

BERICHT

Stadt Seligenstadt

Bebauungsplan Nr. 81: Bahnhofsgelände Seligenstadt

Untersuchung der Erschütterungsimmissionen aus Schienenverkehr

Auftraggeber: Der Magistrat der Stadt Seligenstadt
Amt für Stadtentwicklung
Marktplatz 1
63500 Seligenstadt

Berichtsnummer: Y0500/002-01

Dieser Bericht umfasst 6 Seiten Text und 10 Seiten Anhang.

Bekanntgegebene
Messstelle nach
§ 29b BImSchG
für Geräusche und
Erschütterungen

Schallschutzprüfstelle
für Güteprüfungen
nach DIN 4109, Reg.-Nr.
VMPA-SPG-210-04-BY

Höchberg, 11.04.2016

Akkreditierung nach
DIN EN ISO/IEC 17025
für die Prüfarten Geräusche,
Erschütterungen und
Bauakustik

Markus Richter *M. Lerzer*

Dr.-Ing. Markus Richter
Bearbeitung / fachliche Verantwortung

Dipl.-Ing. (FH) Martin Lerzer
Freigabe



Änderungsindex

| Version | Datum | Geänderte Seiten | Hinzugefügte Seiten | Erläuterungen |
|---------|------------|---------------------|------------------------|---------------|
| 01 | 11.04.2016 | - | - | Erstellung |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | Unterlagen, Abkürzungen | 3 |
| 1.1 | Unterlagenverzeichnis | 3 |
| 1.2 | Abkürzungsverzeichnis | 3 |
| 2 | Vorgang, Aufgabe, Ziel | 4 |
| 3 | Situation vor Ort, Anforderungen an den Immissionsschutz | 4 |
| 4 | Durchführung der Messungen, Ergebnisse | 5 |
| 5 | Beurteilung der Ergebnisse und Möglichkeiten | 6 |

Anlagen

| Anlage | Inhalt |
|-----------|---|
| A01 | Planskizze mit Messpositionen |
| A02 ÷ A03 | Fotodokumentation |
| A03 | Messdurchführung, Messtechnik, Messpositionen und Signalverarbeitung |
| A04 | Liste der Zugvorbeifahrten und gemessene bewertete Schwingstärke |
| A05 ÷ A06 | Rechnerische Prognose der in den künftigen Wohnungen zu erwartenden KB_{FTL} -Werte und $L_{A,m}$ -Werte in Abhängigkeit der Eigenfrequenzen der Decken und des schwimmenden Estrichs |
| A07 ÷ A10 | Messsignale einer ausgewählten Zugvorbeifahrt Nr. 01 A07: Schwinggeschwindigkeit, Darstellung im Zeitverlauf A08: Schwinggeschwindigkeit, Darstellung im Schmalbandspektrum A09: bewertete Schwingstärke, Darstellung des gleitenden Effektivwerts A10: Schwinggeschwindigkeit, Terzschnellespektrum (Max Hold) der Vertikalkomponenten |

1 Unterlagen, Abkürzungen

1.1 Unterlagenverzeichnis

| Nr. | Dokument | Bezeichnung / Beschreibung | |
|-----|---|--|---|
| [1] | DIN 4150 | Erschütterungen im Bauwesen | |
| | [1a] | Teil 1: | Vorermittlung von Schwingungsgrößen 2001-06 |
| | [1b] | Teil 2: | Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden 1992-06 |
| | [1c] | Teil 3: | Einwirkungen auf bauliche Anlagen 1992-02 |
| [2] | DIN 45669 | Messung von Schwingungsimmissionen | |
| | [2a] | Teil 1: | Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung 2010-09 |
| | [2b] | Teil 2: | Messverfahren 2005-06 |
| [3] | DIN 45672 | Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen | |
| | | Teil 1: | Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung 2009-12 |
| | | Teil 2: | Auswerteverfahren 1995-07 |
| [4] | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit | 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionschutzgesetz – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm TA-Lärm 1998-08 | |
| [5] | VDI 3837 | Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen, Spektrales Prognoseverfahren 2013-01 | |
| [7] | Deutsche Bahn AG Abteilung Systemtechnik | Körperschall- und Erschütterungsschutz – Leitfaden für den Planer, Informationsschrift 1996-08 in aktualisierter Fassung 1999-02 | |
| [8] | Verkehrsdatenmanagement der Deutschen Bahn AG | Angaben zur Streckenbelegung mit Prognose für 2025 Strecke 4113, Abschnitt Seligenstadt, per E-Mail vom 2016-03-30 | |
| [9] | Planungsgruppe Darmstadt Architekten und Stadtplaner | Unterlagen zum Vorhaben: Pläne, Behördenvorgaben mit verschiedenen E-Mails 2016-03 und 2016-04 | |

1.2 Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung | Bedeutung |
|-------------------|--|
| WA gem. BauNVO | Wohngebiet allgemein gemäß Baunutzungsverordnung |
| RB / RE / RZ / GZ | Regionalbahn / Regionalexpress / Regionalzug / Güterzug |
| MP | Messposition / Messpunkt |
| v_{0-P} [mm/s] | Schwinggeschwindigkeit in mm/s, Amplitudenwert |
| $KB_F(t)$ [-] | bewertete Schwingstärke gemäß DIN 4150-2 ([1b]), per Definitionem dimensionslos |
| KB_{Fmax} [-] | Taktmaximalwert der bewerteten Schwingstärke nach [1b] |
| KB_{FTr} [-] | Beurteilungsschwingstärke, nach [1b] unter Berücksichtigung der Einwirkungsdauer |
| $L_{A,m}$ [dB(A)] | Beurteilungspegel für den sekundären Luftschall |

2 Vorgang, Aufgabe, Ziel

Die Stadt Seligenstadt beabsichtigt mit der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 81 „Bahnhofsgelände Seligenstadt“ eine Bebauung des ehemaligen Bahngeländes südlich des Bahnhofs für Wohnzwecke zu ermöglichen. Ein weiterer Teil des Geländes soll als öffentliche Parkfläche zur Verfügung gestellt werden.

Da die Baugrenze nur 7,50 m von der Gleismitte des Hauptschienenstrangs der Bahnstrecke Hanau-Eberbach entfernt ist, sollen neben den Schallimmissionen auch die Erschütterungsimmissionen vorab untersucht werden. Die hier beschriebene Untersuchung geht den Aufgaben nach

- zu prüfen, ob und in welcher Entfernung Erschütterungen und sekundärer Luftschall aus Bahnverkehr die künftigen Bewohner beeinträchtigen
- ob und in welchem Umfang bauliche Maßnahmen zur Erhöhung des Erschütterungsschutzes vorzunehmen sind.

Ziel der Untersuchung ist, der Stadt Seligenstadt Empfehlungen zu einer angemessenen Berücksichtigung des Erschütterungsschutzes zu geben.

3 Situation vor Ort, Anforderungen an den Immissionsschutz

Die Bahnstrecke verläuft in diesem Streckenabschnitt etwa in nord-südlicher Richtung und ist eingleisig ausgeführt. Lediglich im Bahnhofsbereich ist ein zweiter Schienenstrang als Ausweichspur angelegt. Der durchgehende, in der Mehrzahl aller Zugvorbeifahrten genutzte Schienenstrang – nachfolgend mit Gleis 1 bezeichnet – liegt im Osten, dem Bahnhof bzw. dem Baugebiet zugewandt. Der Ausweichstrang – nachfolgend als Gleis 2 bezeichnet – führt ca. 6 m westlich (Abstand der Mittelachsen) daran vorbei und wird nur für Ausweichmanöver genutzt.

Das Baugebiet grenzt unmittelbar an den Hauptschienenstrang an, der Abstand zur Gleismitte beträgt gerade 4,50 m. Mit der noch einmal um 3,00 m zurückversetzten Baugrenze beträgt der Abstand zur Gleismitte 7,50 m. Allerdings nimmt nur eines der insgesamt geplanten 5 Gebäude diese Baugrenze in Anspruch, die anderen sind demgegenüber noch einmal um 4,00 m zurückversetzt, so dass ihr Abstand 11,00 m zum durchgehenden Gleis 1 beträgt.

Auf diesem Streckenabschnitt verkehren derzeit ausschließlich Regionalzüge (Regionalexpresszüge und Regionalbahnen). Jedoch sind im Streckenbelegungsplan mit den für das Jahr 2025 prognostizierten Zugzahlen ([8]) Güterzüge vorgesehen, sie sind in Tabelle 1 aufgeführt:

Tabelle 1: Streckenbelegungsplan, für 2025 prognostizierte Werte (aus [8])

| Art der Bahnen | Anzahl bei Tag (6:00 ÷ 22:00 Uhr) | Anzahl bei Nacht (22:00 ÷ 6:00 Uhr) |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Regionalzüge (RZ) | 48 | 3 |
| Güterzüge (GZ) | 4 | 5 |

Der Bereich im nördlichen Teil des Bebauungsplanes – ist als Gewerbegebiet (GE) ausgewiesen. Der mittlere Teil ist als öffentliche Verkehrsfläche mit besonderer Zweckbestimmung öffentliches Parken vorgesehen, der südliche Teil wird als WA-Gebiet ausgewiesen.

Tabelle 2 beschreibt die Anforderungen bzgl. der Erschütterungen und des sekundären Luftschalls, hier speziell für ein WA-Gebiet und für Erschütterungen aus Schienenverkehr. Sofern $A_u < KB_{F_{max}} < A_o$ erfüllt ist, wird A_r maßgebend, wobei die Beurteilungsschwingstärke $KB_{F_{Tr}} < A_r$ bleiben muss.

Tabelle 2: Anforderungen an den Immissionsschutz Erschütterungen und sekundärer Luftschall

| Regelwerk | Einwirkungsort | bei Tag | | | bei Nacht | | |
|--------------------------------|--|--------------------------------------|--------------|-----------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| | | $A_u =$ 0,15 | $A_o =$ 3 | $A_r =$ 0,07 | $A_u =$ 0,1 | $A_o =$ 0,6 | $A_r =$ 0,05 |
| DIN 4150-2 ([1b]), Tab. 1 | Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (u. a. auch WA gemäß BauNVO, § 3) | | | | | | |
| TA-Lärm ([4]) Abschnitt 6.2 | gebietsunabhängig | $L_A = 35 \text{ dB(A)}$ | | | $L_A = 25 \text{ dB(A)}$ | | |
| | | kurzzeitige Überschreitg. < 10 dB(A) | | | | | |

4 Durchführung der Messungen, Ergebnisse

Zur Erfassung der Erschütterungen wurden drei Messpunkte in verschiedenen Abständen zum Gleiskörper installiert, sie sind auf Seite A2 fotografisch festgehalten:

- MP 1 auf der gleisabgewandten Bahnsteigseite am südlichen Bahnsteigende in 4,50 m Entfernung zur Mittelachse des durchgehenden östlichen Schienenstrangs, nachfolgend mit Gleis 1 bezeichnet
- MP 2 auf einer befestigten Steinschwelle in 11,00 m zur Mittelachse von Gleis 1
- MP 3 auf einer weiteren Steinschwelle in 20,50 m zur Mittelachse von Gleis 1.

Messdurchführung, Messpositionen, Messtechnik und Signalverarbeitung sind in Tabelle A1 auf Seite A4 dokumentiert. Kartenausschnitte und eine Fotodokumentation der Messpositionen befinden sich auf den Seiten A1 bis A3.

Die Messungen wurden am 06.04.2016 durchgeführt. Die erfassten Zugvorbeifahrten sind in Tabelle A2 auf Seite A4 protokolliert. Da derzeit keine Güterzüge verkehren und demzufolge nicht messtechnisch erfasst werden können wird die Güterzugvorbeifahrt künstlich erzeugt:

Nach unseren Erfahrungen verursachen Güterzüge im Mittel das 2- bis 3-fache der Erschütterungen eines Personenzuges. Als „Vorlage“ wurde Vorbeifahrt „01“ ausgewählt, welche die größten Erschütterungsimmersionen aller Vorbeifahrten hervorgerufen hat und deutlich über dem Mittelwert liegt. Ihre Messwerte werden noch einmal verdoppelt und als Güterzugvorbeifahrt deklariert.

Die in Tabelle A2 aufgelisteten Ergebnisse aus den Erschütterungsmessungen sind ausgewertete Daten, die sich direkt auf die Messpunkte beziehen. Die Erschütterungen erfahren in den Gebäuden selbst bereichsweise noch Überhöhungen aus den dynamischen Anregungen

- des Gebäudes im Baugrund (Boden-Bauwerks-Wechselwirkung)
- der Deckeneigenfrequenzen
- Eigenfrequenzen des schwimmenden Estrichs.

Die Überhöhung aus dem Baugrund wird mit 15 Hz konstant angesetzt. Demgegenüber werden die Eigenfrequenzen der Decken und des schwimmenden Estrichs variiert, die rechnerischen Prognosen sind in den Tabellen A3/A4 (auf den Seiten A5/A6) aufgelistet. Damit werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 ([1b]) für ein WA-Gebiet bzw. Immissionswerte nach TA-Lärm ([4]) in Abhängigkeit der verschiedenen Abstände zum Gleiskörper einzuhalten. Da der A_u -Wert in den meisten Fällen überschritten ist, wird A_r maßgebend, d. h. es muss $KB_{FT} < A_r$ erfüllt sein.

5 Beurteilung der Ergebnisse und Möglichkeiten

Grundsätzlich ist es problematisch, so nahe an einer Schienenverkehrslinie Wohnhäuser zu errichten. Wie aus den Tabellen A3 u. A4 hervorgeht, ist die Einhaltung der Anhaltswerte für die Beurteilungsschwingstärke bzw. des Beurteilungspegels aus sekundärem Luftschall an der Baugrenze praktisch nicht möglich. Erst einige Meter zurückversetzt nähert man sich den Vorgaben gemäß Tabelle 2, ohne diese gesichert einhalten zu können. Dabei stehen sich einzelne Maßnahmen kontraproduktiv gegenüber:

- Während eine Erhöhung der Estrichabstimmung (härterer Estrich, höhere Eigenfrequenz) eine Minderung der bewerteten Schwingstärke bewirkt, steigt der Beurteilungspegel an.
- Hinsichtlich der Deckeneigenfrequenzabstimmung gibt es keine klaren Aussagen hin zu einer besseren Lösung. Offensichtlich sollten die Decken entweder möglichst nachgiebig (< 14 Hz) oder möglichst steif (> 24 Hz) sein, der Zustand dazwischen ist ungünstiger.

Hinsichtlich der konstruktiven Umsetzung empfehlen wir:

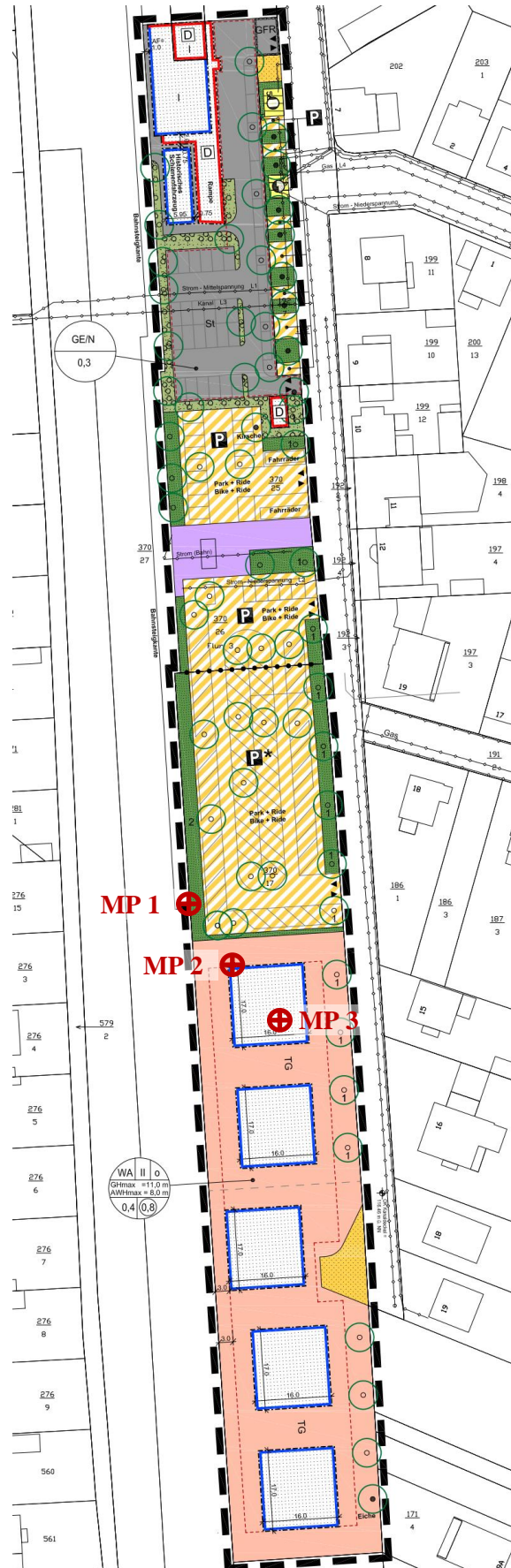
- Die Gebäude sollten so weit als möglich vom Gleiskörper zurückversetzt werden. Die 4 m von der Baugrenze sollten ein Mindestmaß darstellen, weitere 4 m (also insgesamt 8 m wie in früheren Entwürfen) lassen noch einmal eine Minderung erwarten.
- Die Fundamente sollten möglichst massiv ausgeführt und mit großzügiger Einbindetiefe versehen werden.
- Die Kellergeschosse sind in massiver und steifer Stahlbeton-Kastenbauweise auszuführen.
- Die Gebäudedecken sollten eher nachgiebig ausgelegt werden, niedrige Deckeneigenfrequenzen erscheinen günstiger.
- Bezüglich des Estrichs gibt es keine „Königslösung“ Hier sollten Vor- und Nachteile gegeneinander abgewogen werden. Die Anforderungen an den Erschütterungsschutz und an den sekundären Luftschall können – zumindest für den Abstand 4 m hinter der Baugrenze – nicht gleichzeitig eingehalten werden.

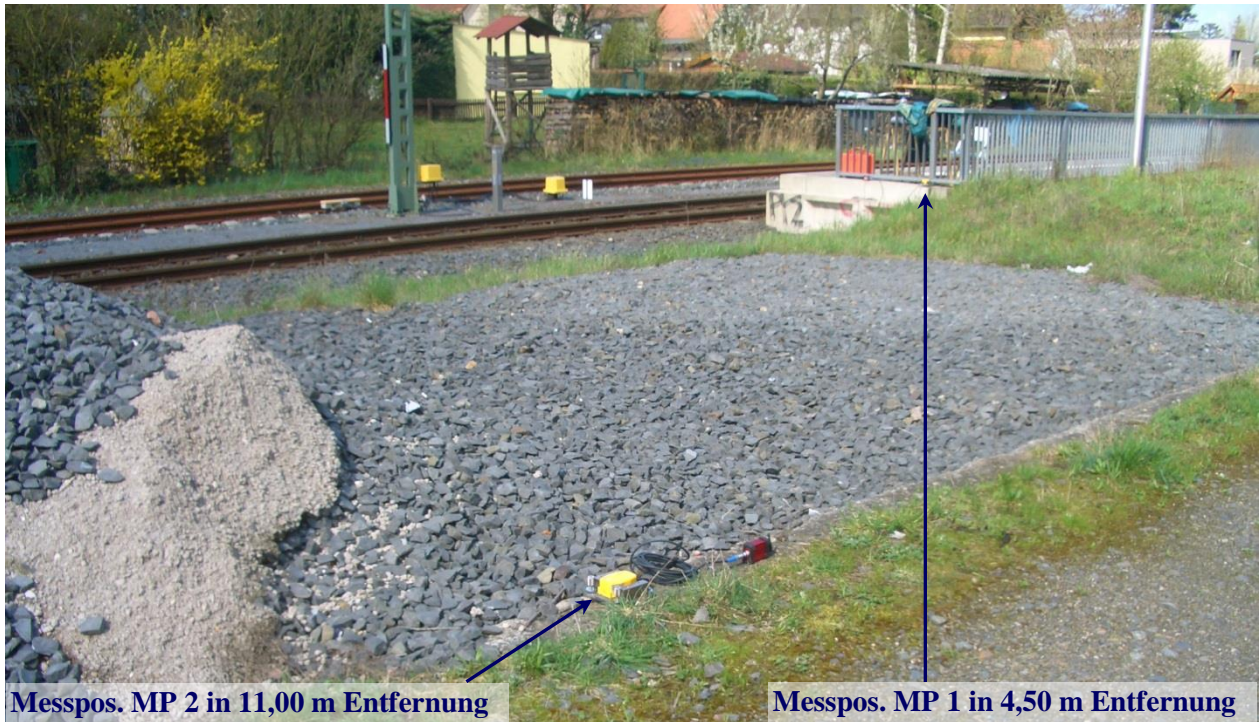
Wir machen mit Nachdruck darauf aufmerksam, dass die im Sinne des Bebauungsplans ungünstigen Ergebnisse einen Hauptgrund haben: Das ist der Güterzugverkehr, insbesondere in der Nacht. Ohne die nächtlichen Güterzüge können die Anforderungen an den Erschütterungsschutz und an den sekundären Luftschall eingehalten werden.

Darüber hinaus sollte noch gesagt werden, dass die DB für den sekundären Luftschall 5 dB höhere Werte (40 dB(A) für den Tag, 30 dB(A) in der Nacht) für sich in Anspruch nimmt als von der TA-Lärm vorgegeben. Mit einer derartigen Verschiebung der Vorgaben wären die Anforderungen eher einzuhalten.

Abschließend soll noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass selbst bei Einhaltung der Anhaltswerte von DIN 4150-2 geringe Erschütterungen noch spürbar sein können, dies hängt in erster Linie von der Wahrnehmung und der Empfindsamkeit der betroffenen Personen ab. Auch sekundärer Luftschall kann trotz Einhaltung der Vorgabewerte noch wahrnehmbar sein.

Planunterlagen
 aus [9]







Blick nach Norden



Blick nach Süden

Tabelle A1: Messtechnik, Messpositionen, Messdurchführung und Signalverarbeitung

| | |
|---------------------------------------|---|
| Messort, Messzeit: | Stadt Seligenstadt, Bahnhofsgelände, 06.04.2016; 10:30 ÷ 16:30 Uhr |
| Verursacher: | Odenwaldbahn, Streckenabschnitt Hanau – Erbach |
| Messpunkte: | MP 1 z, x, y: 4,50 m zu Gleis 1 (durchlaufender Schienenstrang) Randeinfassung des Bahnsteigs MP 2 z, x, y: 11,00 m zu Gleis 1 auf Betonschwelle MP 3 z, x, y: 20,50 m zu Gleis 1 auf Betonsteinplatten z-Richtung: vertikal x-Richtung: horizontal, parallel zur Gleisachse, etwa in Nord-Süd-Richtung y-Richtung: horizontal, senkrecht zur Gleisachse, etwa in Ost-West-Richtung |
| Messung: | Schwingungsmesser SM 6 gemäß DIN 45669-1; Wölfel Meßsysteme Software GmbH & Co. KG; Aufstellung Sensoren auf Steinplatten gemäß DIN 45669-2 Speisung und AD-Wandlung: System Red Sens mit Funkmodulen Die Messkette wurde vor und nach der Messung überprüft |
| Messdatenerfassung und –verarbeitung: | Notebook Lenovo Think Pad T430s mit USB-Funk-Empfang Mess- und Auswertesoftware MEDA_AD Version 2015-1 WÖLFEL Meßsysteme Software GmbH + Co. KG |
| Messwerterfassung: | Abtastung: obere Grenzfrequenz: 400 Hz entspricht Abtastrate: 0,9765 ms |
| Umfeldbedingungen: | Sommertag bzw. Sommerabend; an beiden Messterminen trocken, Fremderschütterungen hauptsächlich aus Straßenverkehr auf der Landstraße |

Tabelle A2: Zur Beurteilung herangezogene Zugvorbeifahrten

| Messung mit Zugart, Uhrzeit, Fahrtrichtg., Gleis, Passiergeschwindigk. | | | | | | bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max}}$ [-] | | | | | | | | |
|--|-----|---------------------------|-----|-------|--------|--|-------|-------|--------------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| | | | | | | MP 1: 4,50 m-Pkt. | | | MP 2: 11,00 m-Pkt. | | | MP 3: 20,50 m-Pkt. | | |
| Nr. | Zug | Zeit | Ri. | Gleis | [km/h] | z | x | y | z | x | y | z | x | y |
| 01 | RE | 12:39 | N | 1 | 60 | 0,241 | 0,217 | 0,557 | 0,083 | 0,046 | 0,114 | 0,074 | 0,044 | 0,041 |
| 02 | RB | 12:49 | S | 1 | 50 | 0,115 | 0,115 | 0,264 | 0,052 | 0,050 | 0,088 | 0,052 | 0,032 | 0,028 |
| 03 | RB | 13:08 | N | 1 | 60 | 0,109 | 0,122 | 0,261 | - | - | - | 0,054 | 0,030 | 0,034 |
| 04 | RE | 13:28 | S | 1 | 60 | 0,089 | 0,084 | 0,205 | 0,040 | 0,038 | 0,077 | 0,044 | 0,030 | 0,022 |
| 05 | RB | 13:46 | S | 1 | 30 | 0,060 | 0,080 | 0,140 | - | - | - | 0,029 | 0,025 | 0,017 |
| 06 | RB | 14:09 | N | 1 | 70 | 0,180 | 0,169 | 0,421 | - | - | - | 0,059 | 0,046 | 0,048 |
| 07 | RE | 14:50 | N | 2 | 30 | 0,030 | 0,025 | 0,043 | 0,021 | 0,010 | 0,026 | 0,022 | 0,011 | 0,011 |
| 08 | RB | 14:51 | S | 1 | 30 | 0,065 | 0,073 | 0,189 | 0,032 | 0,021 | 0,052 | 0,031 | 0,021 | 0,013 |
| 09 | RB | 15:09 | N | 1 | 50 | 0,097 | 0,087 | 0,239 | 0,041 | 0,019 | 0,065 | 0,045 | 0,032 | 0,024 |
| 10 | RE | 15:18 | S | 1 | 50 | 0,107 | 0,096 | 0,219 | 0,040 | 0,024 | 0,073 | 0,053 | 0,030 | 0,024 |
| 11 | GZ | künstl. aus 2*Messg. "01" | | | | 0,483 | 0,434 | 1,113 | 0,166 | 0,092 | 0,227 | 0,148 | 0,088 | 0,082 |

Tabelle A3: Rechnerische Prognose der KB_{FT_r} -Werte in den künftigen Wohnungen in Abhängigkeit der Eigenfrequenzen der Decken und des schwimmenden Estrichs

| Mess- position | Zeit | Eigenfreq. [Hz] von | Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} [-] | | | | | | | |
|--|--|--|---|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
| | | Estrich → Decke ↓ | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | starr kein Estrich | | |
| MP 1: 4,50 m zur Bahnlinie | am Tag einzuhalten KB_{FT_r} $\leq 0,07$ | 14 | 0,141 | 0,125 | 0,115 | 0,105 | 0,104 | 0,102 | | |
| | | 16 | 0,183 | 0,162 | 0,152 | 0,144 | 0,142 | 0,139 | | |
| | | 18 | 0,173 | 0,149 | 0,138 | 0,128 | 0,126 | 0,123 | | |
| | | 20 | 0,170 | 0,142 | 0,130 | 0,120 | 0,118 | 0,114 | | |
| | | 22 | 0,174 | 0,142 | 0,129 | 0,118 | 0,116 | 0,113 | | |
| | | 24 | 0,173 | 0,130 | 0,115 | 0,102 | 0,100 | 0,095 | | |
| | bei Nacht einzuhalten KB_{FT_r} $\leq 0,05$ | 14 | 0,123 | 0,105 | 0,086 | 0,071 | 0,069 | 0,067 | | |
| | | 16 | 0,139 | 0,119 | 0,101 | 0,088 | 0,086 | 0,084 | | |
| | | 18 | 0,163 | 0,136 | 0,118 | 0,106 | 0,104 | 0,101 | | |
| | | 20 | 0,178 | 0,147 | 0,129 | 0,117 | 0,115 | 0,112 | | |
| | | 22 | 0,187 | 0,151 | 0,132 | 0,120 | 0,118 | 0,114 | | |
| | | 24 | 0,201 | 0,150 | 0,129 | 0,115 | 0,112 | 0,107 | | |
| | | MP 2: 11,00 m zur Bahnlinie | am Tag einzuhalten KB_{FT_r} $\leq 0,07$ | 14 | 0,073 | 0,069 | 0,061 | 0,059 | 0,058 | 0,057 |
| | | | | 16 | 0,095 | 0,088 | 0,080 | 0,078 | 0,077 | 0,076 |
| 18 | 0,088 | | | 0,079 | 0,071 | 0,068 | 0,067 | 0,066 | | |
| 20 | 0,085 | | | 0,075 | 0,066 | 0,063 | 0,062 | 0,060 | | |
| 22 | 0,083 | | | 0,072 | 0,063 | 0,060 | 0,059 | 0,057 | | |
| 24 | 0,068 | | | 0,056 | 0,045 | 0,041 | 0,040 | 0,039 | | |
| bei Nacht einzuhalten KB_{FT_r} $\leq 0,05$ | 14 | | 0,057 | 0,055 | 0,043 | 0,040 | 0,039 | 0,038 | | |
| | 16 | | 0,066 | 0,062 | 0,051 | 0,048 | 0,047 | 0,046 | | |
| | 18 | | 0,072 | 0,065 | 0,054 | 0,050 | 0,050 | 0,048 | | |
| | 20 | | 0,077 | 0,067 | 0,056 | 0,053 | 0,052 | 0,050 | | |
| MP 3: 20,50 m zur Bahnlinie | am Tag einzuhalten KB_{FT_r} $\leq 0,07$ | 14 | 0,067 | 0,062 | 0,061 | 0,057 | 0,056 | 0,055 | | |
| | | 16 | 0,085 | 0,077 | 0,075 | 0,071 | 0,070 | 0,069 | | |
| | | 18 | 0,081 | 0,071 | 0,068 | 0,064 | 0,063 | 0,061 | | |
| | | 20 | 0,080 | 0,068 | 0,065 | 0,060 | 0,059 | 0,058 | | |
| | | 22 | 0,085 | 0,070 | 0,066 | 0,061 | 0,060 | 0,058 | | |
| | | 24 | 0,093 | 0,070 | 0,065 | 0,059 | 0,058 | 0,055 | | |
| | bei Nacht einzuhalten KB_{FT_r} $\leq 0,05$ | 14 | 0,055 | 0,050 | 0,049 | 0,044 | 0,043 | 0,043 | | |
| | | 16 | 0,072 | 0,065 | 0,063 | 0,059 | 0,058 | 0,057 | | |
| | | 18 | 0,070 | 0,061 | 0,058 | 0,054 | 0,053 | 0,052 | | |
| | | 20 | 0,070 | 0,060 | 0,057 | 0,052 | 0,051 | 0,049 | | |
| | | 22 | 0,083 | 0,067 | 0,063 | 0,057 | 0,056 | 0,054 | | |
| | | 24 | 0,111 | 0,082 | 0,076 | 0,070 | 0,068 | 0,065 | | |

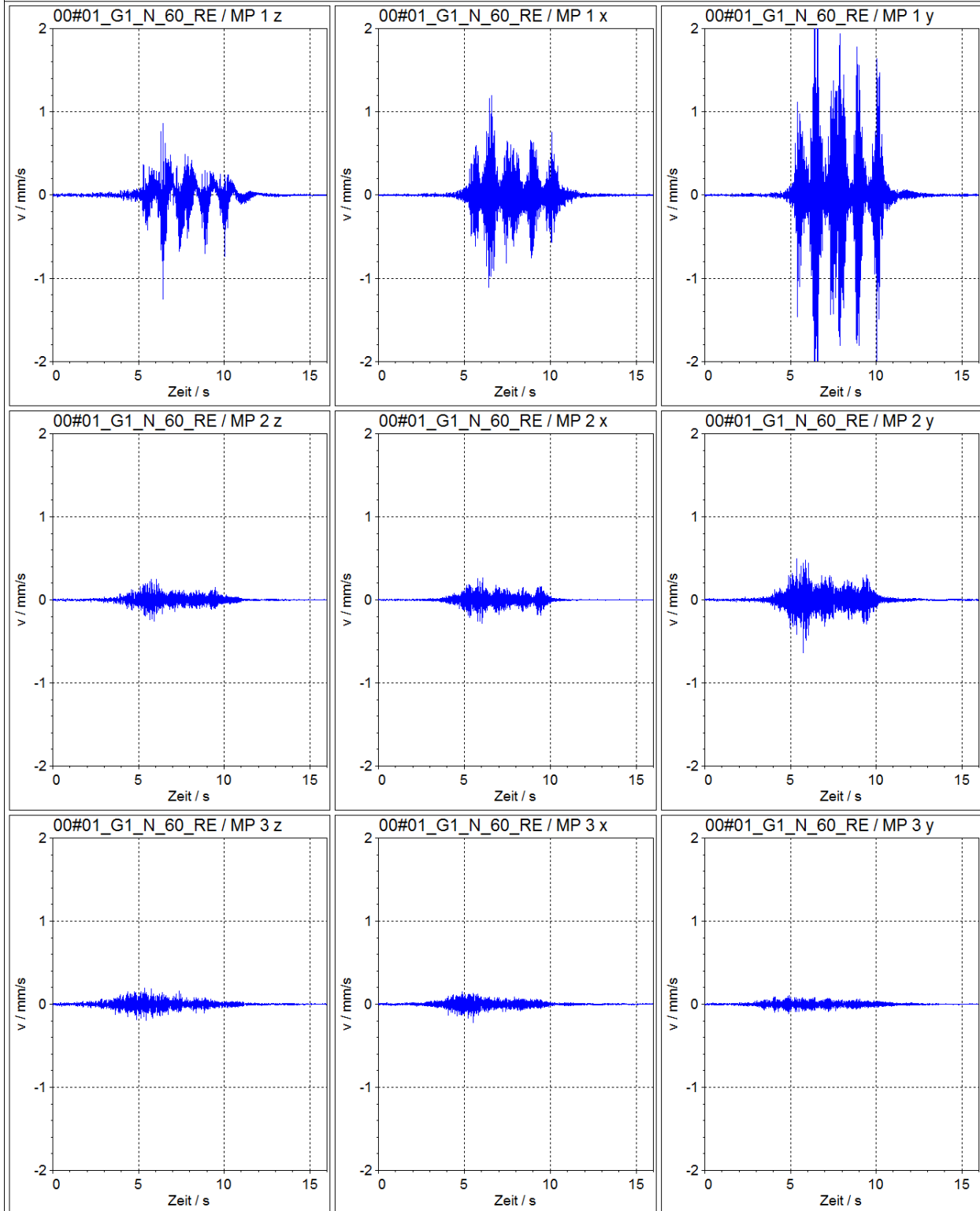
Tabelle A4: Rechnerische Prognose der $L_{A,m}$ -Werte in den künftigen Wohnungen in Abhängigkeit der Eigenfrequenzen der Decken und des schwimmenden Estrichs

| Mess- position | Zeit | Eigenfreq. [Hz] von | Beurteilungspegel $L_{A,m}$ [dB(A)] | | | | | |
|---|--|------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|-----------------------|
| | | Estrich → Decke ↓ | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | starr kein Estrich |
| MP 1: 4,50 m zur Bahnlinie | am Tag einzuhalten $L_{A,m}$ ≤ 35 dB(A) | 14 | 31,2 | 31,9 | 32,3 | 32,9 | 33,4 | 31,8 |
| | | 16 | 31,2 | 31,9 | 32,3 | 32,9 | 33,4 | 31,8 |
| | | 18 | 31,2 | 31,9 | 32,3 | 32,9 | 33,4 | 31,8 |
| | | 20 | 31,2 | 31,9 | 32,3 | 32,9 | 33,5 | 31,8 |
| | | 22 | 31,2 | 31,9 | 32,3 | 32,9 | 33,5 | 31,8 |
| | bei Nacht einzuhalten $L_{A,m}$ ≤ 25 dB(A) | 14 | 32,3 | 33,0 | 33,0 | 33,6 | 34,2 | 32,9 |
| | | 16 | 32,3 | 33,0 | 33,0 | 33,6 | 34,2 | 32,9 |
| | | 18 | 32,3 | 33,0 | 33,0 | 33,6 | 34,2 | 32,9 |
| | | 20 | 32,3 | 33,0 | 33,0 | 33,6 | 34,2 | 32,9 |
| | | 22 | 32,3 | 33,0 | 33,0 | 33,6 | 34,2 | 32,9 |
| MP 2: 11,00 m zur Bahnlinie | am Tag einzuhalten $L_{A,m}$ ≤ 35 dB(A) | 14 | 24,8 | 27,8 | 26,6 | 26,6 | 30,4 | 24,1 |
| | | 16 | 24,8 | 27,8 | 26,6 | 26,6 | 30,4 | 24,1 |
| | | 18 | 24,9 | 27,9 | 26,7 | 26,6 | 30,4 | 24,2 |
| | | 20 | 25,0 | 27,9 | 26,7 | 26,6 | 30,4 | 24,3 |
| | | 22 | 25,0 | 27,9 | 26,7 | 26,6 | 30,4 | 24,3 |
| | bei Nacht einzuhalten $L_{A,m}$ ≤ 25 dB(A) | 14 | 25,4 | 28,4 | 26,8 | 26,6 | 30,2 | 24,3 |
| | | 16 | 25,4 | 28,4 | 26,8 | 26,6 | 30,2 | 24,3 |
| | | 18 | 25,5 | 28,4 | 26,8 | 26,6 | 30,2 | 24,4 |
| | | 20 | 25,5 | 28,5 | 26,8 | 26,6 | 30,2 | 24,4 |
| | | 22 | 25,6 | 28,5 | 26,9 | 26,6 | 30,2 | 24,5 |
| MP 3: 20,50 m zur Bahnlinie | am Tag einzuhalten $L_{A,m}$ ≤ 35 dB(A) | 14 | 22,9 | 26,0 | 27,7 | 27,6 | 27,9 | 20,5 |
| | | 16 | 22,9 | 26,0 | 27,7 | 27,6 | 27,9 | 20,5 |
| | | 18 | 23,2 | 26,0 | 27,7 | 27,7 | 27,9 | 21,0 |
| | | 20 | 23,4 | 26,0 | 27,7 | 27,7 | 27,9 | 21,2 |
| | | 22 | 23,7 | 26,1 | 27,7 | 27,7 | 27,9 | 21,5 |
| | bei Nacht einzuhalten $L_{A,m}$ ≤ 25 dB(A) | 14 | 23,1 | 26,2 | 27,9 | 27,7 | 28,3 | 20,8 |
| | | 16 | 23,1 | 26,2 | 27,9 | 27,7 | 28,3 | 20,8 |
| | | 18 | 23,3 | 26,2 | 27,9 | 27,7 | 28,3 | 21,1 |
| | | 20 | 23,5 | 26,2 | 27,9 | 27,8 | 28,3 | 21,3 |
| | | 22 | 24,0 | 26,3 | 27,9 | 27,8 | 28,4 | 21,9 |
| | 24 | 25,2 | 26,5 | 28,0 | 27,9 | 28,4 | 22,9 | |

Stadt Seligenstadt – Bebauungsplan Nr. 81 „Bahnhofsgelände“ – Erschütterungen infolge Schienenverkehr

Messpunkte: MP 1 z, x, y: 4,50 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1
 MP 2 z, x, y: 11,00 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1
 MP 3 z, x, y: 20,50 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1

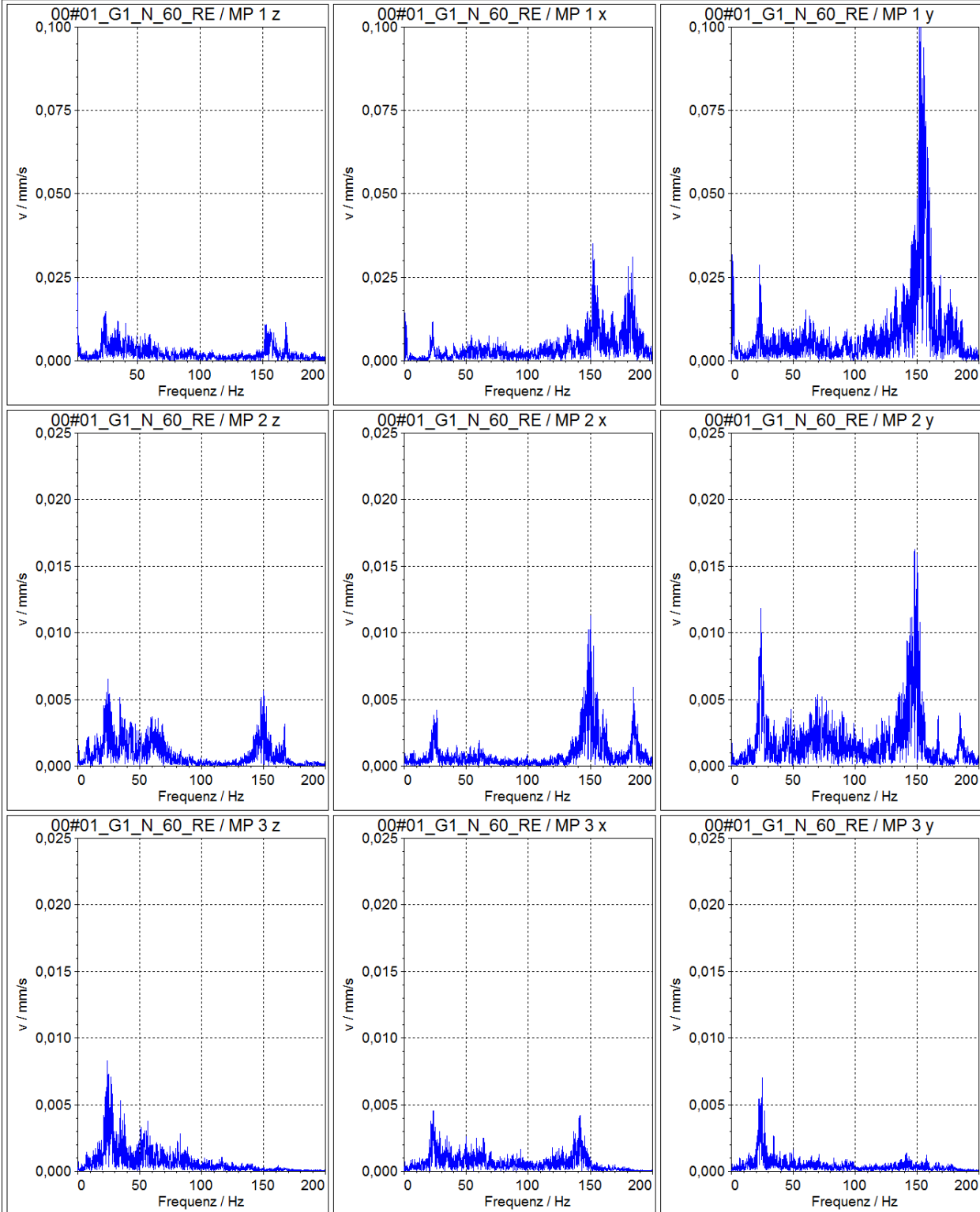
Darstellung: Ausgewählte Zugvorbeifahrt Nr. 01, Zeitverlauf Rohsignal Schwingungsgeschwindigkeit



Stadt Seligenstadt – Bebauungsplan Nr. 81 „Bahnhofsgelände“ – Erschütterungen infolge Schienenverkehr

Messpunkte: MP 1 z, x, y: 4,50 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1
 MP 2 z, x, y: 11,00 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1
 MP 3 z, x, y: 20,50 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1

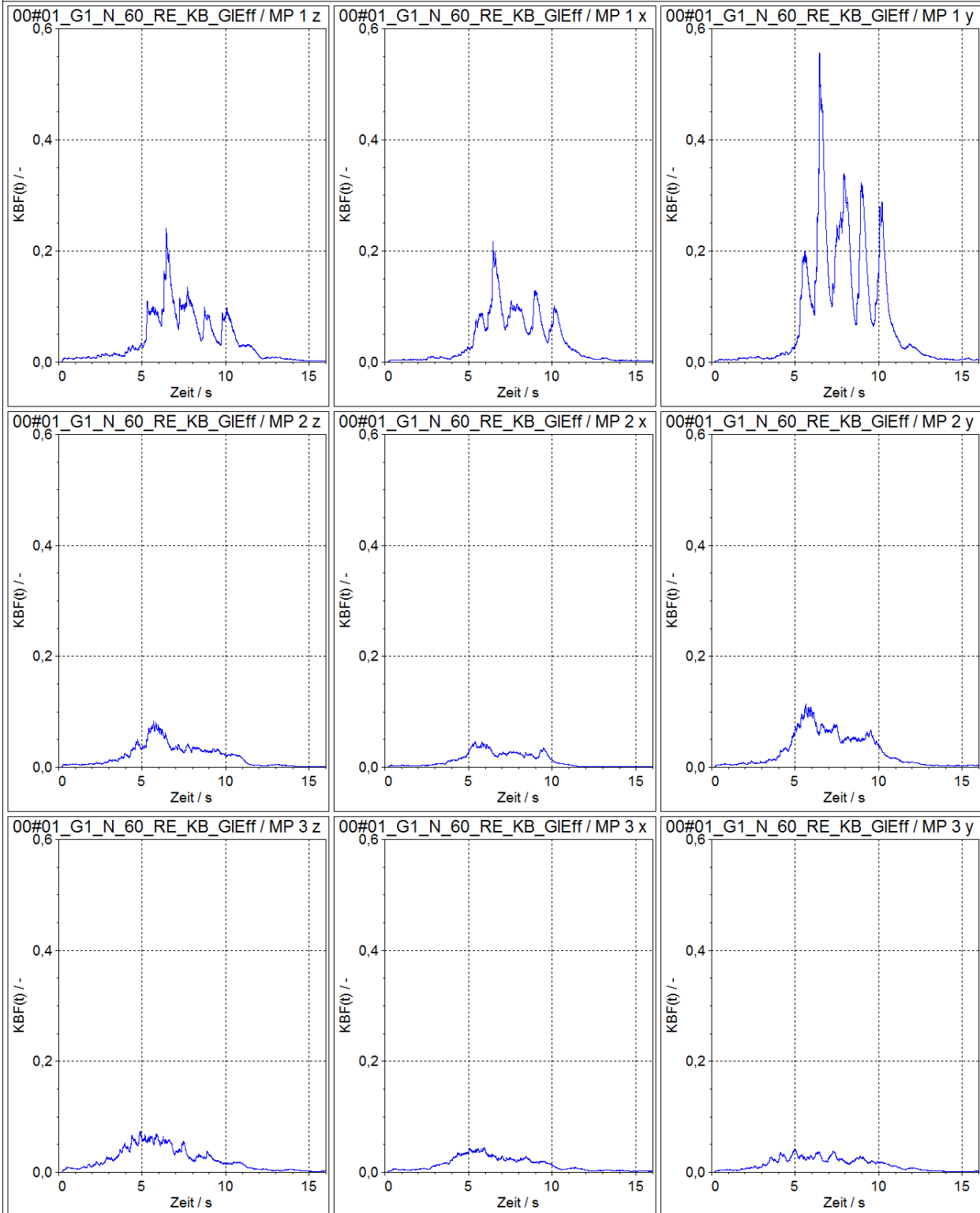
Darstellung: Ausgewählte Zugvorbeifahrt Nr. 01, Schmalbandspektrum Schwinggeschwindigkeit



Stadt Seligenstadt – Bebauungsplan Nr. 81 „Bahnhofsgelände“ – Erschütterungen infolge Schienenverkehr

Messpunkte: MP 1 z, x, y: 4,50 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1
 MP 2 z, x, y: 11,00 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1
 MP 3 z, x, y: 20,50 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1

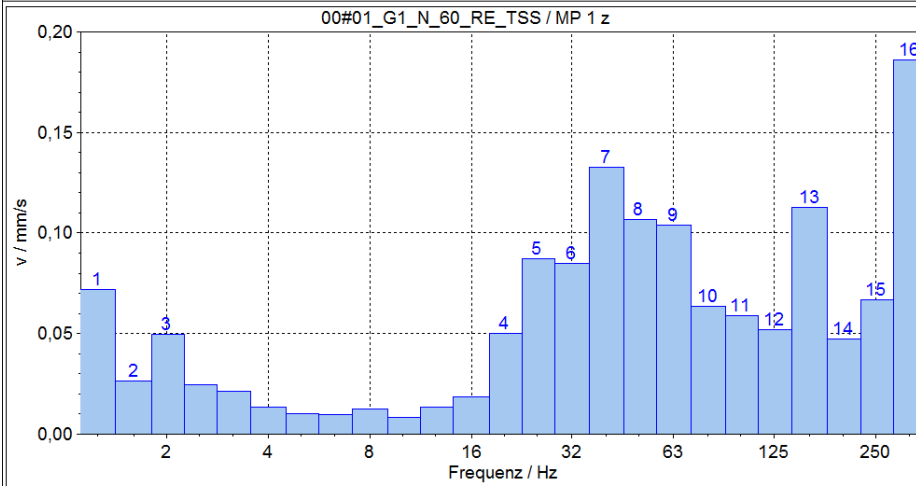
Darstellung: Ausgewählte Zugvorbeifahrt Nr. 01, gleitender Effektivwert der bewerteten Schwingstärke



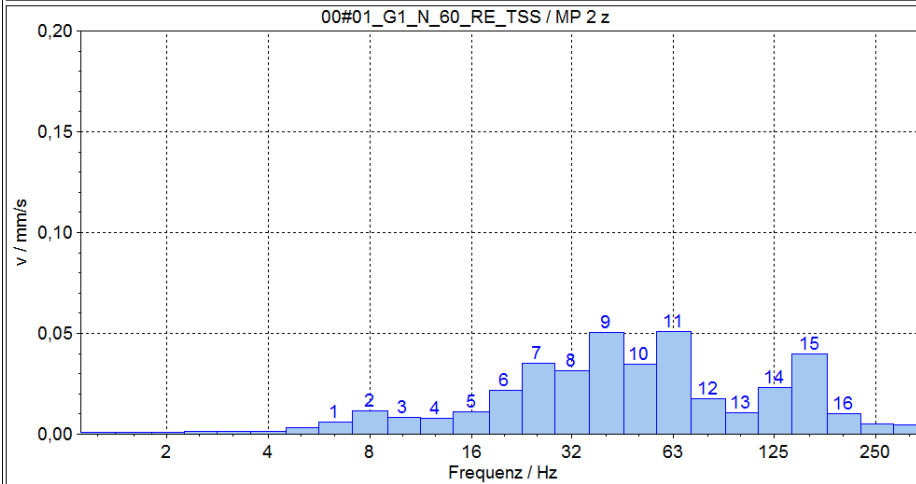
Stadt Seligenstadt – Bebauungsplan Nr. 81 „Bahnhofsgelände“ – Erschütterungen infolge Schienenverkehr

Messpunkte: MP 1 z, x, y: 4,50 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1
 MP 2 z, x, y: 11,00 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1
 MP 3 z, x, y: 20,50 m von der Mittelachse des durchgehenden östlichen Gleis 1

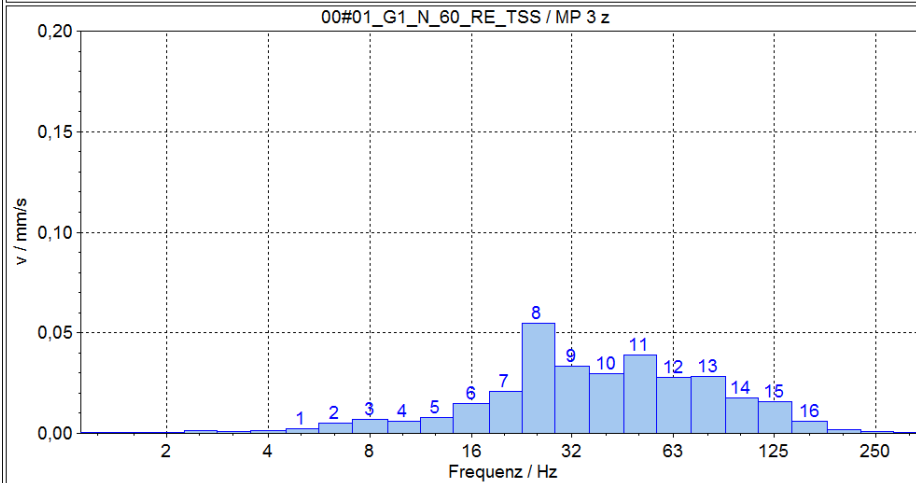
Darstellung: Ausgewählte Zugvorbeifahrt Nr. 01
 Terzschnellespektrum (Max Hold) der Schwinggeschwindigkeit, vertikale Komponente



| Nr.: | Frequenz Hz | v mm/s |
|------|----------------|-----------|
| 1 | 1,2500 | 0,0719 |
| 2 | 1,6000 | 0,0266 |
| 3 | 2,0000 | 0,0498 |
| 4 | 20,0000 | 0,0500 |
| 5 | 25,0000 | 0,0873 |
| 6 | 31,5000 | 0,0848 |
| 7 | 40,0000 | 0,1325 |
| 8 | 50,0000 | 0,1067 |
| 9 | 63,0000 | 0,1039 |
| 10 | 80,0000 | 0,0634 |
| 11 | 100,0000 | 0,0590 |
| 12 | 125,0000 | 0,0520 |
| 13 | 160,0000 | 0,1128 |
| 14 | 200,0000 | 0,0475 |
| 15 | 250,0000 | 0,0666 |
| 16 | 315,0000 | 0,1859 |



| Nr.: | Frequenz Hz | v mm/s |
|------|----------------|-----------|
| 1 | 6,3000 | 0,0061 |
| 2 | 8,0000 | 0,0115 |
| 3 | 10,0000 | 0,0085 |
| 4 | 12,5000 | 0,0080 |
| 5 | 16,0000 | 0,0109 |
| 6 | 20,0000 | 0,0218 |
| 7 | 25,0000 | 0,0350 |
| 8 | 31,5000 | 0,0314 |
| 9 | 40,0000 | 0,0504 |
| 10 | 50,0000 | 0,0347 |
| 11 | 63,0000 | 0,0510 |
| 12 | 80,0000 | 0,0175 |
| 13 | 100,0000 | 0,0106 |
| 14 | 125,0000 | 0,0229 |
| 15 | 160,0000 | 0,0397 |
| 16 | 200,0000 | 0,0103 |



| Nr.: | Frequenz Hz | v mm/s |
|------|----------------|-----------|
| 1 | 5,0000 | 0,0023 |
| 2 | 6,3000 | 0,0053 |
| 3 | 8,0000 | 0,0067 |
| 4 | 10,0000 | 0,0059 |
| 5 | 12,5000 | 0,0079 |
| 6 | 16,0000 | 0,0150 |
| 7 | 20,0000 | 0,0211 |
| 8 | 25,0000 | 0,0547 |
| 9 | 31,5000 | 0,0334 |
| 10 | 40,0000 | 0,0296 |
| 11 | 50,0000 | 0,0391 |
| 12 | 63,0000 | 0,0280 |
| 13 | 80,0000 | 0,0282 |
| 14 | 100,0000 | 0,0177 |
| 15 | 125,0000 | 0,0156 |
| 16 | 160,0000 | 0,0059 |