

I.B.U.

INGENIEURBÜRO

für Schwingungs-, Schall- und
Schienenverkehrstechnik GmbH

engineers for vibration, noise
and railway technology

Dipl.-Ing. Udo Lenz

Sitz: Essen (HRB 23825)

Ladenspelderstraße 61
45147 Essen

Tel. 0201 87445 0

Fax 0201 87445 45

E-Mail office@ibugmbh.com
www.ibugmbh.com

Objekt: Umgestaltung der Straßenbahnverkehrsanlagen
mit Ausbau des Knotenpunktes
Alt Salbke / Faulmannstraße in Magdeburg
Ersatzneubau der Brücke über die Sülze

Titel: **Schwingungstechnische Stellungnahme**
Beurteilung der durch die geplanten
Gleisachsverschiebungen entstehenden
Veränderungen der Schwingungsimmissionen

Auftrag Nr.: S 10.1600.16

Datum: 09.08.2018

Umfang: 13 Textseiten
4 Anlagen

INHALT

1	AUFGABENSTELLUNG	S.	3
2	BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN	S.	3
2.1	Pläne	S.	3
2.2	Gleisoberbau	S.	3
2.3	Fahrzeugangaben	S.	3
2.4	Geplante Änderung	S.	4
2.5	Gebietsausweisung	S.	5
3	IMMISSIONSKENNWERTE	S.	5
3.1	Erschütterungen	S.	5
3.2	Körperschall	S.	5
4	BEURTEILUNGSKRITERIEN	S.	6
4.1	Vorbemerkung	S.	6
4.2	Erschütterungseinwirkungen auf Menschen	S.	6
4.3	Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude	S.	8
4.4	Körperschalleinwirkungen auf Menschen	S.	8
5	IMMISSIONSBEURTEILUNG	S.	11
6	MASSNAHMEN	S.	11
7	ANLAGEN	S.	13
8	ÄNDERUNGSINDEX	S.	13

1 AUFGABENSTELLUNG

Die vorhandenen Gleisanlagen im Bereich Alt Salbke / Faulmannstraße in Magdeburg stehen zur Erneuerung an. In diesem Zusammenhang werden Veränderungen an der Lage der Gleistrasse vorgenommen.

Im vorliegenden Bericht werden die sich aus den geplanten Änderungen ergebenden Veränderungen der Körperschall- und Erschütterungsimmissionen für den gesamten Streckenabschnitt dargestellt. Eventuell erforderliche Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungsemissionen der neuen Gleise werden global beschrieben.

2 BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Pläne

Für die Bearbeitung werden folgende vorgelegten Pläne herangezogen

- Lageplan der Entwurfsplanung im Maßstab 1:500 als pdf-File (Gleis-Lageplan.pdf)

Weiterhin wurden die Erkenntnisse der Ortsbesichtigung vom 02.07.2018 berücksichtigt.

2.2 Gleisoberbau

Im Streckenabschnitt vor der Ferdinand-Schrey-Straße befindet sich in der Straße Alt-Salbke derzeit ein Schotteroberbau mit Holzschwellen. Im weiteren Streckenabschnitt ist ein geschlossener Oberbau vorhanden. In der Wendeschleife befindet sich dann in Teilbereichen ein Schottergleis.

Die Planung sieht vor, wieder dort, wo ein offener Oberbau möglich ist, einen Schotteroberbau anzuordnen. In den Bereichen mit geschlossenem Oberbau ist ein Feste Fahrbahnsystem mit Asphalteindeckung vorgesehen.

2.3 Fahrzeugangaben

Auf dem umzubauenden Gleisen verkehren die in Magdeburg eingesetzten Straßenbahntypen. Die Anzahl der Fahrten laut aktuellem Fahrplan (Haltestelle Salbker Platz) ergibt sich je Fahrtrichtung zu:

tags: 84

nachts: 7

Nach dem Umbau wird eine zusätzliche Straßenbahnlinie bis zur Wendeschleife verkehren.
Die Anzahl der Fahrten pro Richtung ergeben sich zu:

tags: 61
nachts: 0

2.4 Geplante Änderung

Der Verlauf der neuen Gleisanlage ist im Lageplan der Anlagen-Nr. 1 - 4 zu erkennen. Die farbliche Gestaltung der neuen Gleisanlage überdeckt die im Hintergrund vorhandene Lage der Bestandsgleise. Die relevanten Gleisachsverschiebungen werden wie folgt beschrieben:

Anfangsbereich bis Ferdinand-Schrey-Straße

→ Verschiebung beider Gleisachsen nach Westen um maximal 1 m

Ferdinand-Schrey-Straße bis Am Kuhanger

→ Verschiebung beider Gleisachsen nach Osten um maximal 1,5 m

Am Kuhanger bis Faulmannstraße

→ östliches Gleis bleibt in etwa in seiner Lage erhalten

→ westliches Gleis wird um maximal ca. 1 m nach Osten verschoben

Faulmannstraße – Endbereich

→ beide Gleise werden zunächst zur Straßenaußenseite verschoben, maximal um ca. 1 m

→ in Höhe Greifenhagener Straße nimmt das westliche Gleis die alte Gleislage wieder auf

→ das östliche Gleis rückt um ca. 2 m nach Osten und bindet in Höhe Alte Salbke 24 in die Bestandslage ein

→ der Gleisabzweig vor dem Gebäude Faulmannstraße 3 wird in das andere Gleis verschoben und rückt vom Gebäude ab

→ es entsteht im größeren Abstand eine Gleiskreuzung

→ der Gleisabzweig in Höhe Grafenhagener Straße rückt ins andere Gleis

→ die Gleiskreuzung in Höhe Grafenhagener Straße entfällt.

Der Umbau bewirkt eine Veränderung der Fahrtrichtung der Straßenbahnen in der Wendeschleife. In der Wendeschleife rücken die Gleise geringfügig von der westlichen Bebauung ab, bleiben ansonsten in der Lage in etwa erhalten.

Die Brücke über die Sülze wird als Massivbau neu erstellt.

2.5 Gebietsausweisung

Laut Flächennutzungsplan der Stadt Magdeburg befindet sich nördlich der Faulmannstraße und westlich Alt Salbke eine Wohnbaufläche. Ansonsten befinden sich gemischte Bauflächen in der Nähe der Gleisanlagen.

3 IMMISSIONSKENNWERTE

3.1 Erschütterungen

Als Erschütterungen werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 80 Hz in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten. Die zu messenden Erschütterungssignale sind die Schwinggeschwindigkeit $\hat{v}(t)$ des angeregten Mediums in mm/s und die Erregerfrequenz f_e in Hz. Auf der Grundlage dieser Basiswerte werden die für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden maßgebenden Immissionsgrößen ermittelt. Hierbei handelt es sich um die maximale Bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ bzw. die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} in der Definition nach DIN 4150, Teil 2, von Juni 99 -Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden.

3.2 Körperschall

Als Körperschall werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen im Hörbereich in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten.

Die messbaren Körperschallsignale sind die Schwinggeschwindigkeit v des angeregten Mediums in mm/s und der vom Medium abgestrahlte Schallwechseldruck p in N/m² (Sekundärluftschall). Im Hinblick auf die Beurteilung der Körperschallimmissionen ist der Schallwechseldruck relevant. Es ergibt sich analog der Definition des Luftschallpegels der Körperschall-Schalldruckpegel (sekundärer Luftschall) in logarithmischer Form wie folgt:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \text{ (dB)} \quad \text{mit } p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2: \text{ Bezugsschalldruck}$$

Der Körperschall-Schalldruck wird als hörbarer Luftschall dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen mit der so genannten A-Bewertung nach DIN 45633 angepasst und als A-bewerteter Summenschallpegel für die weitere Beurteilung dargestellt.

4 BEURTEILUNGSKRITERIEN

4.1 Vorbemerkung

Für die Beurteilung der von Schienenverkehrswegen ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existieren keine rechtlich bindenden Immissionsrichtwerte. Beim Umbau einer Gleisanlage kommt es daher zunächst darauf an, dass möglichst keine Verschlechterung entsteht. Darüber hinaus empfiehlt es sich, die folgend beschriebenen Regelwerke zu beachten.

4.2 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen

Derzeit sind schon Gleise im Bereich der für den Umbau vorgesehenen Gleisanlage vorhanden. Es treten also jetzt schon nachweisbare Erschütterungsimmissionen in der vorhandenen Bebauung auf. Allgemein wird eine Zunahme der Erschütterungsimmissionen von Schienenwegen bei der Beurteilungs-Schwingstärke um bis zu 25 % durch Umbauplanungen als zulässig angesehen. Insofern kann eine Beurteilung wie folgt erfolgen:

$$\Delta KB_{FT} \geq 25 \%$$

→ Schutzmaßnahme erforderlich.

Erschütterungsimmissionen lassen sich unabhängig von der Vorbelastung anhand DIN 4150 beurteilen:

- Teil 2, Juni 1999 – Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- Teil 3, Februar 1999 – Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen.

Die Erschütterungsimmissionen des Schienenverkehrs werden nach DIN 4150/2 wie folgt behandelt:

Grundsätzlich erfolgt die Beurteilung anhand der Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 1 der Norm. Im Rahmen von Prognosen erübrigt sich eine Beurteilung nach dem Anhaltswert A_o .

- Für unterirdischen Schienenverkehr gelten die Anhaltswerte A_u und A_r der Tabelle 1.

- Für oberirdischen Schienenverkehr des ÖPNV (Straßen-, Stadt-, S- und U-Bahnen) gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen Anhaltswerte der Tabelle 1.
- Für sonstigen oberirdischen Schienenverkehr gelten bei neu zu bauenden Strecken die Anhaltswerte der Tabelle 1.

Die Tabelle 1 der DIN 4150-2 (Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen) wird wie folgt wiedergegeben:

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung - BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Tabelle 1: Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungsimmission

Das Beurteilungsverfahren der Norm wird -angepasst an die speziellen Belange des ÖPNV's- wie folgt erläutert.

Für die Beurteilung ist zunächst die maximale Bewertete Schwingstärke (KB_{Fmax}) heranzuziehen und mit dem Anhaltswert A_u zu vergleichen:

$$KB_{Fmax} \leq 1,5 \cdot A_u \rightarrow \text{Richtwert eingehalten}$$

Liegt KB_{Fmax} über $1,5 \cdot A_u$, so ist die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} zu ermitteln. Für Schienenwege kann KB_{FTr} unter Verwendung des auf die einzelnen Gleise bezogenen Takt-maximal-Effektivwertes (KB_{FTm}) nach folgender Funktion berechnet werden:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^g N_{ei} \cdot KB_{FTm,i}^2} \quad (4)$$

N_r : Anzahl der 30-s-Takte im Beurteilungszeitraum
 tags: $N_r = 1920$
 nachts: $N_r = 960$

N_{ei} : Anzahl der Fahrten auf Gleis i im jeweiligen Beurteilungszeitraum
 (Hinweis: Für Stadtbahnen gilt, dass die Erschütterungseinwirkungszeit einer Vorbeifahrt kleiner als 30 Sekunden ist).

g : Anzahl der Gleise

Für die Beurteilung der Erschütterungen in **Wohngebäuden** gilt jetzt:

$$KB_{FTr} \leq 1,5 \cdot A_r \quad \rightarrow \text{Richtwert eingehalten.}$$

4.3 Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude

Erschütterungseinwirkungen von Schienenverkehrswegen auf Gebäude werden üblicherweise anhand der DIN 4150, Teil 3, Februar 1999 – Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen – beurteilt. Die dort genannten Anhaltswerte liegen deutlich über den für die Einwirkung auf Menschen festgelegten zulässigen Erschütterungen. Insofern ist davon auszugehen, dass bei Einhaltung der vorgenannten Beurteilungskriterien nach DIN 4150-2 keine schädlichen Erschütterungsimmissionen aus dem Straßenbahnverkehr auf die Gebäude einwirken.

4.4 Körperschalleinwirkungen auf Menschen

Derzeit sind schon Gleise im Bereich des für den Umbau vorgesehenen Streckenabschnittes vorhanden. Es treten also jetzt schon nachweisbare Körperschallimmissionen in der vorhandenen Bebauung auf. Da für Körperschallimmissionen des Schienenverkehrs derzeit keine Richtwerte für eine Beurteilung existieren, ist es im Rahmen von Umbaumaßnahmen üblich, Vorsorge dafür zu tragen, dass bei einer bereits vorhandenen Vorbelastung **keine wesentliche Verschlechterung** des Immissionsstatus eintritt.

Für den Körperschall kann dann in Anlehnung an die Bestimmungen der 16. BImSchV festgelegt werden, dass eine Erhöhung des Körperschallimmissionsstatus um mind. 3 dB (A) als wesentliche Änderung anzusehen ist. Die Beurteilung kann also wie folgt erfolgen:

$$\Delta L_p \geq 3 \text{ dB (A)}$$

→ Schutzmaßnahmen erforderlich

$$\text{für } \Delta L_p = L_p \text{ (Prognose)} - L_p \text{ (Bestand)}$$

Ein Kriterium zur Beurteilung der Höhe der Körperschallpegel existiert in der 16. BImSchV nicht.

Der 7. Senat des Bundesverwaltungsgerichts hat zu einer Eisenbahnplanung (BVerwG 7 A 14.09) u.a. folgende Festlegungen zur Beurteilung der Körperschallimmissionen (sekundärer Luftschall) getroffen:

Ein spezielles Regelwerk zur Bestimmung der Zumutbarkeitsschwelle beim sekundären Luftschall gibt es bislang nicht. Zur Schließung dieser Lücke ist auf Regelungen zurückzugreifen, die auf von der Immissionscharakteristik vergleichbare Sachlagen zugeschnitten sind. Dabei ist in erster Linie dem Umstand Rechnung zu tragen, dass es sich bei dem hier auftretenden sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt. Das legt eine Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen 24. BImSchV (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung) nahe (vgl. auch VGH Mannheim, Urteil vom 8. Februar 2007 – 5 S 2224/05 – ESVGH 57, 148 <168ff.>=juris Rn. 121 ff.; Geiger, in Ziekow, Praxis des Fachplanungsrechts, 2004, 2. Kap. Rn 336).

Zu Recht setzt die Beklagte den in der Tabelle 1 der Anlage zur 24. BImSchV (Berechnung der erforderlichen bewerteten Schalldämm-Maße) aufgeführten „Korrektursummand D in dB zur Berücksichtigung der Raumnutzung“ nicht mit dem grundsätzlich einzuhaltenden Innengeräuschpegel gleich. Denn dieser ergibt sich erst durch die Hinzurechnung eines weiteren Korrekturwerts von 3 dB(A), der die unterschiedliche Dämmwirkung von Außenbauteilen bei gerichtetem Schall gegenüber diffusen Schallfeldern berücksichtigt (siehe BRDrucks 463/96 S. 16; BRDrucks 463/96 S. 4 f.; 7).

Auch die Anwendung eines Schienenbonus, der in Höhe von 5 dB(A) vor dem Vergleich mit dem höchstzulässigen Innengeräuschpegel von den zu ermittelnden Luftschallpe-

geln abgesetzt wird (siehe Keil/Koch/Garburg, Schutz vor Lärm und Erschütterungen, in: Fendrich, Handbuch Eisenbahninfrastruktur, 2007, S 804), ist von Rechts wegen nicht zu beanstanden.

Unter Berücksichtigung des Urteils des Bundesverwaltungsgerichts wären Schallimmissionen aus Körperschallübertragungen in Höhe von 35 dB(A) als Beurteilungspegel in Schlaf- räumen zulässig. Bei diesen für Eisenbahnen entstandenem Urteil bleibt unberücksichtigt, dass bei Straßenbahnen deutlich geringere Einwirkzeiten für Körperschallimmissionen auf- treten. Der Unterschied zwischen Maximalpegel und Beurteilungspegel steht damit bei Stra- ßenbahnen in einem ungünstigeren Verhältnis als bei Eisenbahnen. Insofern ist es empfe- henswert, eine ergänzende Beurteilung der Maximalpegel vorzunehmen. Dies kann bei- spielsweise nach VDI 2719 erfolgen.

In der VDI-Richtlinie 2719 - Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen -, Ausg. August 1987, werden in der Tabelle 6 Anhaltswerte für von außen in Aufenthaltsräume eindringendem Schall benannt. Abhängig von Raumnutzung und Gebietsausweisung werden dort die in Tabelle 2 aufgelisteten mittleren Maximalpegel als zulässig angesehen.

Raumart	mittlere Maximalpegel L_{max} dB(A)
Schlafräume nachts in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten in allen übrigen Gebieten	35 bis 40 40 bis 45
Wohnräume tagsüber in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten in allen übrigen Gebieten	40 bis 45 45 bis 50
Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konferenz- und Vortragsräume, Arztpraxen, Operationsräume, Kirchen Aulen Büros für mehrere Personen Großraumbüros, Gaststätten, Schalterräume, Läden	40 bis 50 45 bis 55 50 bis 60

Tabelle 2: Anhaltswerte für zulässige Innenpegel

5 IMMISSIONSBEURTEILUNG

Zunächst ist festzustellen, dass durch die zusätzlichen Fahrten der neuen Straßenbahnlinie am Tag eine Anhebung der Erschütterungsimmissionen um mehr als 25 % bewirkt wird. Zudem rücken die Gleisachsen in Teilbereichen dichter an die Wohnbebauung heran. Das unter Abschn. 4.2 beschriebene Veränderungskriterium wird überschritten. Die Abstände nächstgelegener Gleisachsen zu Wohngebäuden betragen teilweise unter 10 m. Insofern ist davon auszugehen, dass auf einzelnen Gebäudedecken die Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 4150-2 für Wohngebiete überschritten werden.

Hinsichtlich der Körperschallimmissionen ist festzustellen, dass der zur Beurteilung herangezogene mittlere Maximalpegel von der Häufigkeit der Fahrten nicht beeinflusst wird. Es ist davon auszugehen, dass auf Grund der geringen Abstände der Orientierungswert von 40 dB(A) teilweise bereits heute überschritten wird. Das Heranrücken der Gleise und die Anordnung eines Feste-Fahrbahn-Systems bewirkt hier eine Zunahme um mehr als 3 dB(A). Insofern wird hier auch das Veränderungskriterium entsprechend Abschnitt 4.3 überschritten.

Insgesamt gesehen zeigt sich, dass eine Maßnahme zur Minderung der Schwingungsemissionen der Gleisanlage erforderlich ist.

6 MASSNAHMEN

Wie den vorhergehenden Ausführungen zu entnehmen ist, ist es erforderlich, eine Maßnahme zur Reduzierung der Schwingungsemissionen der Rillengleisanlage vorzusehen. In Bild 1 sind die elastischen Oberbauformen zusammengestellt, mit denen eine entsprechende Minderung erreicht werden kann.

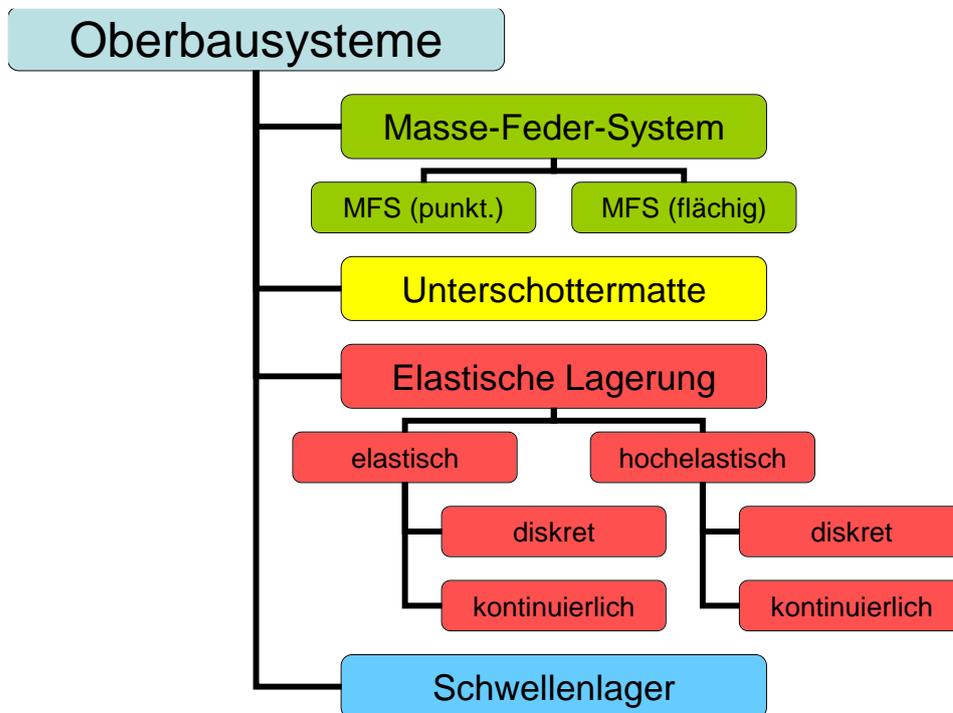


Bild 1: Übersicht elastische Oberbauformen

Derzeit befindet sich in dem Bereich vor den Gebäuden ein Rillenschienenoberbau mit Pflasteredeckung. Unter der Annahme, dass weiterhin ein geschlossener Oberbau anzuordnen ist, ist es erforderlich einen Rillenschienenoberbau zu wählen. Grundsätzlich kommen damit folgende elastische Oberbauformen in Frage:

- kontinuierliche elastische Lagerung in Form einer elastischen Rillenschienenlagerung (ER)
- kontinuierliche hochelastische Lagerung in Form des kontinuierlich elastisch gebetteten Schienensystems (KES)
- Masse-Feder-System als flächig gelagertes System (fMFS)

Mit dem Einbau einer elastischen Rillenschienenlagerung entsprechend DIN 45673 – Mechanische Schwingungen – Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – Teil 8: Labor-Prüfverfahren für kontinuierlich elastische Schienenlagerungen – auf steifer Unterkonstruktion (z.B. Betontragplatte) kann vermieden werden, dass eine unzulässige Anhebung (s. Abschn. 4) der Erschütterungs- und Körperschallimmissionen eintritt. Vermutlich wird der derzeitige Immissionsstatus in etwa beibehalten.

Mit dem Einbau des kontinuierlich elastisch gebetteten Schienensystems entsprechend DIN 45673-8 auf steifer Unterkonstruktion (z.B. Betontragplatte) kann eine Verbesserung des Immissionsstatus erreicht werden.

Mit dem Einbau eines flächig gelagerten Masse-Feder-Systems entsprechend DIN 45673- Mechanische Schwingungen – Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – Teil 7: Labor-Prüfverfahren für elastische Elemente von Masse-Feder-Systemen – kann eine Verbesserung des Immissionsstatus erreicht werden.

Im Hinblick auf die Vorbelastung und die beschriebenen Kriterien zur Beurteilung der Immissionsveränderung ist die Anordnung der elastischen Rillenschienenlagerung als ausreichend anzusehen.

7 ANLAGEN

Anlagen-Nr. 1 - 4: Lageplan

8 ÄNDERUNGSINDEX

Index	Datum	Bearbeiter	Bemerkungen
a			
b			

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Udo Lenz

Essen, 09.08.2018

I.B.U.

Ingenieurbüro für Schwingungs-, Schall-
und Schienenverkehrstechnik GmbH

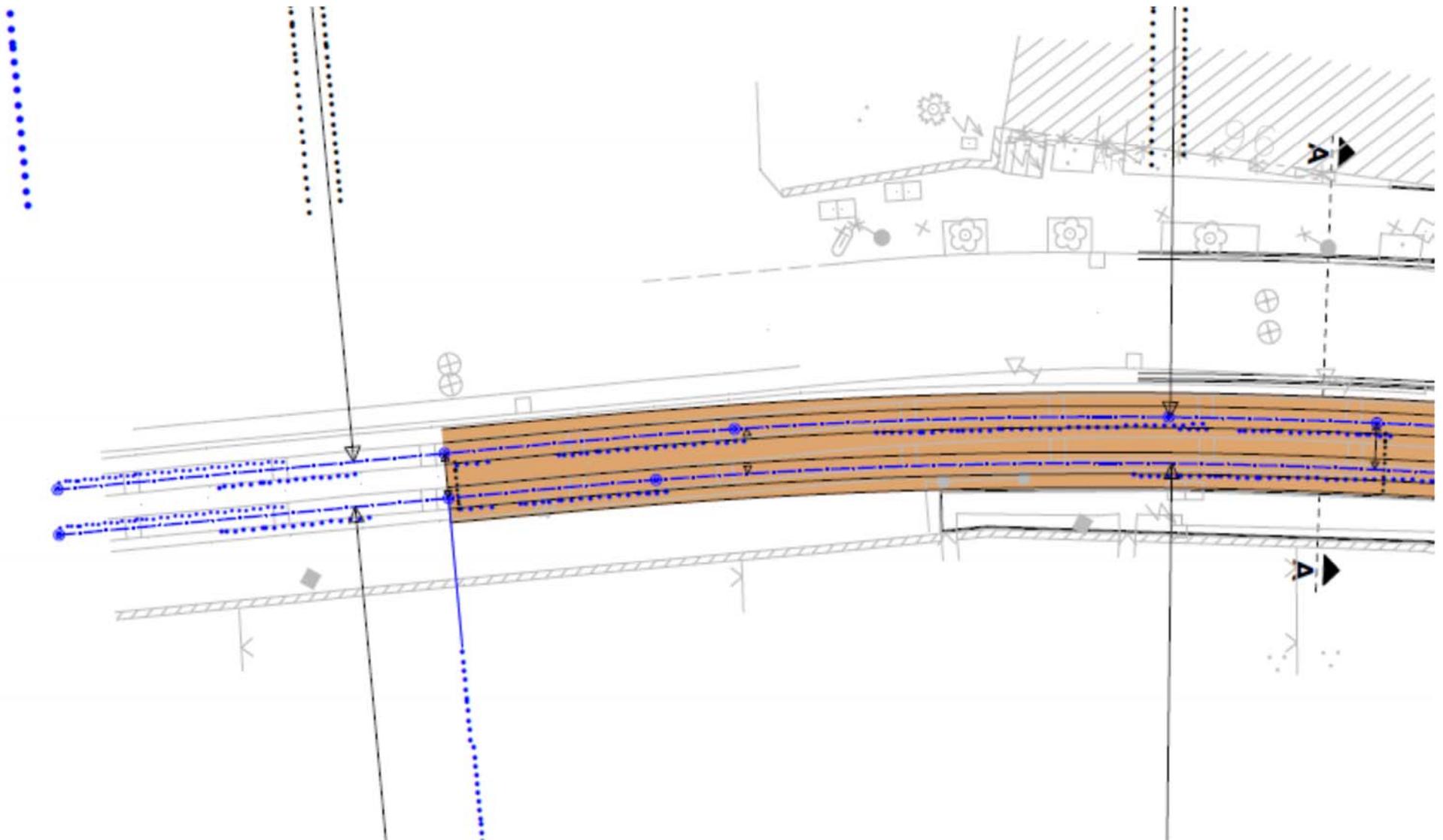
AUFTRAGGEBER:
INGENIEURBÜRO BUSCHMANN GMBH
HARNACKSTRASSE 7
39104 MAGDEBURG

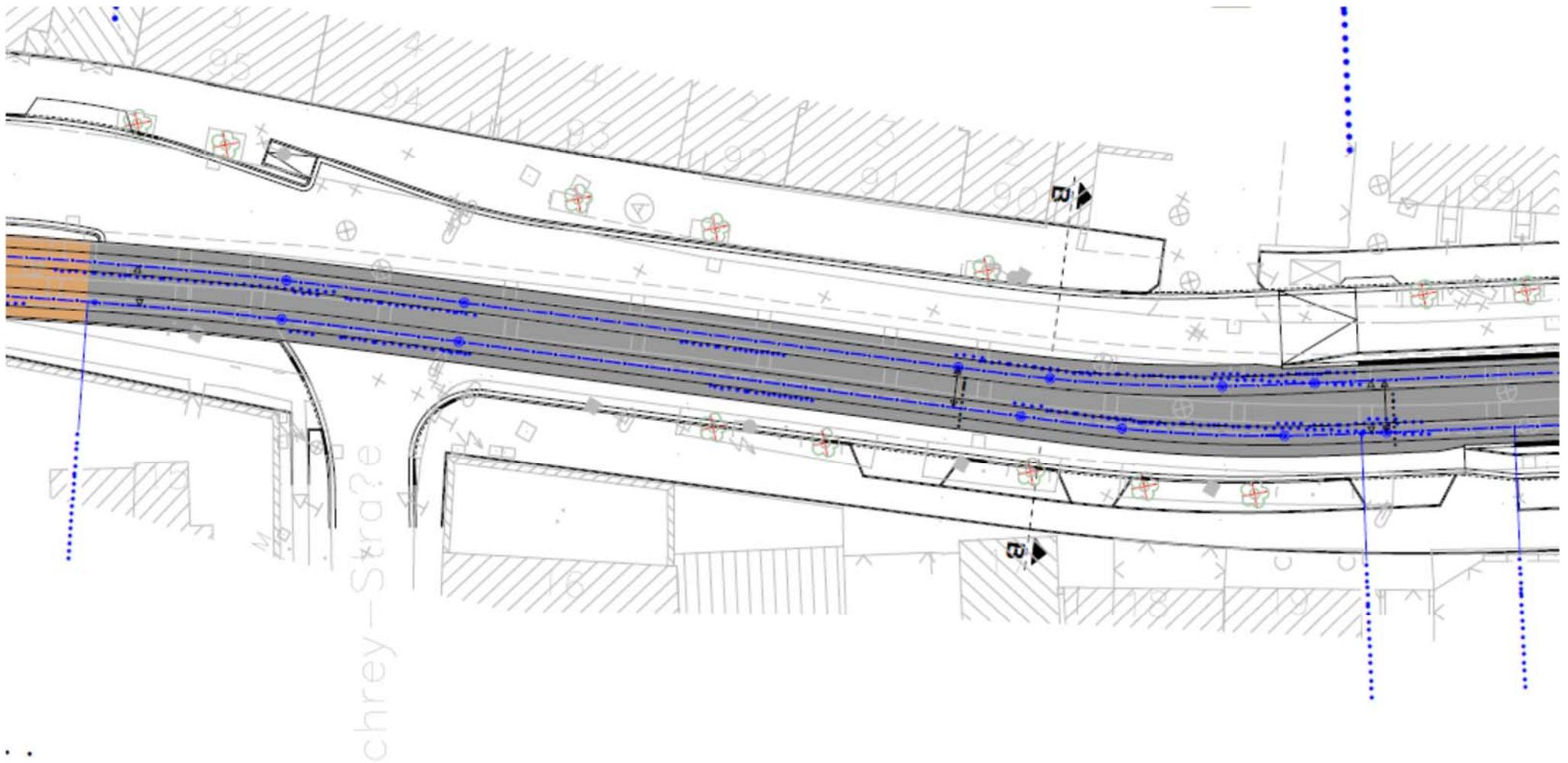
AUFTRAG-NR.:
S 10.1600.16

BV Alt Salbke / Faulmannstraße

ANLAGE-NR.
1

LAGEPLAN





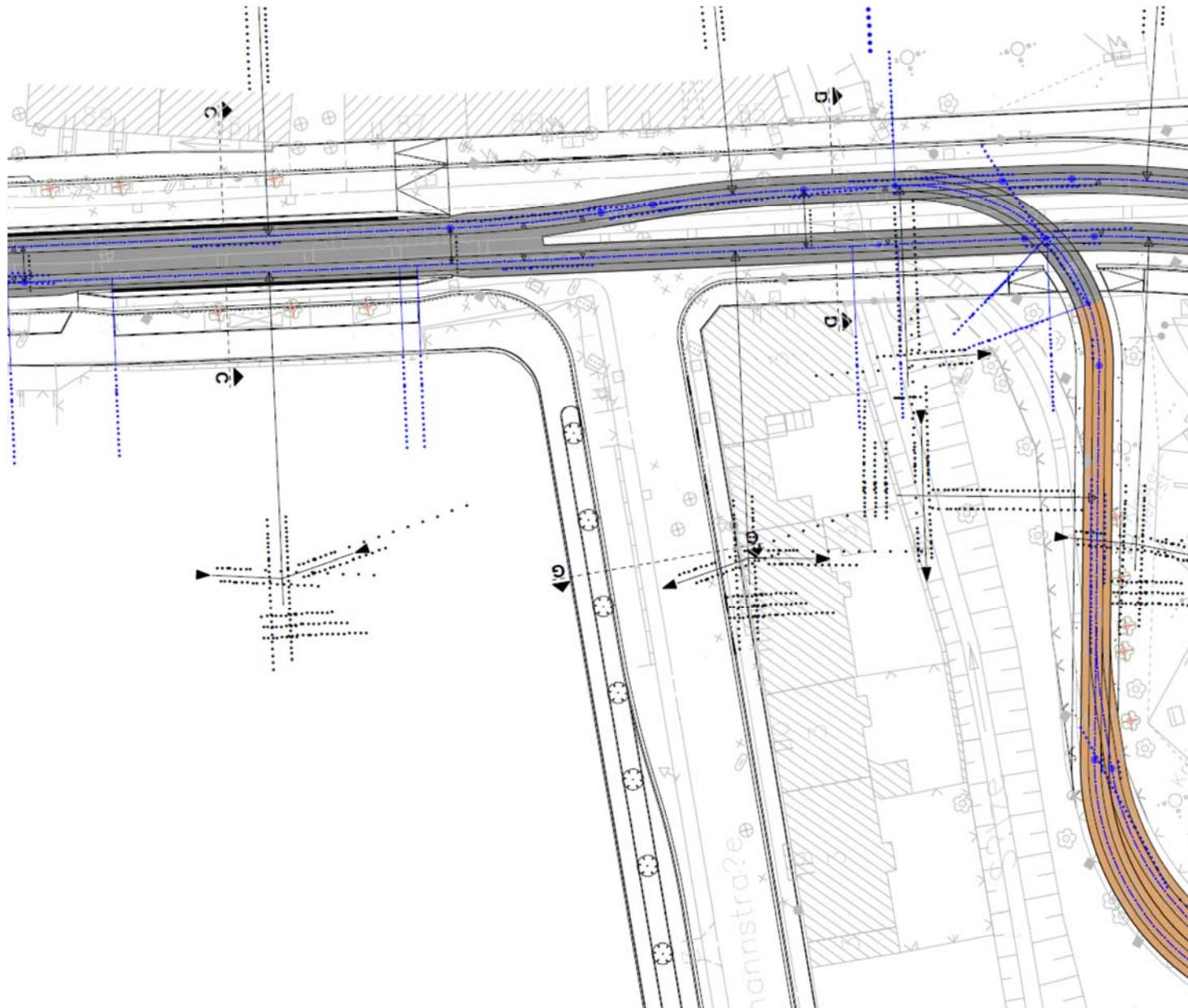
AUFTRAGGEBER:
INGENIEURBÜRO BUSCHMANN GMBH
HARNACKSTRASSE 7
39104 MAGDEBURG

AUFTRAG-NR.:
S 10.1600.16

BV Alt Salbke / Faulmannstraße

LAGEPLAN

ANLAGE-NR.
3



AUFTRAGGEBER:
INGENIEURBÜRO BUSCHMANN GMBH
HARNACKSTRASSE 7
39104 MAGDEBURG

AUFTRAG-NR.:
S 10.1600.16

BV Alt Salbke / Faulmannstraße

LAGEPLAN

ANLAGE-NR.
4

