

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
BAUDYNAMIK & BAUPHYSIK
TECHNISCHE AKUSTIK

Messstelle zur Ermittlung der Emission
und Immission von Geräuschen und
Erschütterungen nach §26 BImSchG

Schallschutzprüfstelle DIN 4109
Zertifikat: VMPA-SPG-203-00-HE

Fehlheimer Str. 24 □ 64683 Einhausen
Telefon (06251) 9646-0
Telefax (06251) 9646-46

E-Mail: info@fritz-ingenieure.de
www.fritz-ingenieure.de

ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

Vorhaben:

Bebauungsplan B 158 „Hochschulweiterungsgelände
südlich des Europakreisels“ – 1. Änderung“ in Mainz

Untersuchungsumfang:

Prüfung der Belange des Erschütterungsschutzes hinsichtlich
der geplanten durch das Plangebiet führenden Straßenbahn-
trasse im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens

Bericht Nr.: **10251-VSE-1**
Datum: **20.12.2012**

Auftraggeber:

**Mainzer
Verkehrsgesellschaft mbH
Mozartstraße 8
55118 Mainz**

Sachbearbeiter:

**Dipl.-Phys. Peter Fritz
Dipl.-Phys. Magnus Holz**

Umfang des Dokumentes

Textteil: 18 Seiten

Anhang: 1 Seite

Inhaltsverzeichnis

1	Sachverhalt und Aufgabenstellung	4
2	Bearbeitungsgrundlagen	5
3	Beschreibung des Planvorhabens	6
4	Anforderungen an den Schwingungsschutz	6
5	Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise	9
6	Betriebsparameter der Stadtbahnstrecke	11
6.1	Fahrzeuge und Geschwindigkeiten	11
6.2	Geplante Oberbauformen	12
7	Berücksichtigung von Gebäudeeigenschaften	16
8	Untersuchungsergebnisse	17
9	Abschließende Bemerkungen	18

Anhänge

Anhang 1 : Einwirkungsplan

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Klassifizierung der Anhaltswerte v_{RMS} in [mm/s]	9
Tabelle 2:	Erforderliche Mindestabstände	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anhaltswerte für schwingungsempfindliche Anlagen	8
Abbildung 2:	Standardoberbau straßenbündiger Bereich	13
Abbildung 3:	Standardoberbau separater Gleiskörper–Schottergleis	13
Abbildung 4:	Standardoberbau separater Gleiskörper-Rasengleis	14
Abbildung 5:	Emissionsspektrum $v = 50$ km/h; Bezugsabstand 8 m	15
Abbildung 6:	Korrektursummanden für Gleisbögen	15
Abbildung 7:	Übertragungsfunktion Baugrund/Fundament	16

1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die Landeshauptstadt Mainz befasst sich derzeit mit der Änderung des Bebauungsplans Nummer B158 „Hochschulweiterungsgelände südlich des Europakreisels“. Der Geltungsbereich befindet sich südlich der Saarstraße (L419) im Anschluss an das östlich bereits bestehende Hochschulgelände. Das Plangebiet ist als Sondergebiet Hochschule und hochschulnahes Gewerbe ausgewiesen.

Die Änderung des gegenwärtig rechtswirksamen Bebauungsplanes wird erforderlich, da sich aus der Planung der Stadtbahnstrecke „Mainzelbahn“ Eingriffe in die im Bebauungsplan ausgewiesenen überbaubaren Flächen ergeben. Es besteht also das Erfordernis, dass die Ausweisung überbaubarer Flächen mit der Planung für die Mainzelbahn harmonisiert wird. Darüber hinaus muss im Rahmen des Änderungsverfahrens ebenfalls berücksichtigt werden, dass der Betrieb der geplanten Stadtbahnstrecke innerhalb des Plangebiets auch Emissionen aus Geräuschen und Erschütterungen hervorbringen wird, die zu Immissionen an schutzbedürftigen Nutzungen führen werden.

Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit den Belangen des Erschütterungsschutzes. Es ist allgemein bekannt, dass von schienengebundenen Verkehrssystemen Erschütterungsemissionen ausgehen, die in Gebäude übertragen werden und hier unter Umständen eine belästigende Wirkung für Personen entfalten können. Belästigungen von Personen können sich allerdings ausschließlich bei Schwingungsintensitäten ergeben, die üblicherweise für Personen wahrnehmbar sind. In Anbetracht des Sachverhaltes, dass die Trasse das Hochschulgelände durchfährt, ergibt sich hier ein erweitertes Konfliktpotenzial, weil auch schwingungssensible Laboreinrichtungen von Hochschulinstituten negativ durch Schwingungsimmissionen betroffen sein können. So sind für zahlreiche Laboreinrichtungen von deren Herstellern Zielvorgaben für die erforderlichen erschütterungstechnischen Umgebungsbedingungen definiert, die unter Berücksichtigung des zukünftigen Stadtbahnbetriebes nicht im gesamten überbaubaren Bereich eingehalten werden können. Es ist daher erforderlich, im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens nachvollziehbar darzulegen, welche schwingungstechnischen Qualitätskriterien für die Umgebungsbedingungen für unterschiedliche Standorte im Geltungsbereich des Plangebietes realisiert werden können.

Die vorliegende Erschütterungstechnische Untersuchung befasst sich also mit der Ermittlung geeigneter Festsetzungen und Hinweise, die in den Bebauungsplan aufgenommen werden können um eine angemessene Planungssicherheit für die Errichtung schwingungssensibler Laboreinrichtungen zu erreichen.

2 Bearbeitungsgrundlagen

Der durchgeführten schwingungstechnischen Untersuchung liegen die folgenden Unterlagen zu Grunde:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ Methods of Developing Vibration and Acoustic Noise Specifications for Microelectronics Process Tools, Colin C. Gordon, California – 1994
- /3/ ISO/TS 10811-2, “Mechanical vibration and shock Vibration and shock in buildings with sensitive equipment —Part 2:Classification”
- /4/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Juni 2001
- /5/ Erschütterungstechnische Untersuchung zur Streckennetzerweiterung der Straßenbahn Mainz; „Mainzelbahn“ - Ermittlung und Beurteilung der Einwirkungen durch schienenverkehrsinduzierte Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall auf Menschen in Gebäuden; FRITZ GmbH Bericht Nr. 10251-VVE-2 vom 14.11.2011
- /6/ DIN 45669 Teil 1 „Messung von Schwingungsimmissionen: Anforderungen an Schwingungsmesser“, September 2008
- /7/ DIN 45669 Teil 2 „Messung von Schwingungsimmissionen: Messverfahren“, Juni 2005
- /8/ Lagepläne und Querschnitte für die „Mainzelbahn“, Straßenbahnneubau Mainz, Maßstab 1:500 / 1:200 / 1:100 und 1:50 Mainzer Ver-

kehrsgesellschaft mbH und Mailänder Ingenieur Consult GmbH, Stand
Juli 2011

3 Beschreibung des Planvorhabens

Das Bebauungsplangebiet „Hochschulerweiterungsgelände südlich des Europakreisels“ befindet sich im Westen von Mainz. Der räumliche Geltungsbereich des Bebauungsplans umfasst eine Gesamtfläche von rund 35 ha. Das Areal wird im Norden durch die Saarstraße (L 491) und im Osten durch die Koblenzer Straße (K 3) begrenzt. Südlich des Plangebietes befindet sich das multifunktionale Stadion Mainz. Die zu dem Stadion führende Stadionstraße verläuft östlich des Plangebietes. Eine ÖPNV-Trasse quert das Gebiet in Ost-West-Richtung.

Die Bauflächen innerhalb des Bebauungsplans B158 sind als Sondergebiet „Hochschule und hochschulnahes Gewerbe“ ausgewiesen. Zulässige Gebäudehöhen betragen hier weiträumig maximal 14 m. Zwei kleinere Bauflächen etwa mittig des Plangebietes weisen eine zulässige Gebäudehöhe von maximal 30 m auf. Im südöstlichen Abschnitt wurden bereits Gebäude der Fachhochschule, sowie eine Wohnanlage der Johannes-Gutenberg-Universität errichtet.

Künftig soll die Straßenbahnlinie „Mainzelbahn“ den Geltungsbereich des Bebauungsplans B 158 durchfahren. Die Straßenbahntrasse quert das Gebiet hierbei von Nordosten über die Mitte und verlässt den Geltungsbereich anschließend südöstlich.

Die örtlichen Gegebenheiten sind im Übersichtslageplan in **Anhang 1** dokumentiert.

4 Anforderungen an den Schwingungsschutz

Als Anhaltswerte für zulässige Schwingungseinwirkungen auf hochempfindliche Anlagen bzw. auf sensible Nutzungen in Gebäuden werden häufig die von Colin G. Gordon entwickelten Schwingungskriterien (Vibration-Criteria VC) herangezogen. Diese Kriterien haben mittlerweile Eingang in den Entwurf der Norm ISO/TS 10811 („Mechanical vibration and shock – Vibration and shock in buildings with sensitive equipment“) /3/ gefunden. Hierin werden sowohl Kriterien für zulässige Schwingungen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Nutzungen in Gebäuden (z.B. Operationssäle)

als auch für hochempfindliche Anlagen wie z.B. optische Mikroskope oder Elektronenmikroskope angegeben. Die Anforderungen werden in Abhängigkeit von der Frequenz der Schwingung mit „Vibration Criteria“ (**VC**) bezeichnet und in die Kategorien A bis E untergliedert.

Eine Darstellung der Anforderungen für unterschiedliche Anlagen und Nutzungen ist in **Abbildung 1** zusammengestellt. Eine Beschreibung der einzelnen Anhaltswerte erfolgt in **Tabelle 1**.

Für allgemeine Büronutzungen werden zulässige Schwinggeschwindigkeiten v_{eff} [mm/s] im Frequenzbereich ab

$$f = 8 \text{ Hz}$$

von

$$v_{\text{eff}} = 0,4 \text{ mm/s}$$

angegeben. Schwingungsempfindliche Anlagen werden den Klassen **VC-A** bis **VC-E** zugeordnet. Anlagen der Klasse **VC-A** sind z.B. g-Wiegesysteme oder optische Mikroskope bis 400-fache Vergrößerung. Hier sind Schwinggeschwindigkeiten oberhalb einer Frequenz von 8 Hz von

$$v_{\text{eff}} \leq 0,05 \text{ mm/s}$$

als Anforderungswert zu Grunde zu legen. Die Anforderungen **VC-B** bis **VC-E** gelten vorrangig für optische Mikroskope bis 1000-facher Vergrößerung, für Einrichtungen zur Herstellung von integrierten Schaltungen bzw. für den Betrieb lithografischer Geräte.

Abbildung 1: Anhaltswerte für schwingungsempfindliche Anlagen

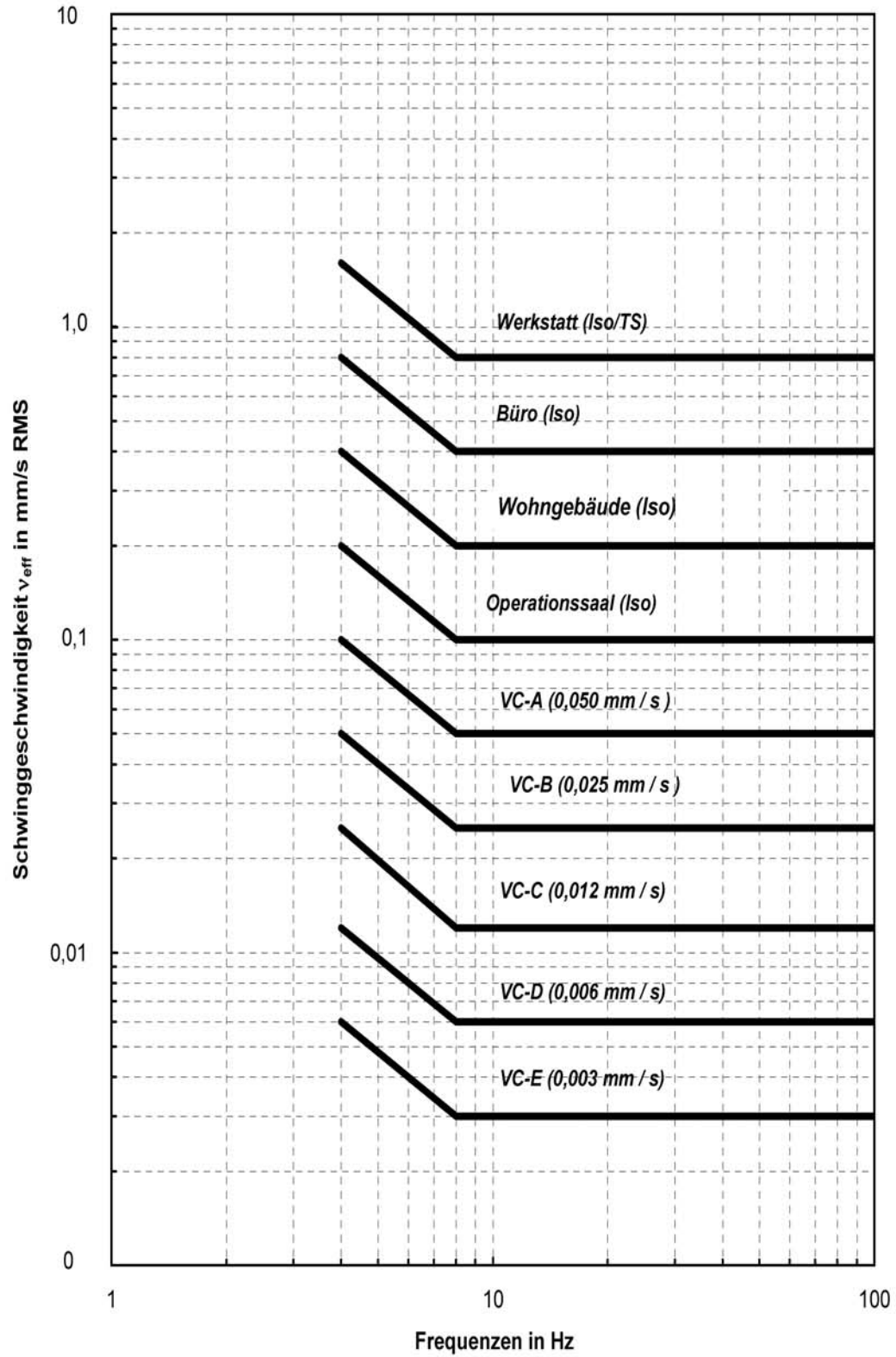


Tabelle 1: Klassifizierung der Anhaltswerte v_{RMS} in [mm/s]

Klasse	Schwinggeschwindigkeit	Anwendung
Werkstatt (Iso)	0,800	Gut spürbare Schwingungen. Anwendbar auf Werkstätten
Büro (Iso)	0,400 mm/s	Spürbare Schwingungen. Anwendbar auf Büros und unsensible Orte
Wohngebäude. (Iso)	0,200 mm/s	Gerade noch spürbare Schwingungen. Anwendbar auf Ruhezeiten in den meisten Fällen. Eventuell anwendbar auf Computer, einfache Mikroskope und Laborgeräte
Operationssaal (Iso)	0,100 mm/s	Schwingungen nicht spürbar. Geeignet für sensible Ruhezeiten. Vorwiegend geeignet für Mikroskope bis 100-fache Vergrößerung
VC-A	0,050 mm/s	Überwiegend geeignet für optische Mikroskope bis 400-fache Vergrößerung
VC-B	0,025 mm/s	Ein geeigneter Standard für optische Mikroskope bis 1000-fache Vergrößerung, lithographische Geräte (einschl. Stepper) bis 3 μ m Linienbreite
VC-C	0,012 mm/s	Ein guter Standard für die meisten lithographischen Geräte bis 1 μ m Linienbreite.
VC-D	0,006 mm/s	Überwiegend geeignet für anspruchsvolle Apparaturen einschließlich Elektronenmikroskop (REM und TEM) und E-Beam Systeme, die am Rande ihrer Leistungsfähigkeit arbeiten
VC-E	0,003 mm/s	Kriterium ist schwer einzuhalten. Geeignet für höchst sensible Systeme einschließlich Lasergeräte mit langen optischen Weglängen und anderen Systemen mit außergewöhnlich hohen dynamischen Stabilitätsanforderungen.

5 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

Soweit empfindliche wissenschaftliche Geräte den Einwirkungen durch Erschütterungen ausgesetzt sind, kann es zu Beeinträchtigungen von wesentlichen Betriebsfunktionen der Geräte kommen. Demzufolge ist es erforderlich, im Rahmen der Bebauungsplanänderung auf die sich hieraus ergebenden Konfliktpotenziale einzugehen. Üblicherweise existieren für alle Geräte in Abhängigkeit von ihrer Funktionsweise, ihrer Leistungsfähigkeit

higkeit und ihren Konstruktionsweisen individuelle Anforderungen an tolerierbare Erschütterungseinwirkungen. Diese Anforderungsprofile sind bei der Standortplanung bzw. bei der Bewertung möglicher Standorte für wissenschaftliche Einrichtungen bzw. hochempfindliche Produktionseinrichtungen zu beachten. Für unterschiedliche Geräteklassen werden typische Anforderungen in /2//3/genannt. Diese Anforderungen, die üblicherweise als Funktion der Frequenz angegeben werden, haben als „VC-Curves“ („vibration criteria“) Eingang in die Normung gefunden.

Die VC-Kurven stellen dabei eine konstante Grenzkurve der Schwinggeschwindigkeit im Frequenzbereich zwischen 8 und 100 Hz in Terzbandbreite dar. Einzelne Erschütterungseinwirkungen dürfen in den einzelnen Terzbändern nicht überschritten werden. Bei der praktischen Bewertung dieser Anforderungsprofile ist zu beachten, dass die Anforderungen bis zum Kriterium VC-C typischerweise in normalen Gebäuden eingehalten werden können. In Geschossbereichen von Gebäuden macht der Einsatz von Geräten dieser Kategorie aufgrund von personeninduzierten Eigenschwingungen der Deckenfelder häufig bereits besondere Vorkehrungen (Lagerung) erforderlich.

Geräte der Kategorie VC-D und zum Teil auch VC-E können nur in ganz besonderen Ausnahmefällen (zum Beispiel für kleine und leichte Geräte auf aktiv kompensierenden Lagerungen) in Geschossbereichen von Gebäuden betrieben werden. Selbst in Fundamentbereichen bedingen diese Geräte zumeist besondere bauliche Vorkehrungen, wie tief abgestimmte Lagerungen auf schweren Sonderfundamenten.

In Anbetracht des Sachverhaltes, dass die für die Erweiterung von Hochschuleinrichtungen verfügbaren Flächen sich zukünftig im Einwirkungsbereich einer Stadtbahnstrecke befinden werden, sollte der Bebauungsplan geeignete den Erschütterungsschutz betreffende Hinweise zu den jeweiligen Umgebungsbedingungen enthalten und so eine sachgerechte Standortplanung für die Errichtung und den Betrieb schwingungssensibler Anlagen zu ermöglichen.

Um nun räumliche Abgrenzungen im Bereich der überbaubaren Flächen vornehmen zu können, werden flächendeckende Ausbreitungsberechnungen der zukünftig vom Stadtbahnbetrieb ausgehenden Erschütterungsimmissionen vorgenommen. Hierbei wird auf die Untersuchungsergebnisse und Erkenntnisse zurückgegriffen, die im Rahmen der Erschütterungs-

technischen Untersuchung /5/ für den zukünftigen Betrieb der Stadtbahnstrecke im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens gewonnen wurden. Anschließend werden die Linien gleicher Schwinggeschwindigkeit dargestellt, die gerade den Anforderungswerten für die einzelnen Vibrationskriterien entsprechen. Die Darstellung dieser Linien gleicher Schwinggeschwindigkeit liefert die Information zu möglichen Standorten schwingungsempfindlicher Laboreinrichtungen. Alle Orte, die einen geringeren Abstand zur zukünftigen Stadtbahntrasse aufweisen, als die jeweilige VC-Kurve, sind voraussichtlich nicht geeignet, da hier höhere Schwingungsimmissionen zu erwarten sind, als sie dem jeweiligen VC-Kriterium entsprechen. Hingegen sind alle Orte jenseits der betreffenden Linie für die Aufstellung entsprechender Laboreinrichtungen geeignet.

Bei den Betrachtungen wird vereinfachend davon ausgegangen, dass sämtliche sensiblen bzw. besonders sensiblen Laboreinrichtungen in Kellerräumen oder auf nicht unterkellerten Bodenplatten von Gebäuden aufgestellt werden. Das Übertragungsverhalten der jeweiligen Gebäude, insbesondere das Übertragungsverhalten von Geschosdecken, wird in dieser Darstellung nicht berücksichtigt. Als Ergebnis dieser Betrachtung erhält man also so genannte Betroffenheitskorridore, die umso breiter sind, je höher die schwingungstechnischen Anforderungen an sensible Laborgeräte sind. Es wird empfohlen, dass diese Korridore in den Bebauungsplan nachrichtlich, d.h. als Hinweis, aufgenommen werden.

6 Betriebsparameter der Stadtbahnstrecke

6.1 Fahrzeuge und Geschwindigkeiten

Für die Ermittlung der Schwingungseinwirkungen im Bereich der geplanten Stadtbahnstrecke ist die Kenntnis der Intensität von Schwingungsimmissionen während des Vorbeifahrtvorganges erforderlich. Die Intensität am Einwirkungsort wird maßgeblich durch die fahrzeugspezifische Emission sowie die gelände- und gebäudespezifische Übertragung geprägt. Da hinsichtlich der Aufstellung und des Betriebes schwingungssensibler Laboreinrichtungen davon ausgegangen wird, dass diese nicht auf frei schwingenden Deckenfeldern erfolgen wird, können die gebäudespezifischen Übertragungen innerhalb von Gebäuden unberücksichtigt bleiben. Es wird lediglich die Übertragung von Baugrund auf das Gebäudefundament berücksichtigt.

Auf dem zu untersuchenden Streckenabschnitt werden ausschließlich die nachfolgend aufgeführten Straßenbahnfahrzeuge eingesetzt:

Baureihen GT6M-ZR, M8C Fahrzeuglänge	l = 27 m,
Baureihen Variobahn, Fahrzeuglänge	l = 30 m,

Die vorliegende Untersuchung wurde für die beiden genannten Fahrzeugtypen durchgeführt. In Anbetracht des Sachverhaltes, dass hier lediglich die maximalen Schwingungseinwirkungen bei Vorbeifahrten von Stadtbahnzügen von Relevanz sind, spielt die Häufigkeit derartiger Vorbeifahrten, das heißt, das zukünftige Betriebsprogramm der Strecke, keine Rolle.

6.2 Geplante Oberbauformen

In **Abbildung 2** ist die geplante Oberbauform für die straßenbündigen Streckenabschnitte dargestellt. Die Planung sieht Rillenschienen auf einer bituminösen Tragschicht vor. Der Anschluss der Schienen an die geschlossene Deckschicht wird mit einem bituminösen Fugenverguß hergestellt. Der Bereich unterhalb der Tragschicht wird mit 15 cm Füllbeton oberhalb der Frostschutzschicht verfüllt.

In **Abbildung 3** ist der Standardoberbau für Streckenabschnitte mit eigenem Gleiskörper (**Schottergleis**) dargestellt. Der Standardoberbau besteht aus auf Schwellen montierten Rillenschienen auf einem 20 cm hohen Schotterbett.

Im Campusbereich verläuft die Trassenführung der Mainzelbahn parallel zur Saarstraße. In diesem Streckenabschnitt wird ein Richtungsgleis als geschlossener Oberbau mit Busspur (**Abbildung 2**) ausgeführt und das andere Richtungsgleis als Schottergleis (**Abbildung 3**).

Einige Streckenabschnitte mit eigenem Gleiskörper werden als Rasengleis ausgeführt. Dieser in **Abbildung 4** dargestellte Oberbau entspricht aus erschütterungstechnischer Sicht dem Schottergleis.

Abbildung 2: Standardoberbau straßenbündiger Bereich

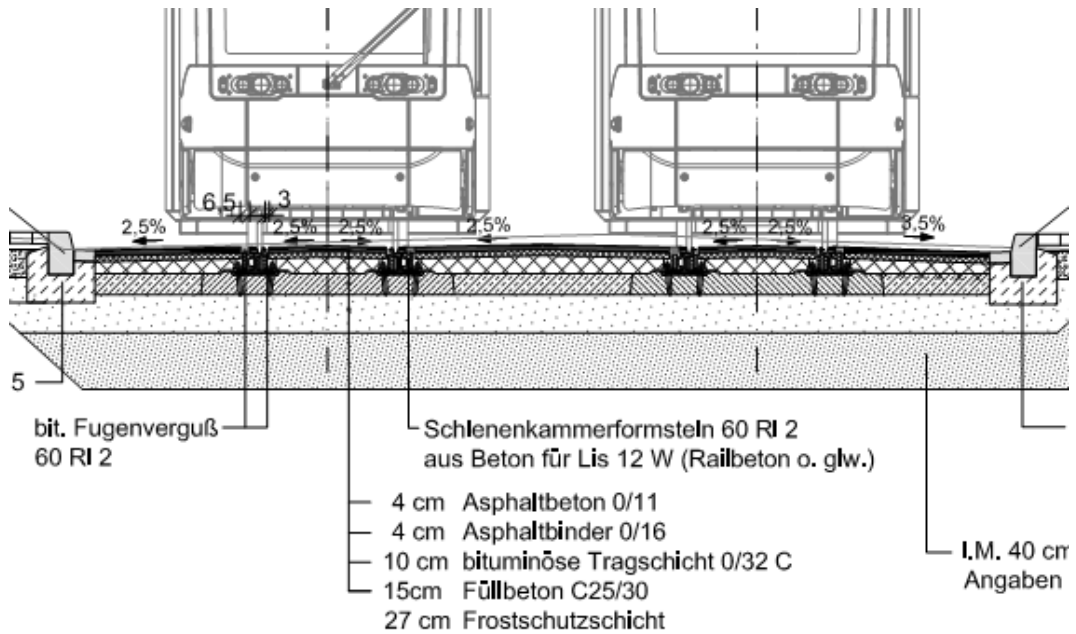


Abbildung 3: Standardoberbau separater Gleiskörper-Schottergleis

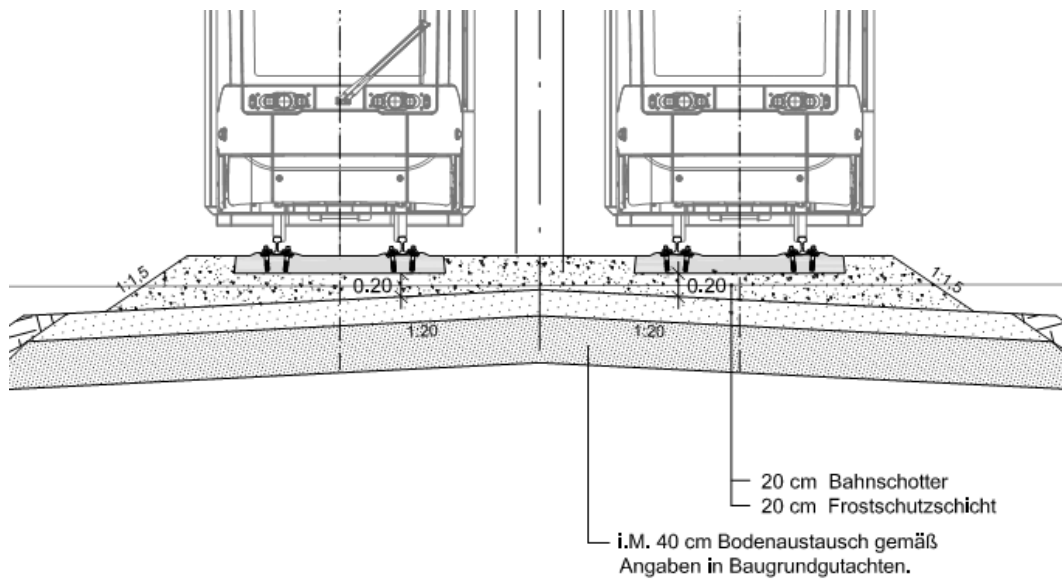
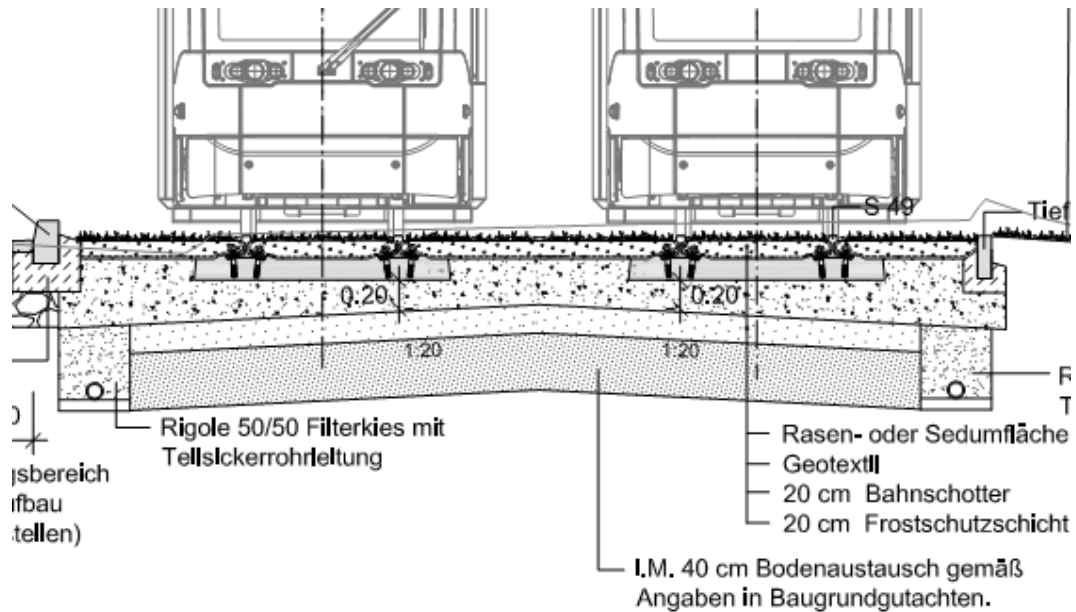


Abbildung 4: Standardoberbau separater Gleiskörper-Rasengleis



Bei den genannten Oberbauformen kann davon ausgegangen werden, dass sie sich hinsichtlich der Erschütterungsemissionen von Schienenfahrzeugen näherungsweise identisch verhalten. Die dynamische Vertikalsteifigkeit des Oberbaus liegt in der gleichen Größenordnung. Die Einsenkung der Schienenoberkante unter der Betriebslast liegt im Regelfall unterhalb von 0,5 mm. Demzufolge kann die Schwingungsemission derartiger Oberbauten durch das in **Abbildung 5** dargestellte Terz-Schnelle-Spektrum quantifiziert werden.

Beim Befahren von Gleisbögen treten höhere Erschütterungsemissionen auf. Die als Funktion der Frequenz anzuwendenden Korrektursummanden sind für die einzelnen Frequenzbänder in der Darstellung in **Abbildung 6** dargestellt.

Die so definierten schwingungstechnischen Quellstärken stellen sowohl für gerade verlaufende Streckenabschnitte als auch für Gleisbögen eine obere Abschätzung der tatsächlich auftretenden Schwingungen dar.

Abbildung 5: Emissionsspektrum $v = 50$ km/h; Bezugsabstand $d = 8$ m

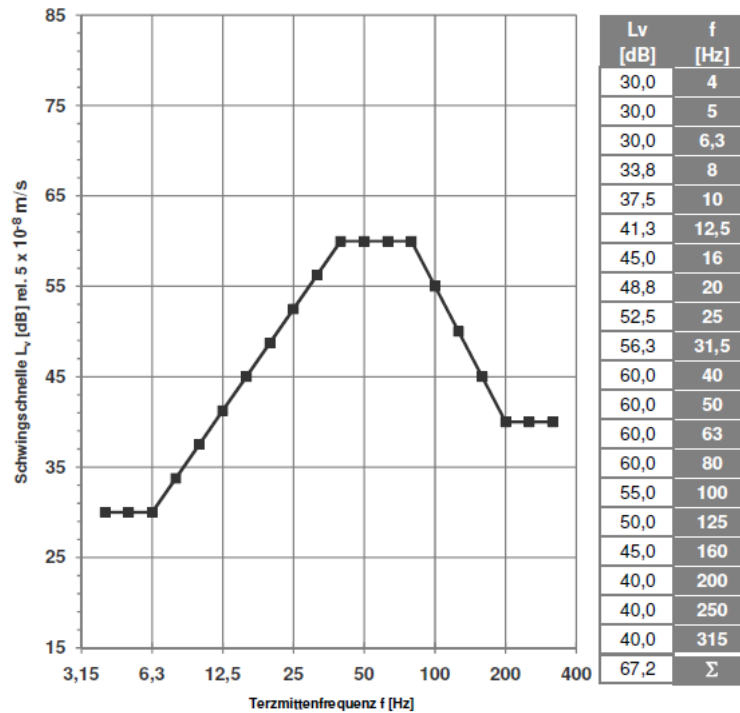
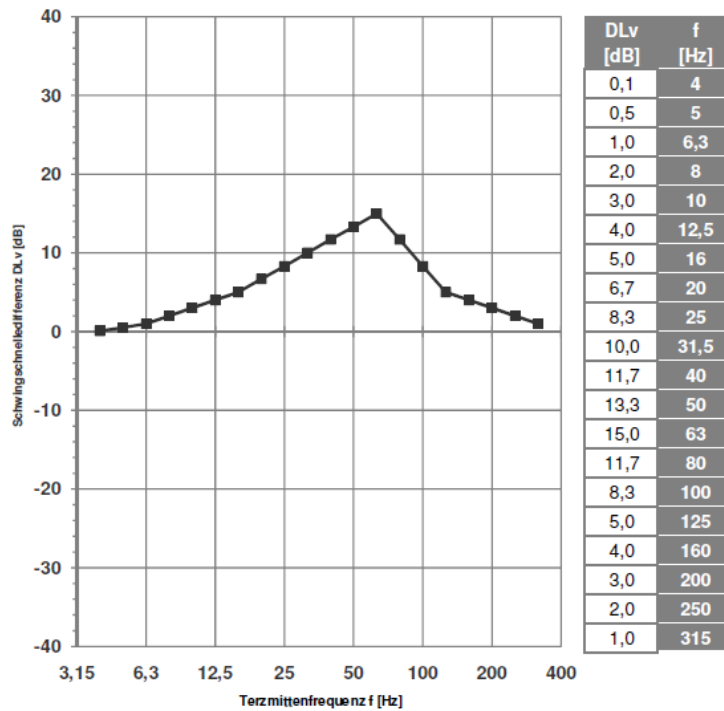


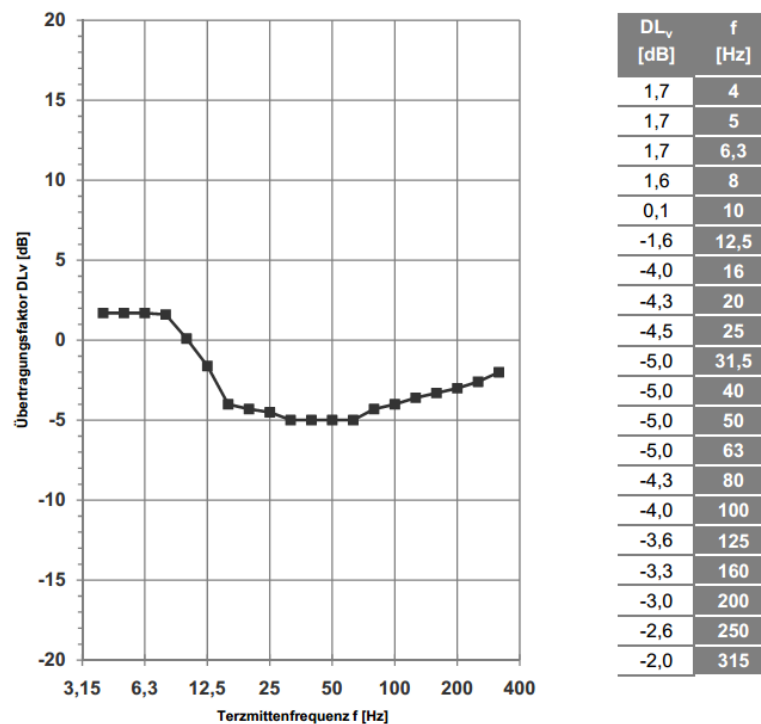
Abbildung 6: Korrektursummanden für Gleisbögen



7 Berücksichtigung von Gebäudeeigenschaften

Für die räumliche Abgrenzung von Bereichen mit unterschiedlichen schwingungstechnischen Umgebungsbedingungen werden neben der entfernungsbedingten Schwingungsabnahme im Boden die Übertragung der Schwingungen auf ein Gebäude, zum Beispiel auf den Boden eines Kellergeschosses, berücksichtigt. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass unterstellt wird, dass erschütterungsempfindliche Laboreinrichtungen nicht auf frei schwingenden Deckenfeldern installiert werden. Dieser Ansatz beruht auf der allgemeinen Erfahrung, dass entsprechend empfindliche Laboreinrichtungen entweder bei nicht unterkellerten Gebäude direkt auf der Bodenplatte und bei unterkellerten Gebäuden auf dem Boden des Kellers installiert werden. Weiterhin wird unterstellt, dass an den Systemen keine passiven Schutzvorkehrungen ergriffen werden. Bei den durchgeführten Prognoseberechnungen wird die in **Abbildung 7** dargestellte Übertragungsfunktion angewendet.

Abbildung 7: Übertragungsfunktion Baugrund/Fundament



Das Landesamt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen hat drei unterschiedliche Übertragungsfunktionen Erdreich / Gebäudefundament veröffentlicht. Diese drei Übertragungsfunktionen gelten für die drei Gebäudetypen: ein- und zweigeschossige Gebäude, mehrgeschossige Gebäude und

schwere industrielle Gebäude. Diese drei Übertragungsfunktionen haben alle einen sehr ähnlichen Verlauf und unterscheiden sich im Wesentlichen darin, dass die Dämpfung bei schwereren Gebäudetypen etwas intensiver ausfällt als bei leichteren Gebäudetypen.

In **Abbildung 7** ist die bei den hier durchgeführten Berechnungen berücksichtigte Übertragungsfunktion für ein- und zweigeschossige Gebäude dargestellt. Hiermit wird also im Sinne einer unteren Abschätzung die Übertragungsfunktion mit der geringsten Erschütterungsminderung bei den Berechnungen angewandt. Insbesondere bei mehrgeschossigen Universitätsgebäuden kann davon ausgegangen werden, dass die tatsächlich stattfindende Abminderung geringfügig intensiver ausfällt als es bei den Berechnungen berücksichtigt wurde.

8 Untersuchungsergebnisse

Innerhalb des Plangebietes weisen die jeweiligen Streckenabschnitte, abhängig von der zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeit und von der Streckenführung (Gerade, Kurve) insgesamt 4 unterschiedliche erschütterungstechnische Quellstärken auf. Für jede dieser Emissionen (Quellstärken) ergibt sich für jedes der in den Anforderungen genannte VC-Kriterium einen Grenzabstand, ab dem davon ausgegangen werden kann, dass der jeweilige Wert unterschritten wird. Dieser Grenzabstand ist in dem Einwirkungsplan in **Anhang 1** dargestellt. Die hierin gekennzeichneten farblichen Flächen stellen die **Freihaltebereiche** für die jeweiligen Anforderungsprofile an die schwingungstechnischen Umgebungsbedingungen dar. Das bedeutet konkret, dass auf der Fläche die in **Anhang 1** mit „VC-A“ gekennzeichnet ist, hier die Anforderungen nach VC-A und auch alle höheren Anforderungen (VC-B, VC-C) nicht erfüllt werden. Auf der Fläche, die in **Anhang 1** mit "VC-B" gekennzeichnet ist, werden die Anforderungen nach VC-B und auch alle höheren Anforderungen (VC-C, VC-D) nicht erfüllt. Hier können also lediglich Anlagen in Betracht gezogen werden, für die schwingungstechnische Umgebungsbedingungen entsprechend VC-A gefordert werden.

Transparenter wird der in **Anhang 1** dargestellte Sachverhalt, wenn man zur Erläuterung die für unterschiedliche Umgebungsbedingungen erforderlichen Mindestabstände zur Stadtbahntrasse heranzieht. Die Matrix der jeweils erforderlichen Mindestabstände zur Gewährleistung der Einhaltung des jeweiligen Kriteriums ist in **Tabelle 2** zusammengestellt.

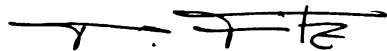
Tabelle 2: Erforderliche Mindestabstände

Kriterium/ Lastfall	VC-A [m]	VC-B [m]	VC-C [m]	VC-D [m]	VC-E [m]
Gerade v = 50 km/h	2	8	30	70	120
Gerade v = 70 km/h	3	16	48	90	150
Kurve v = 20 km/h	11	33	70	115	170
Kurve v = 30 km/h	15	41	80	125	180

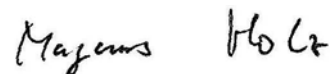
Soweit in Einzelfällen besondere Umgebungsbedingungen für den Aufstellungsort bestehen, zum Beispiel wenn sensible Einrichtungen auf Geschossdecken aufgestellt und betrieben werden sollen, können die hier dargestellten Grenzkurven lediglich als grobe Orientierung herangezogen werden. In diesen Fällen ist stets eine standortbezogene Detailuntersuchung erforderlich.

9 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführten Untersuchungen machen deutlich, in welchem Bereich innerhalb des Plangebietes von welchen schwingungstechnischen Umgebungsbedingungen für die Aufstellung und für den Betrieb schwingungs-sensibler Anlagen auszugehen ist. Es wird empfohlen, die Grenzkurven nachrichtlich in den Bebauungsplan oder auch in die Erläuterungen zum Bebauungsplan aufzunehmen. Alternativ oder ergänzend ist es ebenfalls denkbar, in der Erläuterung zum Bebauungsplan die jeweiligen emissionsabhängigen und anforderungsabhängigen Mindestabstände numerisch anzugeben.



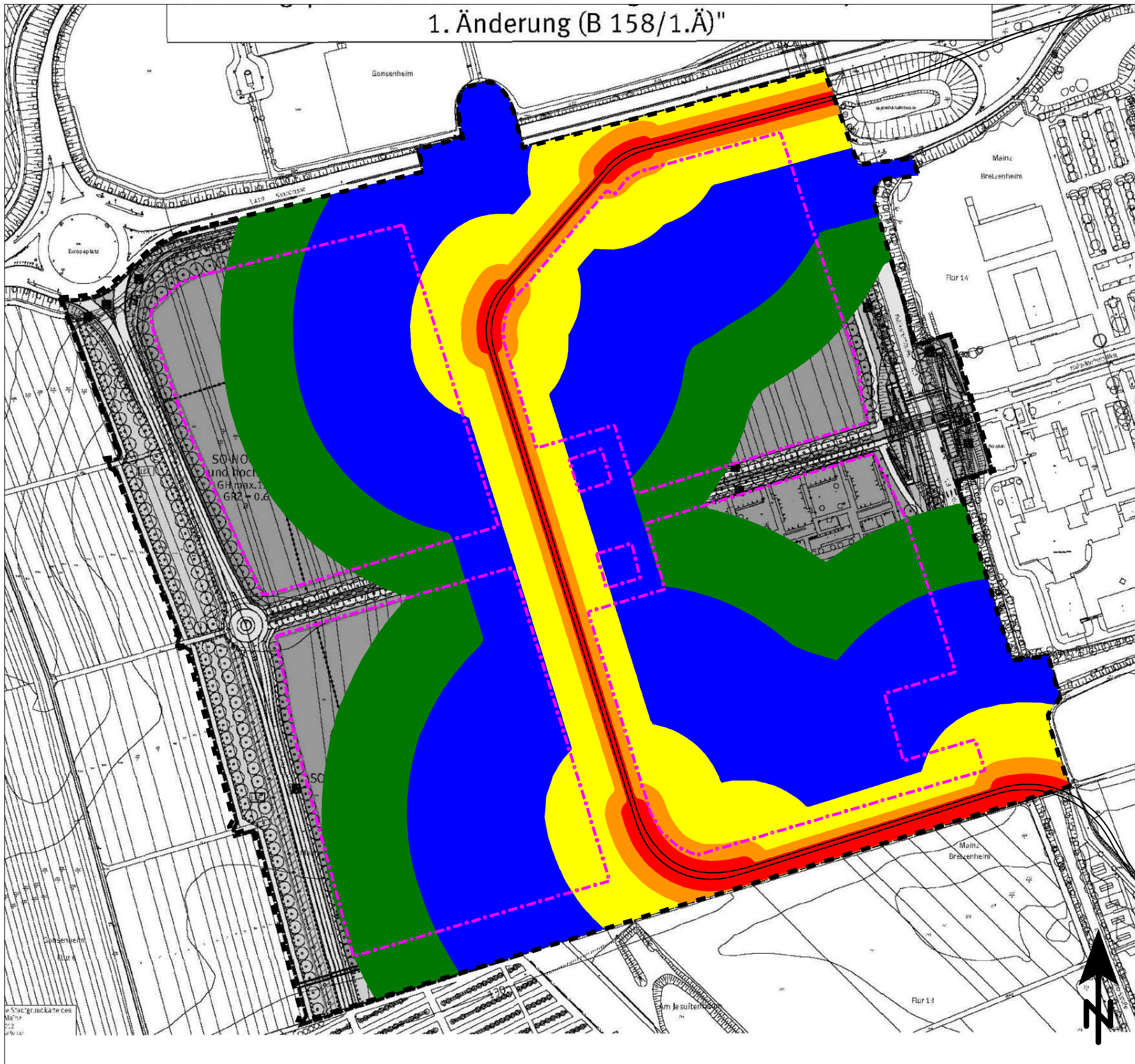
Dipl.-Phys. Peter Fritz



Dipl.-Phys. Magnus Holz

ANHANG

1. Änderung (B 158/1.Ä)"



Legende

- geplante Straßenbahn
- Plangebiet
- Baugrenze

- VC-A
- VC-B
- VC-C
- VC-D
- VC-E

Maßstab 1:3000



FRITZ GmbH
 BERATENDE INGENIEURE VBI
 Fehlleimer Straße 24
 64683 Einhausen
 Telefon (06251) 96 46-0
 Fax (06251) 96 46-46
 E-Mail: info@Fritz-Ingenieure.de

Projekt 10251-VSE-1
 Mainzer Verkehrsgesellschaft mbH
Bebauungsplan Nr. 158
"Hochschulweiterungsgelände südlich des Europakreisels" - 1. Änderung

- EINWIRKUNGSPLAN -