
**1320 Ebenheim – Langensalza und
DB-Strecke 6296 Gotha – Leinefeld**

Inhaltsverzeichnis

Pos. 1	Erläuterungen
Pos. 2	Auswertung der Ergebnisse
Pos. 3	EMF-Berechnung zur 1320 Ebenheim – Langensalza
Pos. 4	Berechnungsprogramm Hersteller Zertifikat

Auftraggeber: TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG
Schwerborner Straße 30
99087 Erfurt
Bestellung-Nr.: 4757111553 vom 03.03.2021

Auftragnehmer: LTB Leitungsbau GmbH
Am Umspannwerk
15366 Neuenhagen
Auftrags-Nr.: P5120 08967

Verantwortlichkeiten	Struktureinheit	Datum	Name	Unterschrift
Erstellung	B1-E	10.09.2021	Kirsch	
Prüfung	B1-E	13.09.2021	Witt	
Freigabe	B1-E	13.09.2021	Witt	

 P5120 08967	Studie zur Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV §3 (3) 1320 Ebenheim – Langensalza und DB-Strecke 6296 Gotha – Leinefeld	Pos. 1 Seite 1 Seiten 5
	Erläuterungen	2021-09

1. Erläuterungen

1.1 Aufgabenstellung

Im Zuge des Ersatzneubaus der 110-kV-Leitungen Ebenheim – Langensalza wird die bestehende Kreuzung mit einer Bahnstrecke 6296 Gotha – Leinefeld (Kreuzungskilometer 22,847) der Deutschen Bahn (kurz DB) verändert.

Inhalt dieser Studie ist:

- die Berechnung der auftretenden elektrischen und magnetischen Felder ausgehend von den relevanten Niederfrequenzanlagen (16,7Hz- und 50Hz-Anlagen),
- die Ermittlung der Immissionsanteile von relevanten Hochfrequenzanlagen (bis 10MHz),
- die Summengrenzwertbildung der elektrischen und magnetischen Feldimmissionen gemäß 26. BImSchV §3 (3) und
- die Prüfung der Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte.

Die Berechnungen und Betrachtungen innerhalb dieser Studie beziehen sich auf die zu untersuchende Kreuzung. Dabei erfolgt der Grenzwertnachweis grafisch durch Isolinien (farbliche Abstufungen der Immissionen).

Auf Grundlage der Stromleitungskreuzungsrichtlinie 878.2201 Abschnitt 1 (7) ist die Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV nachzuweisen.

Der Nachweis erfolgt gemäß Ril 878 Modul 878.2201, unabhängig vom Vorhandensein maßgeblicher Immissionsorte.

Es gelten folgende Grenzwerte für die zu betrachtende Frequenz gemäß 26. BImSchV §3:

Frequenz (f)	Elektrische Feldstärke (E)	Magnetische Flussdichte (B)
16,7 Hz	5 kV/m	$(5000/f) \mu\text{T} \approx 300 \mu\text{T}$
50 Hz	5 kV/m	100 μT

Tabelle 1.1: Grenzwerte für EMF

Ziel dieser Studie ist der Nachweis auf Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte für elektrische und magnetische Felder nach der 26. BImSchV.

 P5120 08967	Studie zur Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV §3 (3) 1320 Ebenheim – Langensalza und DB-Strecke 6296 Gotha – Leinefeld	Pos. 1 Seite 2 Seiten 5
	Erläuterungen	2021-09

1.2 Berechnungsprogramm

Zur Berechnung der elektrischen und magnetischen Felder wird die Software **WinField – Electric and Magnetic Field Calculation** Version 2021 (Build 3218) der Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie – FGEU mbH verwendet. Eine Kopie des zugehörigen Hersteller-Zertifikats findet sich unter Pos. 5.

Die Berechnungen erfolgen allgemein für eine Nachweishöhe von 1 m über Boden (im Gebäude oder im Freien; vgl. 26. BImSchVV Nummer 4 /G3/).

Zur Ermittlung der elektrischen Feldstärke wird eine ungestörte, freie Fläche zu Grunde gelegt. Bewuchs und Bebauung werden als abschirmende Elemente nicht berücksichtigt (vgl. LAI-Hinweise Seite 46 /G4/).

Die grafischen Darstellungen bzw. Nachweise erfolgen durch Isolinien (angelehnt an LAI-Hinweise Abschnitt III.1 /G4/). Die Lage-Darstellung in den Berechnungen erfolgt anhand eines Lageplans, welcher sich auf die minimal notwendig darzustellenden Objekte bezieht (Schienen, Gebäude, etc.).

In den Darstellungen zu den Feldbildern wurden

- die Nachweisabstände (für 110-kV-Freileitungen bzw. Oberleitungen) [Cyan],
- die ruhenden Leiterseile und Trassenachse [Schwarz] sowie
- die Gleise [Magenta]

als gesonderte Linien dargestellt.

 P5120 08967	Studie zur Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV §3 (3) 1320 Ebenheim – Langensalza und DB-Strecke 6296 Gotha – Leinefeld	Pos. 1 Seite 3 Seiten 5
	Erläuterungen	2021-09

1.3 Grundlagen

Diese Studie stützt sich auf nachfolgende Veröffentlichungen:

- Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - **26. BImSchV**);
Stand: 14.08.2013
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV; **26. BImSchVVwV**
Stand: 26.02.2016
- **LAI**-Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder
Stand: 23.10.2014
- Freileitungen über AC 1kV – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen; **DIN EN 50341-1** (VDE 0210-1):2013-11
- Freileitungen über AC 1 kV – Teil 2-4: Nationale Normative Festlegungen (NNA); Deutsche Fassung; **DIN EN 50341-2-4** (VDE 0210-2-4):2016-04
- Leiter für Freileitungen – Leiter aus konzentrisch verseilten runden Drähten; **DIN EN 50182** im Stand der Berichtigung 2:2016-02
- Bautechnik, Leit-, Signal- u. Telekommunikationstechnik; Stromleitungskreuzungsrichtlinien; Planungsgrundsätze; **Ril 878 Modul 878.2201**
Stand: 01.01.2016
- Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen; Oberleitungsanlagen; Oberleitungsanlagen planen, errichten und instandhalten; DB Richtlinie; **Ril 997 Modul 997.01**
Stand: 01.04.2015
- Maschinen-, Energie und Elektrotechnik, Werkstättenwesen; Oberleitungsanlagen; Oberleitungsanlagen, Rückstromführung, Erdung und Potenzialausgleich; DB Richtlinie; **Ril 997 Modul 997.02**
Stand: 01.03.2013
- Handbuch für Hochspannungsleitungen: Niederfrequente Elektromagnetische Felder und deren wirksame Reduktion; Peter Bauhofer
Stand: 1994
- Fahrleitungen elektrischer Bahnen: Planung, Berechnung, Ausführung, Betrieb; Kießling, F.; Puschmann, R.; Schmieder, A.; Publicis Publishing
Stand: 2014, 3. Auflage

Grundlage für das Berechnungsmodell:

- 110-kV Hochspannungsfreileitung Ebenheim - Langensalza; Abschnitt: 15
Profilplan von Mast 69L bis Mast 72L
Ausgabe: 06.09.21 (EUROPTEN)

 P5120 08967	Studie zur Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV §3 (3) 1320 Ebenheim – Langensalza und DB-Strecke 6296 Gotha – Leinefeld	Pos. 1 Seite 4 Seiten 5
	Erläuterungen	2021-09

Es gelten folgende, sich daraus ergebende grundlegende Bedingungen:

- die Grenzwerte nach Anhang 1 bzw. nach §3 der 26. BImSchV,
- die Berücksichtigung aller Immissionen von Niederfrequenz- und Hochfrequenzanlagen (im Weiteren NF- und HF-Anlagen) nach 26. BImSchV §3 (3),
- der Nachweisabstand nach II.3.1 der LAI-Hinweise,
- die Nachweismethode nach Abschnitt 4 der 26. BImSchVVwV,
- die höchste betriebliche Anlagenauslastung nach II.3.3 LAI-Hinweise,
- der maximale betriebliche Dauerstrom bzw. die Dauerstrombelastbarkeit nach Tabelle F.19 der DIN EN 50182 sowie
- die höchste Betriebsspannung nach Tabelle 5.1 der VDE 0210-1.

Die Minimierung auf Grundlage der 26. BImSchV §4 (2), welche in der 26. BImSchVVwV geregelt wurde ist kein Bestandteil dieser Studie.

Bei DB-Gleisanlagen ohne Oberleitung wird der Nachweisabstand analog zu elektrifizierten Gleisanlagen angewendet.

 P5120 08967	Studie zur Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV §3 (3) 1320 Ebenheim – Langensalza und DB-Strecke 6296 Gotha – Leinefeld	Pos. 1 Seite 5 Seiten 5
	Erläuterungen	2021-09

1.4 Kreuzungsbereich: 1320 Ebenheim – Langensalza, Mast 71L – Mast 72L

Unterhalb des Freileitungsabschnittes Mast 71L – Mast 72L (vor dem Ersatzneubau mit alter Mast-Nr. Mast 74L – Mast 75L) befindet sich die eingleisige NICHT elektrifizierte Bahnstrecke 6296 Gotha – Leinefeld der Deutschen Bahn.

Daten der relevanten NF- und HF-Anlagen

TEN 1320 Ebenheim – Langensalza (Ebm-Lan)

zum Mast

Baureihe: A/1/16
Mastkopf: Horizontalmastbild für 2 Stromkreise

Beseilung

Leiter: 2x3x 2x 386-AL1/34-ST1A
LWL-Erdseil: 2x 122-AL3/51-A20SA

Betriebswerte

Frequenz: 50 Hz
Nennspannung: 110 kV
höchste. Betriebsspannung: 123 kV VDE 0210-1

Dauerstrombelastbarkeit: 1700 A DIN EN 50182

DB Bahnstrecke 6296 Gotha – Leinefeld

Kreuzungskilometer/Kreuzungsstelle 22,847 km
KEINE Elektrifizierung

Es liegen keine weiteren relevanten beeinflussenden

- NF-Anlagen und
- HF-Anlagen

im Betrachtungsbereich.

Das Vorhandensein von HF-Anlagen wurde geprüft über die EMF-Karte der Bundesnetzagentur (Stand 2021-08):

<https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Vportal/TK/Funktechnik/EMF/start.html?p=haFigqNsYXTLQEmN99xvbe-jbG5ny0AlQ2sAAAABoXoPoW2oRU1GS2FydGWbJK1TmlZGVyZnJlcXVlbnpBbmXhZ2VusFNtYWxsQ2VsbEFubGFnZW6hZIOhbMChacChc8!>

Hieraus resultieren folgende Nachweisbedingungen

Nachweisabstand TEN 1320 Ebm-Lan: 10 m (110-kV-Freileitung, ruhender äußerer Leiter)
Nachweisabstand DB Strecke 6296: 10 m (Gleismitte)
Nachweishöhe: 1 m (über Boden)

 P5120 08967	Studie zur Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV §3 (3) 1320 Ebenheim – Langensalza und DB-Strecke 6296 Gotha - Leinefeld	Pos. 2 Seite 1 Seiten 1
	Auswertung der Ergebnisse	2021-09

2. Auswertung der Ergebnisse

Im Kreuzungsbereich der 110-kV-Leitung Ebenheim – Langensalza mit der DB-Strecke 6296 Gotha – Leinefeld befindet sich außer der 110-kV-Freileitung keine weitere Niederfrequenzanlage. Die bestehende DB-Strecke ist nicht elektrifiziert und eine relevante Hochfrequenzanlage ist ebenfalls nicht vorhanden, sodass nur die Immissionen der 110-kV-Freileitung zu ermitteln waren.

Es wurden folgende maximalen Immissionswerte berechnet:

- magnetische Flussdichte 15,3 μ T
- elektrische Feldstärke 0,9 kV/m

Die Grenzwerte der 26.BImSchV werden eingehalten. Die Ermittlung der Summengrenzwerte ist nicht notwendig, da keine weiteren Immissionsanteile anderer relevanter Anlagen vorliegen. Somit genügt die Einhaltung der Grenzwerte mit 100 μ T und 5 kV/m für 50-Hz-Anlagen.

Es ergeben sich folgende Grenzwertausschöpfungen:

- magnetische Flussdichte 15,3 %
- elektrische Feldstärke 18,0 %

Die Grenzwerte der 26.BImSchV werden eingehalten und somit wird die Forderung der Stromleitungskreuzungsrichtlinie (Ril 878 Modul 878.2201) erfüllt.

	Studie zur Einhaltung der Summengrenzwerte der 26. BImSchV §3 (3) 1320 Ebenheim – Langensalza und DB-Strecke 6296 Gotha - Leinefeld	Pos. 3 Seite 1 Seiten 2
	EMF-Berechnung zur 1320 Ebenheim – Langensalza	2021-09

3. EMF-Berechnung zur 1320 Ebenheim – Langensalza

3.1 Magnetische Flussdichte Ebenheim – Langensalza M.71L – M.72L

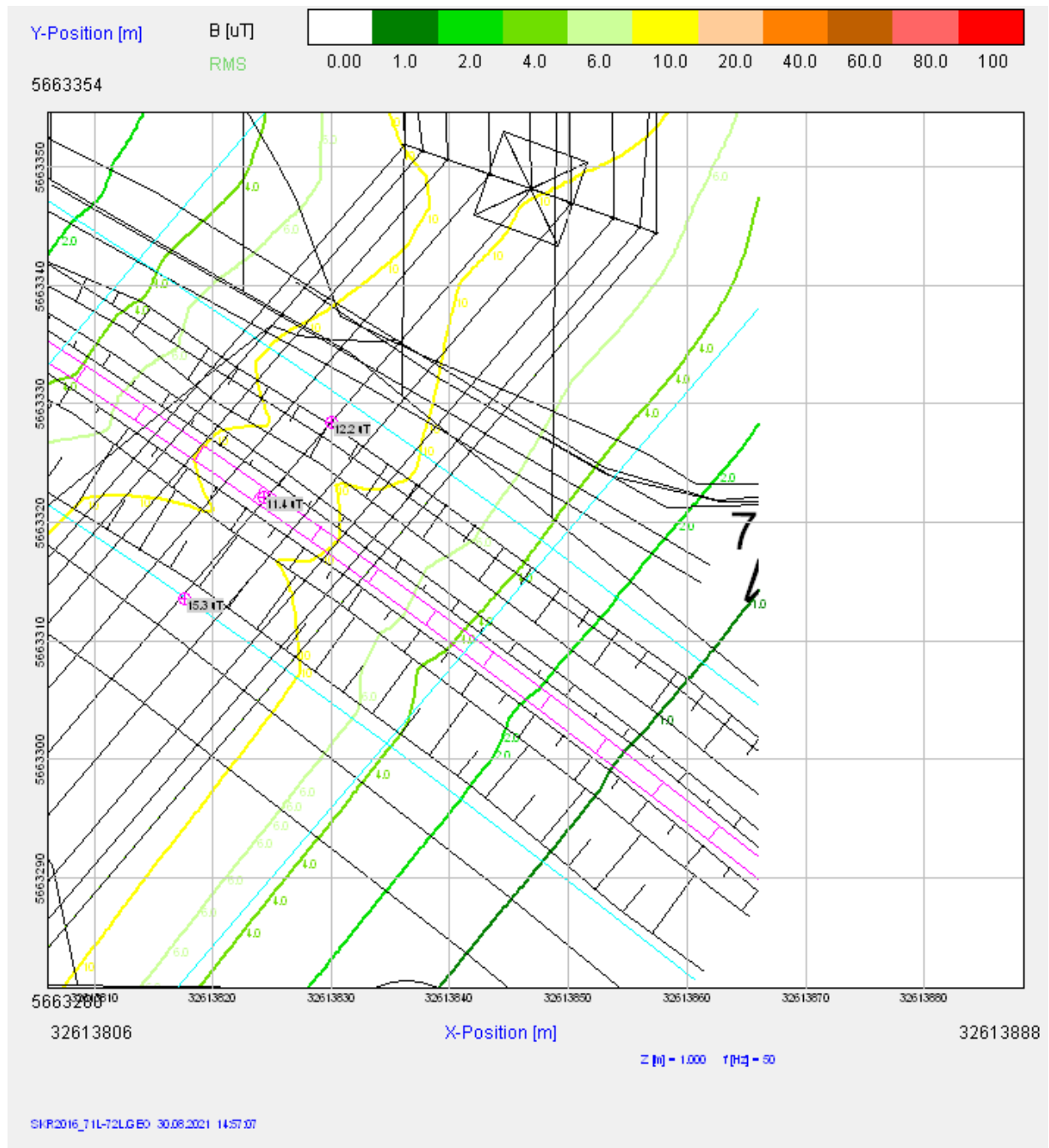


Bild 3.1: Magnetische Flussdichte / Kreuzungsbereich EbmLan / 50Hz

Ermittelter Höchstwert im Nachweisbereich: 15,3 μT
 Im Gleisbereich wurde ein Wert von 11,4 μT ermittelt.

Forschungsgesellschaft für Energie und
Umwelttechnologie - FGEU mbH

Hersteller Zertifikat

(Genauigkeit der Feld-, Leistungsflußdichte- und Schallpegelberechnung)

WinField / EFC-400 - Electric and Magnetic Field Calculation

ISSUER:	FGEU mbH	SERIAL NUMBER:	*****
PRODUCT NAME:	WinField / EFC-400	ISSUE DATE:	1.1.2021
PRODUCT RELEASE DATE:	1.1.2021	VERSION:	>= V2021

Die Software ist konform zu DIN EN 50413 mit folgender Berechnungsgenauigkeit:

Der Fehler der Feldberechnung an geraden Leitern beim bestimmungsgemäßen Einsatz der Software ohne die Berücksichtigung von Störeinflüssen durch Bebauung, Bewuchs oder ferromagnetische Materialien etc. beträgt für die magnetische Flußdichte 0.00001% und für die elektrische Feldstärke 0.0001%. Der Fehler der Feldberechnung für gerade Antennen ohne Berücksichtigung von Störeinflüssen beträgt im Fernfeld 0.0001%. Beim Einsatz von Antennenpattern wird der Gewinn bis auf 1% Genauigkeit durch Integration der Pattern bestimmt. Werden segmentierte Elemente wie z.B. kreis- oder spulenförmige Strukturen verwendet, erhöht sich der geometrische Fehler entsprechend der Fehlerdokumentation im Benutzerhandbuch. In der vordefinierten Standardeinstellung beträgt der Berechnungsfehler der magnetischen Flußdichte, der magnetischen und elektrischen Feldstärke, der Leistungsflußdichte sowie des Schallpegels, für die in der Software Dokumentation vorgesehenen Anlagenarten und Betrachtungsfälle ohne Störeinflüsse, folglich maximal:

maximaler Berechnungsfehler = 1.4 %

Die Vernachlässigung der Störeinflüsse durch Bebauung, Bewuchs oder ferromagnetische Materialien ist für die im Personenschutz maßgeblichen Abstände unerheblich, da die Berechnung in diesem Fall dem von der 26. BImSchV ausdrücklich stattgegebenen konservativen Ansatz entspricht und den 'worst-case' darstellt.

Besonderheiten:

Bei der benutzerdefinierten Konstruktion von Anlagen kann der Fehler entsprechend Fehlerdokumentation im Anhang des Benutzerhandbuches kleiner oder größer sein. Insbesondere wirkt sich ein geometrischer Fehler der Größe x% bei Eingabe der Anlagenmaße und Anlagenposition aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten als Fehler der Größe 2x% in der Feldberechnung aus. Dies gilt grundsätzlich, d.h. auch für Messungen an einer Referenzanlage, wenn sogenannte baugleiche Anlagen geometrische Abweichungen wie z.B. differierende Aufstellorte, Wandstärken etc. aufweisen.

Eine Vergleichbarkeit mit Meßwerten an Anlagen ist grundsätzlich nur bedingt gegeben, da normgerechte Meßverfahren die Feldstärken über eine Fläche von 100 cm² mitteln, wodurch bereits eine Erhöhung der Feldstärken um bis zu 78% gegenüber punktueller Feldmessung oder Berechnung gegeben sein kann.

Dr. rer. nat. Olaf Plotzke

unabhängiger Sachverständiger für "Elektromagnetische Umweltverträglichkeit - EMVU"


Forschungsgesellschaft
für Energie
und Umwelttechnologie GmbH
Yorkstr. 60, D-10965 Berlin, Tel 786 97 99, Fax 786 63 89