

Auftraggeber: EPPLE Projekt Kurpfalz GmbH  
Vangerowstraße 2  
69115 Heidelberg

Auftragnehmer: Kurz und Fischer GmbH  
Beratende Ingenieure  
Brückenstraße 9  
71364 Winnenden

Bekannt gegebene Stelle nach § 29b Bundes-  
Immissionsschutzgesetz (BImSchG)

Durch die DAkKS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH  
nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.



## **G u t a c h t e n 1 1 5 9 8 - 0 5**

Neubau eines Gebäudekomplexes mit Wohnungen und  
sozialen Einrichtungen  
auf dem Pfaudlerareal in Schwetzingen

Messtechnische Bestimmung der Erschütterungs-  
einwirkungen durch Zugverkehr

Prognose der zu erwartenden Erschütterungen und des  
Sekundärluftschalls in den geplanten Mehrfamilienhäu-  
sern

Datum: 15. Oktober 2019

## Inhaltsverzeichnis

1.	Situation und Aufgabenstellung.....	4
2.	Abstimmungen und Eingangsdaten .....	4
3.	Beurteilungsgrundlage .....	5
3.1.	Erschütterungen .....	5
3.2.	Sekundärluftschall.....	7
4.	Durchführung der Messungen .....	8
4.1.	Datum und Ort der Messungen .....	8
4.2.	Messverfahren.....	8
4.3.	Messprogramm .....	8
5.	Angaben zu den Erschütterungsquellen.....	9
6.	Prognose.....	10
6.1.	Erschütterungsanregung.....	10
6.2.	Erschütterungsausbreitung .....	10
6.3.	Beurteilungsgrößen Erschütterungen.....	11
6.4.	Beurteilungsgrößen Sekundärluftschall .....	12
7.	Prognoseergebnisse Erschütterungen .....	14
7.1.	Maximale bewertete Schwingstärke .....	14
7.2.	Beurteilungsschwingstärke .....	15
8.	Sekundärluftschall .....	16
8.1.	Vorbeifahrtpegel .....	16
8.2.	Beurteilungspegel .....	16

9. Prognosesicherheit .....	17
10. Beurteilung.....	18
11. Zusammenfassung .....	19

Anlagenverzeichnis  
Literaturverzeichnis  
8 Anlagen (42 Seiten)

## 1. Situation und Aufgabenstellung

Die EPPLE Projekt Kurpfalz GmbH beabsichtigt die Realisierung von Wohngebäuden und sozialen Einrichtungen wie einer Kindertagesstätte auf dem Pfaudlerareal in Schwetzingen. Das Areal befindet sich auf einem alten Fabrikgelände. Nun sollen dort mehrere Wohngebäude mit Geschosswohnungsbau sowie einer Kindertagesstätte entstehen. Direkt angrenzend an das Areal verlaufen die Zugstrecken 4020 Mannheim Rheinau – Oftersheim und 4060 Mannheim Ziehbrunnen – Oftersheim der Deutschen Bahn.

In der Anlage 1 ist das Bauvorhaben im räumlichen Zusammenhang dargestellt.

Im Rahmen der Planungen zum Bauvorhaben sollte eine Erschütterungsprognose erstellt werden, in der die Erschütterungs- und Sekundärluftschalleinwirkungen auf die geplante Bebauung untersucht werden. Die vorhandenen Erschütterungen durch den Bahnverkehr wurden hierzu messtechnisch ermittelt und die Auswirkungen auf die geplanten Wohnhäuser mit einem Prognosemodell auf Basis empirisch ermittelter Übertragungsspektren prognostiziert und anhand der Anhaltswerte der DIN 4150-2 [1] sowie in Anlehnung an die Immissionsrichtwerte der TA Lärm [2] beurteilt.

## 2. Abstimmungen und Eingangsdaten

Für die folgenden Untersuchungen standen folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Lageplan, M 1:1100, Stand 13.02.2019, erstellt von florian kriegler architektur und städtebau gmbh
- Zugdaten der Strecken 4020 (Mannheim Rheinau – Oftersheim) und 4060 (Mannheim Ziehbrunnen – Oftersheim), zur Verfügung gestellt von der Deutschen Bahn AG am 23.07.2018

Es wurden keine weiteren Abstimmungen mit der zuständigen Behörde und mit dem Planungsträger getroffen.

### 3. Beurteilungsgrundlage

#### 3.1. Erschütterungen

Die Bewertung und Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150-2 [1]. Zweck dieser Norm ist die angemessene Berücksichtigung des Erschütterungsschutzes im Immissionsschutz. Die Norm nennt Anforderungen und Anhaltswerte, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden.

Nach dem in [1] beschriebenen Bewertungs- und Beurteilungsverfahren sind die Beurteilungsgrößen maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  bzw. Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTT}$  zu berechnen und mit den Anhaltswerten der Tabelle 1 zu vergleichen:

- Innerhalb des Gebäudes ist auf der am stärksten betroffenen Geschossdecke das Zeitsignal der unbewerteten Schwingschnelle  $v(t)$  gemäß DIN 45669 [3] im Frequenzbereich von 1 Hz bis 80 Hz zu erfassen.
- Mittels einer Frequenz- und Zeitbewertung (Hochpassfilterung mit einer Grenzfrequenz von 5,6 Hz sowie Bildung eines gleitenden Effektivwertes mit einer Zeitkonstante  $\tau = 0,125$  s) ist die bewertete Schwingstärke  $KB_F(t)$  zu bilden.
- Die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  ist der Maximalwert der zeitabhängigen bewerteten Schwingstärke  $KB_F(t)$ .
- Die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTT}$  wird unter Berücksichtigung der Einwirkzeit der Erschütterungseinwirkungen gebildet, wobei der Beurteilungszeitraum in 30 s-Takte unterteilt wird und die Maximalwerte der bewerteten Schwingstärke  $KB_F(t)$  in den von Erschütterungseinwirkungen betroffenen Takten energetisch gemittelt und entsprechend der Anzahl betroffener Takte gewichtet werden (sogenanntes Taktmaximalverfahren).

Überschreitet die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  den Anhaltswert  $A_u$ , so ist die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTT}$  mit dem Anhaltswert  $A_r$  zu vergleichen. Bei einer Überschreitung des Anhaltswertes  $A_r$  durch die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTT}$  oder einer Überschreitung des oberen Anhaltswertes  $A_o$  durch die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  gelten die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten.

Bei Erschütterungseinwirkungen durch oberirdischen Schienenverkehr des öffentlichen Personennahverkehrs sind folgende Besonderheiten zu berücksichtigen:

- Für oberirdische Schienenwege des ÖPNV gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen Anhaltswerte  $A_u$  und  $A_r$  der DIN 4150-2, Tab. 1.
- Der Anhaltswert  $A_o$  wird bei Schienenverkehr nachts nicht zur Beurteilung herangezogen. Liegen bei oberirdischen Strecken nachts jedoch einzelne  $KB_{Fmax}$ -Werte über  $A_o = 0,6$ , so ist gemäß DIN 4150-2 nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen.

- Bei der Ermittlung von  $KB_{FTT}$  wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.

Entsprechend dem Gebietscharakter für das geplante Gebiet als "urbanes Gebiet (MU)" i. S. d. TA Lärm wird das Bauvorhaben nachfolgend mit der Schutzwürdigkeit eines Mischgebiets berücksichtigt. Die entsprechende Zeile ist in der Tabelle 1 farblich markiert.

**Tabelle 1:** Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen (DIN 4150-2, Tab. 1 [1])

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete BauNVO, § 9)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete BauNVO, § 8)	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 (vgl. Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. reines Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, 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 Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Zur Fühlbarkeit von Erschütterungseinwirkungen gibt die DIN 4150-2 folgende Hinweise:

*„Einen Hinweis auf die Fühlbarkeit der Erschütterungseinwirkungen gibt die Größe  $KB_{Fmax}$ . Die Fühlschwelle liegt bei den meisten Menschen im Bereich zwischen  $KB = 0,1$  und  $KB = 0,2$ . In der Umgebungssituation „Wohnung“ werden auch bereits gerade spürbare Erschütterungen als störend empfunden. Erschütterungseinwirkungen um  $KB = 0,3$  werden beim ruhigen Aufenthalt in Wohnungen überwiegend bereits als gut spürbar und entsprechend stark störend wahrgenommen.“*

### 3.2. Sekundärluftschall

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen liegen derzeit weder baurechtlich eingeführte Regelwerke noch verbindliche Richtwerte vor.

Es bestehen mehrere Regelwerke, die Anforderungen an zulässige Innenraumpegel nennen (VDI-Richtlinie 2719 [4], TA Lärm [2]). Die darin genannten Anhalts- und Immissionsrichtwerte können zur Beurteilung der aus der Schallabstrahlung schwingender Bauteile prognostizierter Sekundärluftschallpegel als Empfehlung verwendet werden.

In Anlehnung an die TA Lärm können die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Immissionsrichtwerte zur Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen herangezogen werden:

**Tabelle 2:** Immissionsrichtwerte innerhalb von Gebäuden nach TA Lärm

Beurteilungszeitraum	Immissionsrichtwert $L_r$ [dB(A)]	kurzzeitige Geräuschspitzen [dB(A)]
Tag (6 – 22 Uhr)	35	45
Nacht (22 – 6 Uhr) <sup>1)</sup>	25	35

<sup>1)</sup> Gemäß TA Lärm ist nachts die lauteste volle Stunde zu berücksichtigen.

In der Regel sind die maßgeblichen Geräuscheinwirkungen bei Einzelvorbeifahrten von geräusch- und erschütterungsintensiven Zügen im Nachtzeitraum zu erwarten.

Die bei der Zugvorbeifahrt in Schlafräumen entstehenden Innenpegel resultieren dabei aus einer Zusammenwirkung von Primärluftschallimmissionen über die raumbegrenzenden Fassadenbauteile und Sekundärluftschallimmissionen infolge der Schwingungsanregung der Gebäudestruktur.

Zur Wahrnehmbarkeit von Sekundärluftschallimmissionen können folgende Hinweise gegeben werden:

Bei innerstädtisch üblichen Grundgeräuschpegeln ist davon auszugehen, dass bereits kurzzeitige Geräuschspitzen unter 35 dB(A) deutlich wahrgenommen werden. Auch bei Einhaltung der o. g. empfohlenen und in der Rechtsprechung gebräuchlichen Immissionsrichtwerte sind somit bereits subjektiv störende Geräuschimmissionen zu erwarten.

## 4. Durchführung der Messungen

### 4.1. Datum und Ort der Messungen

Die Messungen auf dem Gelände der geplanten Bebauung in Schwetzingen erfolgten am 10.09.2019 im Zeitraum zwischen 10:30 Uhr und 13:30 Uhr. Auf dem Gelände standen zum Zeitpunkt der Messung noch die alten Fabrikgebäude.

Die Erschütterungsimmissionen durch Zugverkehr wurden an insgesamt 4 Messpunkten (MP1 bis MP4) messtechnisch erfasst. Alle Messpunkte sind in den Lageplan in der Anlage 1 zu diesem Gutachten eingezeichnet.

### 4.2. Messverfahren

Die Messungen erfolgten nach der DIN 45669-2 [5]. Es wurde das unbewertete Erschütterungssignal im Arbeitsfrequenzbereich zwischen 1 Hz und 315 Hz simultan an 4 Messkanälen aufgezeichnet.

An den in Abschnitt 4.1 genannten Messpunkten wurden die durch den Bahnverkehr auftretenden Erschütterungen mit Geophonen auf Erdspeßen in vertikaler Schwingrichtung gemessen (siehe Fotodokumentation in Anlage 2).

Die analogen Signale der Schwingungsaufnehmer wurden über ein Datenerfassungsgerät digitalisiert und auf einem Messrechner zur weiteren Verarbeitung gespeichert. Das verwendete Messsystem entspricht im maßgeblichen Frequenzbereich den Anforderungen der DIN 45669-1 [3]. In der Anlage 8 können die verwendeten Messgeräte und die Konfiguration des Messsystems dem Messprotokoll entnommen werden.

### 4.3. Messprogramm

Am 10.09.2019 wurden auf dem betroffenen Grundstück insgesamt 36 Zugvorbeifahrten von verschiedenen Zügen aufgezeichnet. Aufgrund des Bewuchses des Bahndamms konnte von dem Beobachtungspunkt aus keine eindeutige Erkenntnis über die jeweilige Zugart und das Gleis getroffen werden. Daher wurde bei der Auswertung der Messungen auf eine Unterscheidung in diesen Punkten verzichtet. In der Anlage 8 zu diesem Gutachten sind die Vorbeifahrten mit Uhrzeit dokumentiert.

## 5. Angaben zu den Erschütterungsquellen

Gemäß der Auskünfte der Deutschen Bahn AG ist auf dem betroffenen Streckenabschnitten für den Prognosehorizont 2025 von der in Tabelle 3 dargestellten Zugbelegung auszugehen.

**Tabelle 3:** Schienenverkehr

Zugart (Klasse)	Anzahl der Züge je Zugart		
	tags 6 – 22 Uhr	nachts 22 – 6 Uhr	laut. Nachtstd.
Güterverkehr (GZ)	226	105	14
Regionalzug (RZ)	72	8	1

Aufgrund des Bewuchses des Bahndamms konnte keine eindeutige Zuordnung der Zugvorbeifahrten zu den einzelnen Gleisen bzw. den einzelnen Zugarten durchgeführt werden. Daher wird auch in der folgenden Prognose nicht zwischen Gleisen und Zugarten unterschieden, sondern es wird über alle Messwerte gemittelt.

An den Messpunkten konnten bei einzelnen Zugvorbeifahrten leichte Erschütterungsimmersionen beobachtet werden.

## 6. Prognose

Gemäß DIN 4150-2 sind Erschütterungseinwirkungen innerhalb eines Gebäudes auf der von den Erschütterungen am stärksten betroffenen Geschossdecke zu beurteilen. Daher wurden die im geplanten Bauvorhaben zu erwartenden Einwirkungen anhand der auf dem Baugrundstück im Erdreich erhaltenen Messergebnisse prognostiziert.

### 6.1. Erschütterungsanregung

An allen Messpunkten wurde je Zugvorbeifahrt das maximale Terz-Schnellepegel-spektrum  $L_{\text{Terz},F_{\text{max,hold}}}$  ausgewertet. Erfahrungsgemäß korreliert das nach diesem Verfahren gewonnene Spektrum sehr gut mit den zu prognostizierenden  $KB_{F_{\text{max}}}$ -Werten (vgl. [6] und [7]). Für die Prognose der Sekundärluftschallanregung wurde gemäß [8] das A-bewertete und über die geometrische Zugvorbeifahrt zeitlich gemittelte Terz-Schnellepegelspektrum  $L_{\text{Terz},vA}$  bestimmt.

Die Einzelvorbeifahrten wurden gemittelt. Die messtechnisch ermittelten und für die Prognose herangezogenen Terzspektren sind in der Anlage 3 zu diesem Gutachten graphisch dargestellt.

### 6.2. Erschütterungsausbreitung

Die Prognose der zu erwartenden Erschütterungen erfolgt über die Annahme von idealisierten Übertragungsspektren auf den betrachteten Ausbreitungs- und Übertragungswegen nach den Ausführungen in [9] sowie der VDI 3837 [7].

Bei der Prognose wurden folgende Übertragungswege berücksichtigt:

- Die Übertragung von Erschütterungen vom Erdreich in das Fundament.
- Die Erschütterungsfortleitung im Gebäude vom Gebäudefundament auf die betroffene Geschossdecke.

Aufgrund der Lage der Messpunkte unmittelbar im Bereich der zukünftigen Bebauung sind keine weiteren Korrekturen für die Ausbreitung im Erdreich zu berücksichtigen.

### 6.3. Beurteilungsgrößen Erschütterungen

Aus den für die Geschossdecken der zukünftigen Bebauung prognostizierten Schwingschnellepegeln werden nach [7] mittels einer KB-Bewertung und einer energetischen Summierung der Terzbänder im Frequenzbereich zwischen 4 Hz und 80 Hz die beurteilungsrelevanten KB-Werte nach DIN 4150-2 [1] berechnet.

Dabei wurde je Zuggattung und Gleisbelegung der Taktmaximal-Effektivwert  $KB_{FTm}$  (entspricht der gemittelten maximalen bewerteten Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  der Einzelzugvorbeifahrten) ermittelt. Anhand eines Zuschlags (gemäß VDI 3837 [7] bei Betondecken  $c_m = 1,5$ ) wurden die zu erwartenden maximalen bewerteten Schwingstärken  $KB_{Fmax}$  bei Einzelzugvorbeifahrten abgeschätzt.

Zur Bestimmung der Beurteilungs-Schwingstärken  $KB_{FTr}$  sind die ermittelten Taktmaximal-Effektivwerte  $KB_{FTm}$  entsprechend der zu erwartenden Einwirkungszeiten in Bezug auf die Beurteilungszeiträume Tag (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) und Nacht (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr) zu gewichten.

Bei der Beurteilung von Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr wird im Anhang A der DIN 4150-2 [1] empfohlen, die je Klasse prognostizierten Taktmaximal-Effektivwerte auf die jeweilige Anzahl an Zugvorbeifahrten zu beziehen.

$$KB_{FTTr} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \cdot \sum_{i=1}^L M_i \cdot KB_{FTm,i}^2} \quad (1)$$

Dabei ist:

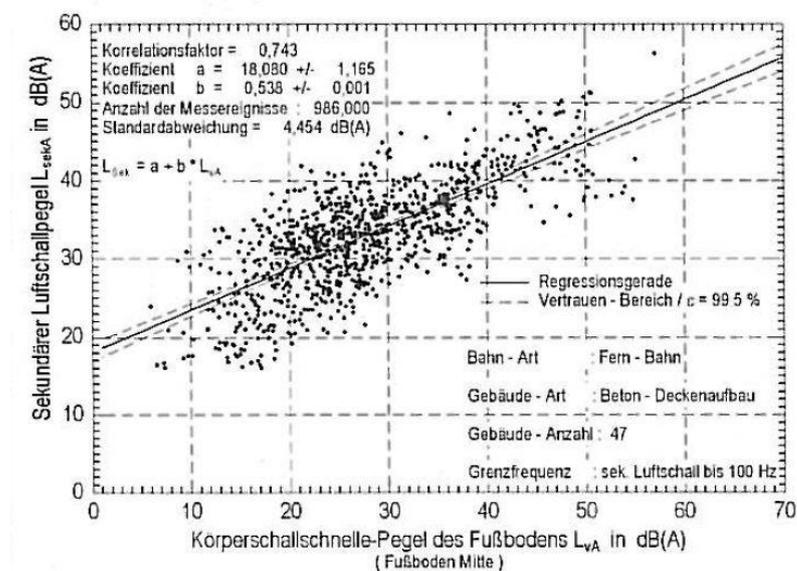
$KB_{FTTr}$	Beurteilungs-Schwingstärke nach DIN 4150-2	[-]
$N_r$	Die Anzahl an 30-Sekunden-Takte im Beurteilungszeitraum: tags: $N_r = 1920$ (16 h / 30 s) nachts: $N_r = 960$ (8 h / 30 s)	[-]
$L$	Die Anzahl an unterschiedlichen Klassen (Zuggattungen)	[-]
$KB_{FTm,i}$	Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$ nach DIN 4150-2 für die Klasse $i$	[-]
$M_i$	Die Anzahl der durch die Klasse $i$ belegten Takte (Im vorliegenden Fall wird durch eine Zugvorbeifahrt ein Takt belegt.)	[-]

Für die Prognose wurden die im Abschnitt 5 aufgeführten Zugzahlen zugrunde gelegt. Die so ermittelten Beurteilungsschwingstärken für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht sind mit den Anhaltswerten  $A_r$  nach DIN 4150-2 [1] zu vergleichen (siehe Abschnitt 3.1).

## 6.4. Beurteilungsgrößen Sekundärluftschall

Zwischen den prognostizierten Erschütterungseinwirkungen und dem Schalldruckpegel im Raum besteht ein Zusammenhang in Abhängigkeit der Abstrahl- und Absorptionsverhältnisse der Raumbegrenzungsflächen.

Nach [6] und [10] können die Sekundärluftschallimmissionen für übliche Wohnräume anhand von Regressionsgeraden abgeschätzt werden, welche im Rahmen von Erschütterungs- und Luftschallmessungen in betroffenen Wohngebäuden ermittelt wurden:



**Abbildung 2:** Sekundärer Gesamtluftschallpegel in Abhängigkeit vom Gesamtkörperschallschnellepegel  $L_{VA}$  des Fußbodens mit Betondeckenaufbau beim Fernbahnbetrieb aus [10].

Anhand der Anzahl der Zugvorbeifahrten und der Einwirkungszeit je Vorbeifahrt wird aus den prognostizierten mittleren Sekundärluftschallpegeln  $\bar{L}_{\text{sekA}}$  je Zuggattung unter Berücksichtigung der Beurteilungszeiträume gemäß TA Lärm der Beurteilungspegel  $L_r$  gebildet.

$$L_r = 10 \cdot \log \frac{1}{T_r} \cdot \sum_{i=1}^L T_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{\text{sekA},i}} \quad (2)$$

Dabei ist:

$L_r$	A-bewerteter Beurteilungspegel gemäß der TA Lärm	[dB(A)]
$T_r$	Beurteilungszeit: tags: $T_r = 16$ h nachts: $T_r = 1$ h	[h]
$L$	Die Anzahl an unterschiedlichen Klassen (Zuggattungen)	[-]
$T_i$	Einwirkzeit je Klasse (Anzahl der Züge im Beurteilungszeitraum x mittlere Einwirkzeit je Zugvorbeifahrt)	[h]
$L_{\text{sekA},i}$	Mittlerer A-bewerteter Sekundärluftschallpegel je Klasse	[dB(A)]

Im vorliegenden Fall wurde die mittlere Einwirkzeit je Vorbeifahrt mit 30 s abgeschätzt.

Anhand eines Zuschlags (in Anlehnung an die VDI 3837 [7]  $\Delta L = +3,5$  dB) wurden die zu erwartenden mittleren maximalen Sekundärluftschallpegel  $L_{\text{sekA}}$  bei Einzelzugvorbeifahrten abgeschätzt.

Diese werden als Vorbeifahrtpegel mit den hilfsweise zur Beurteilung herangezogenen zulässigen kurzzeitigen Geräuschspitzen der TA Lärm verglichen.

## 7. Prognoseergebnisse Erschütterungen

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der prognostizierten Erschütterungseinwirkungen auf den Geschossdecken der geplanten Bebauung zusammengefasst. Je Messpunkt sind die Schwingstärken für die ungünstigste Deckeneigenfrequenz dargestellt. Die Ergebnisse für alle Deckeneigenfrequenzen sind in den Anlagen 4 und 5 dargestellt.

### 7.1. Maximale bewertete Schwingstärke

**Tabelle 4:** Prognostizierte mittlere maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2 [1] für die ungünstigste Deckeneigenfrequenz

Messpunkt		maximale bewertete Schwingstärke $KB_{Fmax}$ [-]	Anhaltswerte $A_u / A_o^{0), 1)}$	
			Tag	Nacht
MP1	Süd	bis 0,03	0,20 / 5	0,15 / 0,30
MP2	Mitte (südlich)	bis 0,02	0,20 / 5	0,15 / 0,30
MP3	Mitte (nördlich)	bis 0,03	0,20 / 5	0,15 / 0,30
MP4	Nord	bis 0,02	0,20 / 5	0,15 / 0,30

<sup>0)</sup> Bei Schienenverkehr des öffentlichen Nahverkehrs ist der Anhaltswert  $A_u$  um den Faktor 1,5 anzuheben.

<sup>1)</sup> Der Anhaltswert  $A_o$  wird bei Schienenverkehr nachts nicht zur Beurteilung herangezogen. Liegen bei oberirdischen Strecken nachts jedoch einzelne  $KB_{Fmax}$ -Werte über  $A_o = 0,6$ , so ist gemäß DIN 4150-2 nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen.

## 7.2. Beurteilungsschwingstärke

**Tabelle 5:** Prognostizierte Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FT_r}$  nach DIN 4150-2 [1] für die ungünstigste Deckeneigenfrequenz

Messpunkt		Beurteilungsschwingstärke $KB_{FT_r}$		Anhaltswerte $A_r^{0)}$	
		[-]		[-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
MP1	Süd	0,01	0,01	0,10	0,07
MP2	Mitte (südlich)	0,00	0,00	0,10	0,07
MP3	Mitte (nördlich)	0,01	0,01	0,10	0,07
MP4	Nord	0,00	0,00	0,10	0,07

<sup>0)</sup> Bei Schienenverkehr des öffentlichen Nahverkehrs ist der Anhaltswert  $A_r$  um den Faktor 1,5 anzuheben.

## 8. Sekundärluftschall

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der prognostizierten Sekundärluftschalleinwirkungen in den Wohnräumen der geplanten Bebauung zusammengefasst. Je Messpunkt sind die Luftschallpegel für die ungünstigste Deckeneigenfrequenz dargestellt. Die Ergebnisse für alle Deckeneigenfrequenzen sind in den Anlagen 6 und 7 dargestellt.

### 8.1. Vorbeifahrtpegel

**Tabelle 6:** Prognostizierter mittlerer Sekundärluftschallpegel während Vorbeifahrten für die ungünstigste Deckeneigenfrequenz

Messpunkt		Sekundär- Luftschallpegel Zugvorbeifahrt $L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige kurzzeitige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm [dB(A)]	
			Tag	Nacht
MP1	Süd	bis 34	45	35
MP2	Mitte (südlich)	bis 30	45	35
MP3	Mitte (nördlich)	bis 34	45	35
MP4	Nord	bis 31	45	35

### 8.2. Beurteilungspegel

**Tabelle 7:** Prognostizierter Beurteilungspegel  $L_r$  in Anlehnung an die TA Lärm für die ungünstigste Deckeneigenfrequenz

Messpunkt		Beurteilungspegel $L_r$ [dB(A)]		Immissionsricht- wert gemäß TA Lärm [dB(A)]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht <sup>1)</sup>
MP1	Süd	22	21	35	25
MP2	Mitte (südlich)	18	17	35	25
MP3	Mitte (nördlich)	23	22	35	25
MP4	Nord	19	18	35	25

<sup>1)</sup> Gemäß TA Lärm ist nachts die lauteste volle Stunde zu berücksichtigen.

## 9. Prognosesicherheit

Die vorausgegangene Prognose wurde anhand messtechnisch ermittelter Übertragungsspektren und empirischer Korrelationen auf Basis der im Baugrund gemessenen Erschütterungseinwirkungen erstellt. Dabei treten entsprechende Unsicherheiten im Rahmen der Messdatenermittlung sowie bei der Annahme der Übertragungsfaktoren auf.

Im vorliegenden Fall ist davon auszugehen, dass aufgrund der gewählten Messmethode, der Messdauer und der Messpunktauswahl im Rahmen der Prognose für die Messdatenerfassung keine relevanten Unsicherheiten zu berücksichtigen sind.

In Bezug auf die Übertragungsspektren und die Korrelation zwischen dem prognostizierten Schnellepegel und dem resultierenden Sekundärluftschallpegel sind gemäß [7] und [10] jeweils Standardabweichungen von 5 dB bis 6 dB zu erwarten. Für die prognostizierten Sekundärluftschallpegel ergibt sich somit eine resultierende Standardabweichung im Bereich von 8 dB.

Erfahrungsgemäß liegt die semiempirische Prognose auf der sicheren Seite, d. h. die herangezogenen Übertragungsspektren berücksichtigen das jeweils ungünstigste Übertragungsverhalten bei der ungünstigsten Bauteileigenfrequenz. Validierungsmessungen im fertigen Bauwerk haben wiederholt gezeigt, dass die tatsächlich auftretenden Immissionen eher geringer ausfallen als die prognostizierten Werte.

## 10. Beurteilung

Für die Beurteilung der Einwirkungen werden die Anhaltswerte/Immissionsrichtwerte für Mischgebiete herangezogen.

In Bezug auf die Erschütterungseinwirkungen sind die unteren Anhaltswerte  $A_u$  (0,20 / 0,15 tags / nachts) mit den maximalen bewerteten Schwingstärken  $KB_{Fmax}$  und die Anhaltswerte  $A_r$  (0,10 / 0,07 tags / nachts) mit den Beurteilungsschwingstärken  $KB_{FT}$  zu vergleichen. Gemäß DIN 4150-2 [1] sind die Anhaltswerte bei oberirdischen Schienenwegen des ÖPNV um den Faktor 1,5 anzuheben.

Bei Sekundärluftschalleinwirkungen werden die Vorbeifahrtpegel  $L_{sekA}$  hilfswise mit den zulässigen kurzzeitigen Geräuschspitzen gemäß TA Lärm (45 dB(A) / 35 dB(A) tags / nachts) und die Beurteilungspegel  $L_r$  mit den Immissionsrichtwerten gemäß TA Lärm (35 dB(A) / 25 dB(A) tags / nachts) verglichen. Konkrete baurechtliche Anforderungen in Bezug auf Sekundärluftschalleinwirkungen bestehen nicht.

### Erschütterungen

Entsprechend der Prognoseergebnisse werden die unteren Anhaltswerte  $A_u$  von 0,20 tags und 0,15 nachts durch die zu erwartende maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  von 0,03 unterschritten.

Aufgrund der Unterschreitungen der unteren Anhaltswerte  $A_u$  sind die Anforderungen der DIN 4150-2 [1] in Bezug auf Erschütterungseinwirkungen somit ohne erschütterungsschutztechnische Maßnahmen eingehalten.

Hinweis: Anhaltswerte nach DIN 4150 2 [1] für ein Allgemeines Wohngebiet (WA) wird ebenfalls deutlich unterschritten.

### Sekundärluftschall

Tags werden die Anforderungen an die Vorbeifahrtpegel  $L_{sekA}$  und die Beurteilungspegel  $L_r$  an allen Messpunkten eingehalten.

Nachts stellen die Anforderungen an die Vorbeifahrtpegel  $L_{sekA}$  das maßgebliche Beurteilungskriterium dar: Auch bei einzelnen Zugvorbeifahrten werden die gemäß TA Lärm zulässigen kurzzeitigen Geräuschspitzen von 35 dB(A) nachts eingehalten. Bei sehr hohen Bauteileigenfrequenzen im Bereich von 80 Hz, üblicherweise verursacht durch schwimmende Estriche, ist eine sehr geringen Unterschreitung um 1 dB zu erwarten.

Der Immissionsrichtwert von 25 dB(A) wird nachts durch den zu erwartenden Beurteilungspegel  $L_r \leq 22$  dB(A) unterschritten.

Es bestehen keine baurechtlich eingeführten Anforderungen in Bezug auf Sekundärluftschalleinwirkungen. Vorbeifahrtpegel  $> 30$  dB(A) sind jedoch insbesondere nachts als deutlich wahrnehmbar einzustufen und mit einer entsprechenden Störwirkung verbunden. Zur Wahrung eines Mindestkomforts sowie aus zivilrechtlicher Sicht empfohlen, die Deckeneigenfrequenzen möglichst auf einen Bereich  $< 40$  Hz abzustimmen.

## 11. Zusammenfassung

Auf dem ehemaligen Fabrikgelände der Fa. Pfaudler in Schwetzingen sollen Wohngebäuden und sozialen Einrichtungen wie einer Kindertagesstätte errichtet werden. Das Baugrundstück befindet sich unmittelbar angrenzend an die Gleisanlage der Deutschen Bahn AG. Auf der Zugstrecke verkehren Regional- und Güterzüge. Die örtliche Situation ist in der Anlage 1 in einem Lageplan dargestellt.

Im Rahmen der Bauplanung soll eine Untersuchung der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen durchgeführt werden, um ggf. rechtzeitig reagieren und entsprechende Maßnahmen ergreifen zu können. Dem entsprechend wurde eine Erschütterungsprognose erstellt, in der die Erschütterungs- und Sekundärluftschalleinwirkungen auf die geplante Bebauung untersucht wurden. Die Untersuchungen kamen zu folgenden Ergebnissen:

Die Anforderungen der DIN 4150-2 [1] in Bezug auf Erschütterungseinwirkungen werden –auch für ein Allgemeines Wohngebiet (WA)– ohne erschütterungsschutztechnische Maßnahmen eingehalten.

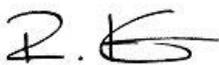
In Bezug auf Sekundärluftschalleinwirkungen bestehen keine baurechtlich eingeführten Anforderungen. Die hilfsweise für eine Beurteilung herangezogenen Anforderungen der TA Lärm [2] werden tags eingehalten. Nachts werden infolge der Vorbeifahrtpegel  $L_{\text{sekA}}$  von bis zu 34 dB(A) bei einzelnen Zügen die gemäß TA Lärm zulässigen kurzzeitigen Geräuschspitzen um mindestens 1 dB unterschritten. Der Immissionsrichtwert von 25 dB(A) wird durch den Beurteilungspegel  $L_r$  ebenfalls unterschritten.

Aufgrund der Höhe der prognostizierten Sekundärluftschalleinwirkungen werden für das geplante Bauvorhaben empfohlen, die Deckeneigenfrequenzen möglichst auf einen Bereich  $< 40$  Hz abzustimmen.

Dieses Gutachten umfasst 19 Seiten Text und 8 Anlagen (42 Seiten).

Winnenden, den 15. Oktober 2019

Kurz u. Fischer GmbH  
Beratende Ingenieure



R. Kurz



M. Tüllmann, M.Sc.

## ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Lageplan der geplanten Situation  
(1 Seite)
- Anlage 2: Fotodokumentation der Messung  
(2 Seiten)
- Anlage 3: Exemplarischer Zeitverlauf der Erschütterungseinwirkungen  
(2 Seiten)
- Anlage 4: Prognoseergebnisse:  $KB_{Fmax}$  gemäß DIN 4150-2  
(8 Seiten)
- Anlage 5: Prognoseergebnisse:  $KB_{FTr}$  gemäß DIN 4150-2  
(8 Seiten)
- Anlage 6: Prognoseergebnisse: Vorbeifahrtpegel  $L_{sekA}$   
(8 Seiten)
- Anlage 7: Prognoseergebnisse: Beurteilungspegel  $L_r$  in Anlehnung an TA Lärm  
(8 Seiten)
- Anlage 8: Messprotokoll  
(5 Seiten)

## LITERATURVERZEICHNIS

- 
- [1] DIN 4150-2: „Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Ausgabe Juni 1999
  - [2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998; Gemeinsames Ministerialblatt, 49. Jahrgang Nr. 26 vom 28. August 1998
  - [3] DIN 45669-1: „Messung von Schwingungsimmissionen - Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung“, Ausgabe September 2010
  - [4] VDI 2719: „Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen“, Ausgabe August 1987
  - [5] DIN 45669-2: „Messung von Schwingungsimmissionen - Teil 2: Messverfahren“, Ausgabe Juni 2006
  - [6] DB Netz AG: „Erschütterungen und sekundärer Luftschall“, Richtlinie 820.2050, gültig ab 01.01.2017
  - [7] VDI 3837: „Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren“, Ausgabe März 2006
  - [8] Said, A., Grütz, H.-P. und Garburg, R.: „Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr“, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 53 (2006) Nr.1, Januar 2006
  - [9] Rutishauser, G.: Vibrations of traffic, from the source to the recipient the problem of resonances; DAGA 2004
  - [10] Said, A., Grütz, H.-P. und Garburg, R.: „Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr“, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 53 (2006) Nr.1, Januar 2006

## Pfau-Areal Schwetzingen Lageplan



Abb. 01: Lageplan (Überlagerung Bestand und Planung) mit Darstellung der Messpunkte und der Bahnlinie

## Pfandler-Areal Schwetzingen

### Fotodokumentation

#### Messpunkte



Abb. 02: Messpunkt 1 (Süd)



Abb. 03: Messpunkt 2 (Mitte südlich)

## Pfandler-Areal Schwetzingen

### Fotodokumentation

#### Messpunkte



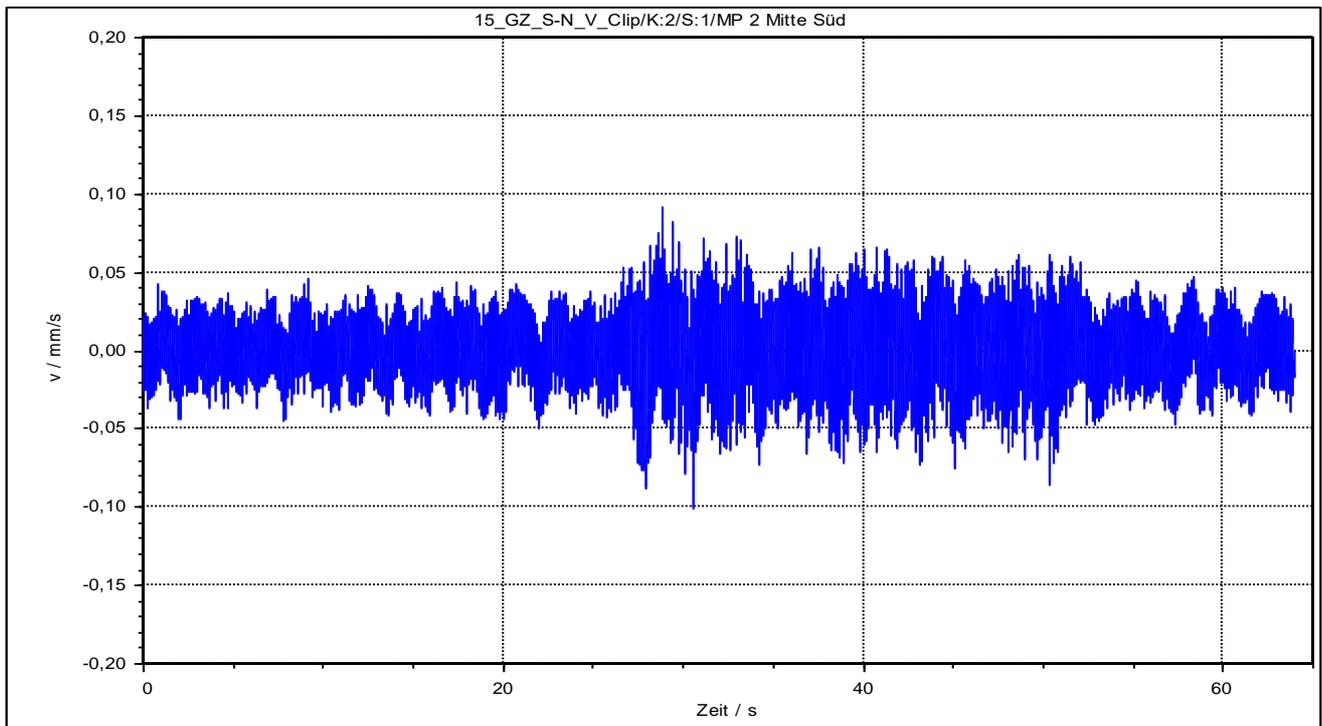
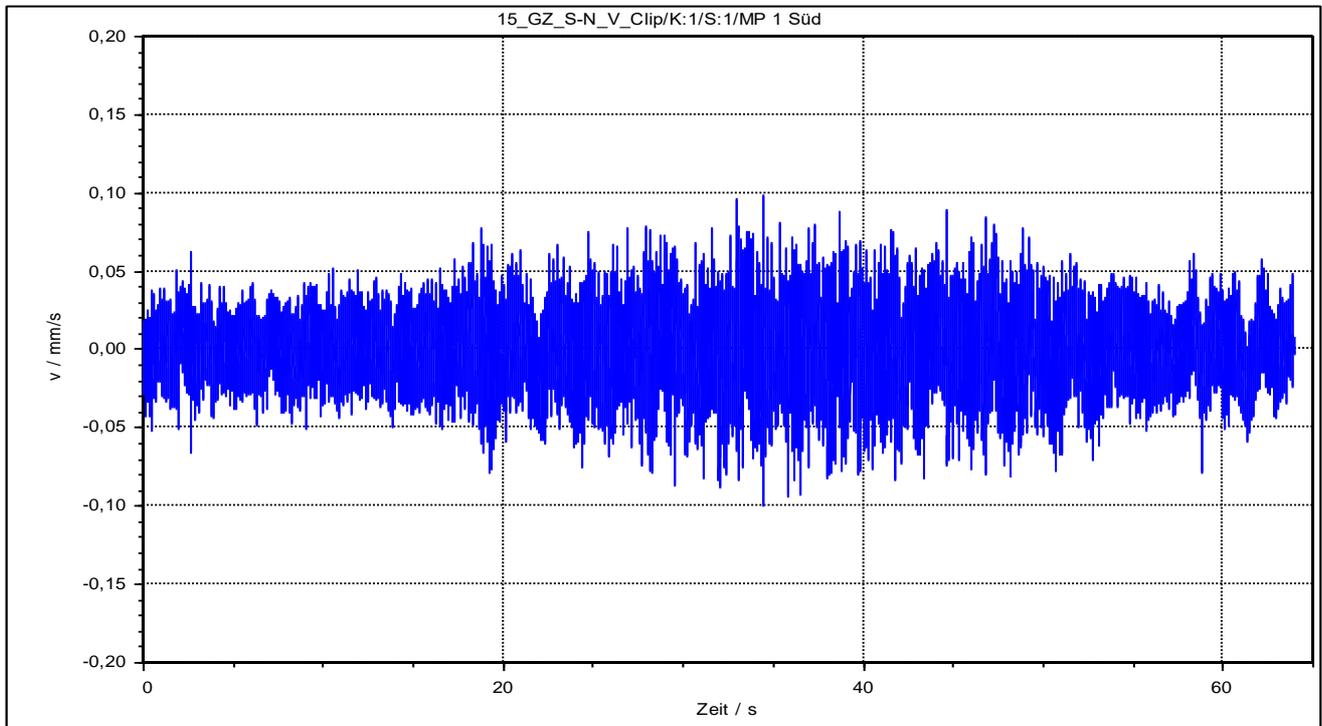
Abb. 04: Messpunkt 3 (Mitte nördlich)



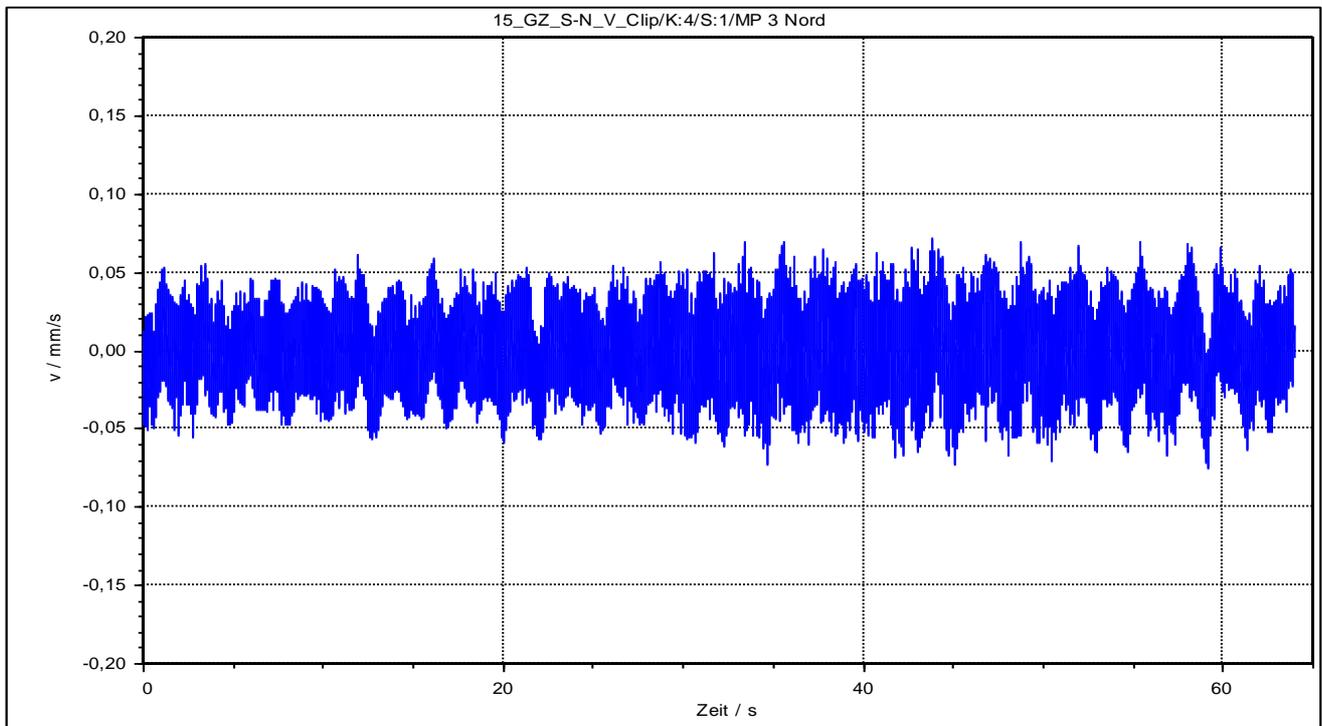
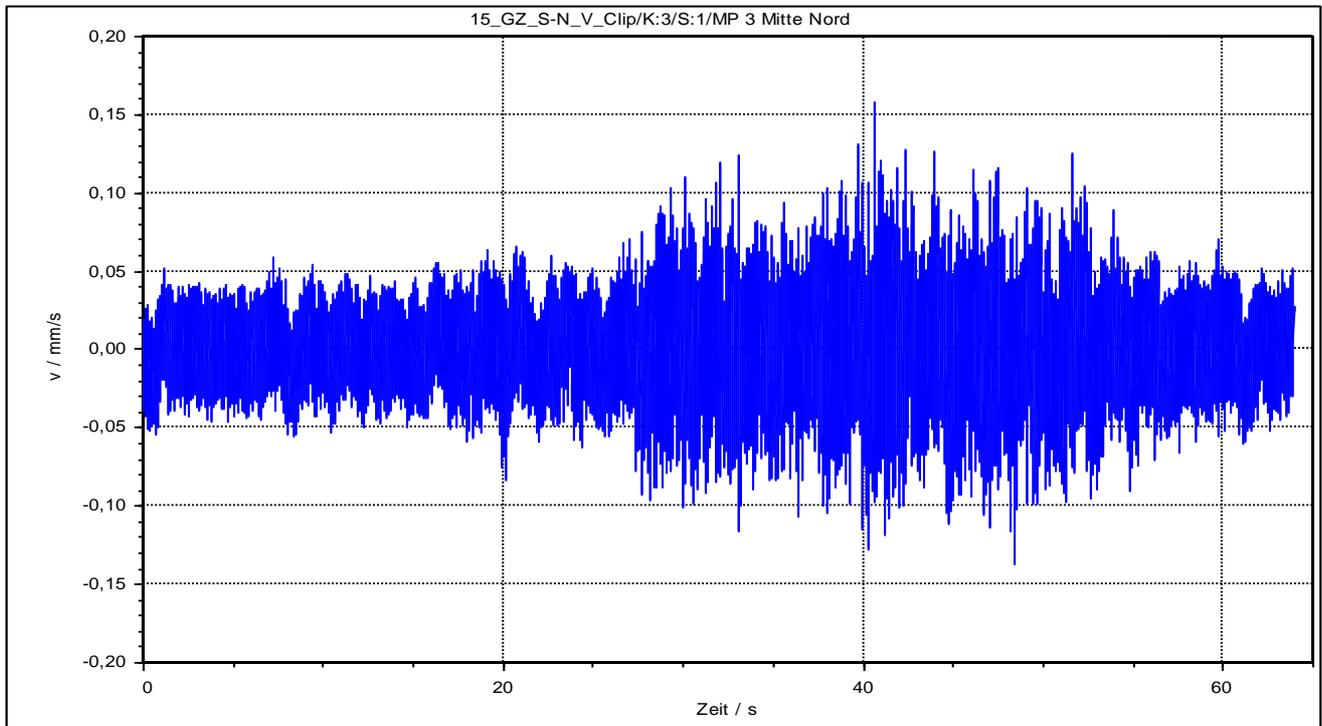
Abb. 05: Messpunkt 4 (Nord)

## Pfandler-Areal Schwetzungen

### Zeitverläufe MP 1 und MP 2



## Pfandler-Areal Schwetzungen Zeitverläufe MP 3 und MP 4



**Prognoseergebnisse**  
Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2  
Messpunkt MP1

Untersuchter Messpunkt: MP1  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FTm}$  (mittlere maximale Schwingstärke je Zugart)

$KB_{FTm,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FTm}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,013									0,013
	16	0,016									0,016
	20	0,019									0,019
	25	0,022									0,022
	31,5	0,022									0,022
	40	0,020									0,020
	50	0,018									0,018
	63	0,017									0,017
	80	0,017									0,017

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{Fmax}$  (maximale Schwingstärke je Zugart)

$KB_{Fmac,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{Fmax}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,020									0,020
	16	0,024									0,024
	20	0,028									0,028
	25	0,033									0,033
	31,5	0,033									0,033
	40	0,031									0,031
	50	0,027									0,027
	63	0,025									0,025
	80	0,025									0,025

**Prognoseergebnisse**  
Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2  
Messpunkt MP1

Untersuchter Messpunkt: MP1  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

**Beurteilung  $KB_{FTm}$  (mittlere maximale Schwingstärke je Zugart)**

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{Fmax}$ [-]	untere und obere Anhaltswerte DIN 4150-2				Über- / Unterschreitung Anhaltswerte			
		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	0,01	0,20	0,15	5,00	0,30	-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
16	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
20	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
25	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
31,5	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
40	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
50	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
63	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
80	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28

**Beurteilung  $KB_{Fmax}$  (maximale Schwingstärke je Zugart)**

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{Fmax}$ [-]	untere und obere Anhaltswerte DIN 4150-2				Über- / Unterschreitung Anhaltswerte			
		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	0,02	0,20	0,15	5,00	0,30	-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
16	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
20	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
25	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
31,5	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
40	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
50	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
63	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
80	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28

**Prognoseergebnisse**  
Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2  
Messpunkt MP2

Untersuchter Messpunkt: MP2  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FTm}$  (mittlere maximale Schwingstärke je Zugart)

$KB_{FTm,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FTm}$ [-]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	0,006									0,006
	16	0,007									0,007
	20	0,008									0,008
	25	0,010									0,010
	31,5	0,010									0,010
	40	0,010									0,010
	50	0,009									0,009
	63	0,008									0,008
	80	0,008									0,008

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{Fmax}$  (maximale Schwingstärke je Zugart)

$KB_{Fmac,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{Fmax}$ [-]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	0,009									0,009
	16	0,010									0,010
	20	0,012									0,012
	25	0,015									0,015
	31,5	0,015									0,015
	40	0,015									0,015
	50	0,014									0,014
	63	0,013									0,013
	80	0,012									0,012

**Prognoseergebnisse**  
Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2  
Messpunkt MP2

Untersuchter Messpunkt: MP2  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

**Beurteilung  $KB_{FTm}$  (mittlere maximale Schwingstärke je Zugart)**

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{Fmax}$ [-]	untere und obere Anhaltswerte DIN 4150-2				Über- / Unterschreitung Anhaltswerte			
		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	0,01	0,20	0,15	5,00	0,30	-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
16	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
20	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
25	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
31,5	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
40	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
50	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
63	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
80	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29

**Beurteilung  $KB_{Fmax}$  (maximale Schwingstärke je Zugart)**

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{Fmax}$ [-]	untere und obere Anhaltswerte DIN 4150-2				Über- / Unterschreitung Anhaltswerte			
		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	0,01	0,20	0,15	5,00	0,30	-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
16	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
20	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
25	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
31,5	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
40	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
50	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
63	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
80	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29

**Prognoseergebnisse**  
Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2  
Messpunkt MP3

Untersuchter Messpunkt: MP3  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FTm}$  (mittlere maximale Schwingstärke je Zugart)

$KB_{FTm,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FTm}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,013									0,013
	16	0,016									0,016
	20	0,018									0,018
	25	0,022									0,022
	31,5	0,022									0,022
	40	0,022									0,022
	50	0,020									0,020
	63	0,019									0,019
	80	0,018									0,018

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{Fmax}$  (maximale Schwingstärke je Zugart)

$KB_{Fmac,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{Fmax}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,020									0,020
	16	0,023									0,023
	20	0,027									0,027
	25	0,032									0,032
	31,5	0,033									0,033
	40	0,032									0,032
	50	0,030									0,030
	63	0,028									0,028
	80	0,027									0,027

**Prognoseergebnisse**  
Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2  
Messpunkt MP3

Untersuchter Messpunkt: MP3  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

**Beurteilung  $KB_{FTm}$  (mittlere maximale Schwingstärke je Zugart)**

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{Fmax}$ [-]	untere und obere Anhaltswerte DIN 4150-2				Über- / Unterschreitung Anhaltswerte			
		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	0,01	0,20	0,15	5,00	0,30	-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
16	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
20	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
25	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
31,5	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
40	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
50	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
63	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
80	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28

**Beurteilung  $KB_{Fmax}$  (maximale Schwingstärke je Zugart)**

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{Fmax}$ [-]	untere und obere Anhaltswerte DIN 4150-2				Über- / Unterschreitung Anhaltswerte			
		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	0,02	0,20	0,15	5,00	0,30	-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
16	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
20	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
25	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
31,5	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
40	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
50	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
63	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27
80	0,03					-0,17	-0,12	-4,97	-0,27

**Prognoseergebnisse**  
Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2  
Messpunkt MP4

Untersuchter Messpunkt: MP4  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FTm}$  (mittlere maximale Schwingstärke je Zugart)

$KB_{FTm,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FTm}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,006									0,006
	16	0,007									0,007
	20	0,008									0,008
	25	0,010									0,010
	31,5	0,010									0,010
	40	0,011									0,011
	50	0,010									0,010
	63	0,009									0,009
	80	0,009									0,009

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{Fmax}$  (maximale Schwingstärke je Zugart)

$KB_{Fmac,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{Fmax}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,009									0,009
	16	0,010									0,010
	20	0,012									0,012
	25	0,015									0,015
	31,5	0,016									0,016
	40	0,017									0,017
	50	0,015									0,015
	63	0,014									0,014
	80	0,013									0,013

**Prognoseergebnisse**  
Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{Fmax}$  nach DIN 4150-2  
Messpunkt MP4

Untersuchter Messpunkt: MP4  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

**Beurteilung  $KB_{FTm}$  (mittlere maximale Schwingstärke je Zugart)**

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{Fmax}$ [-]	untere und obere Anhaltswerte DIN 4150-2				Über- / Unterschreitung Anhaltswerte			
		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	0,01	0,20	0,15	5,00	0,30	-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
16	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
20	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
25	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
31,5	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
40	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
50	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
63	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
80	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29

**Beurteilung  $KB_{Fmax}$  (maximale Schwingstärke je Zugart)**

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{Fmax}$ [-]	untere und obere Anhaltswerte DIN 4150-2				Über- / Unterschreitung Anhaltswerte			
		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]		$A_u$ [-]		$A_o$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	0,01	0,20	0,15	5,00	0,30	-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
16	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
20	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
25	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
31,5	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
40	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
50	0,02					-0,18	-0,13	-4,98	-0,28
63	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29
80	0,01					-0,19	-0,14	-4,99	-0,29

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{FT_r}$  nach DIN 4150-2

Messpunkt MP1

Untersuchter Messpunkt: MP1  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FT_r,i}$  (Beurteilungsschwingstärke je Zugart, tags)

$KB_{FT_r, tags, i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FT_r, tags}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,005									0,005
	16	0,006									0,006
	20	0,007									0,007
	25	0,009									0,009
	31,5	0,009									0,009
	40	0,008									0,008
	50	0,007									0,007
	63	0,007									0,007
	80	0,007									0,007

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FT_r,i}$  (Beurteilungsschwingstärke je Zugart, nachts)

$KB_{FT_r, nachts, i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FT_r, nachts}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,004									0,004
	16	0,006									0,006
	20	0,006									0,006
	25	0,008									0,008
	31,5	0,008									0,008
	40	0,007									0,007
	50	0,006									0,006
	63	0,006									0,006
	80	0,006									0,006

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{FT_r}$  nach DIN 4150-2

Messpunkt MP1

Untersuchter Messpunkt: MP1  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

### Beurteilung

	$KB_{FT_r}$ [-]		Anhaltswerte DIN 4150-2 $A_r$ [-]		Über- / Unterschreitung $A_r$ [-]	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,01	0,10	0,07	-0,09	-0,07
	16	0,01			-0,09	-0,06
	20	0,01			-0,09	-0,06
	25	0,01			-0,09	-0,06
	31,5	0,01			-0,09	-0,06
	40	0,01			-0,09	-0,06
	50	0,01			-0,09	-0,06
	63	0,01			-0,09	-0,06
	80	0,01			-0,09	-0,06

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{FT_r}$  nach DIN 4150-2

Messpunkt MP2

Untersuchter Messpunkt: MP2  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FT_r,i}$  (Beurteilungsschwingstärke je Zugart, tags)

$KB_{FT_r, tags, i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FT_r, tags}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,002									0,002
	16	0,003									0,003
	20	0,003									0,003
	25	0,004									0,004
	31,5	0,004									0,004
	40	0,004									0,004
	50	0,004									0,004
	63	0,003									0,003
	80	0,003									0,003

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FT_r,i}$  (Beurteilungsschwingstärke je Zugart, nachts)

$KB_{FT_r, nachts, i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FT_r, nachts}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,002									0,002
	16	0,002									0,002
	20	0,003									0,003
	25	0,003									0,003
	31,5	0,004									0,004
	40	0,004									0,004
	50	0,003									0,003
	63	0,003									0,003
	80	0,003									0,003

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{FTT}$  nach DIN 4150-2

Messpunkt MP2

Untersuchter Messpunkt: MP2  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

### Beurteilung

	Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{FTT}$ [-]		Anhaltswerte DIN 4150-2 $A_r$ [-]		Über- / Unterschreitung $A_r$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	12,5	0,00	0,00	0,10	0,07	-0,10	-0,07
	16	0,00	0,00			-0,10	-0,07
	20	0,00	0,00			-0,10	-0,07
	25	0,00	0,00			-0,10	-0,07
	31,5	0,00	0,00			-0,10	-0,07
	40	0,00	0,00			-0,10	-0,07
	50	0,00	0,00			-0,10	-0,07
	63	0,00	0,00			-0,10	-0,07
	80	0,00	0,00			-0,10	-0,07

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{FT,r}$  nach DIN 4150-2

Messpunkt MP3

Untersuchter Messpunkt: MP3  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FT,r,i}$  (Beurteilungsschwingstärke je Zugart, tags)

$KB_{FT,r,tags,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FT,r,tags}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,005									0,005
	16	0,006									0,006
	20	0,007									0,007
	25	0,008									0,008
	31,5	0,009									0,009
	40	0,008									0,008
	50	0,008									0,008
	63	0,007									0,007
	80	0,007									0,007

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FT,r,i}$  (Beurteilungsschwingstärke je Zugart, nachts)

$KB_{FT,r,nachts,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FT,r,nachts}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,004									0,004
	16	0,005									0,005
	20	0,006									0,006
	25	0,007									0,007
	31,5	0,007									0,007
	40	0,007									0,007
	50	0,007									0,007
	63	0,006									0,006
	80	0,006									0,006

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{FT_r}$  nach DIN 4150-2

Messpunkt MP3

Untersuchter Messpunkt: MP3  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

### Beurteilung

	Deckeneigenfrequenz [Hz]	$KB_{FT_r}$ [-]		Anhaltswerte DIN 4150-2 $A_r$ [-]		Über- / Unterschreitung $A_r$ [-]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
		12,5	0,01	0,00	0,10	0,07	-0,09
16	0,01	0,01	-0,09	-0,06			
20	0,01	0,01	-0,09	-0,06			
25	0,01	0,01	-0,09	-0,06			
31,5	0,01	0,01	-0,09	-0,06			
40	0,01	0,01	-0,09	-0,06			
50	0,01	0,01	-0,09	-0,06			
63	0,01	0,01	-0,09	-0,06			
80	0,01	0,01	-0,09	-0,06			

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{FT,r}$  nach DIN 4150-2

Messpunkt MP4

Untersuchter Messpunkt: MP4  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FT,r,i}$  (Beurteilungsschwingstärke je Zugart, tags)

$KB_{FT,r,tags,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FT,r,tags}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,002									0,002
	16	0,003									0,003
	20	0,003									0,003
	25	0,004									0,004
	31,5	0,004									0,004
	40	0,004									0,004
	50	0,004									0,004
	63	0,004									0,004
	80	0,003									0,003

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $KB_{FT,r,i}$  (Beurteilungsschwingstärke je Zugart, nachts)

$KB_{FT,r,nachts,i}$ [-]	Zug Gleis 1										$KB_{FT,r,nachts}$ [-]
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,002									0,002
	16	0,002									0,002
	20	0,003									0,003
	25	0,003									0,003
	31,5	0,004									0,004
	40	0,004									0,004
	50	0,003									0,003
	63	0,003									0,003
	80	0,003									0,003

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Erschütterungseinwirkungen:  $KB_{FTT}$  nach DIN 4150-2

Messpunkt MP4

Untersuchter Messpunkt: MP4  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

### Beurteilung

	$KB_{FTT}$ [-]		Anhaltswerte DIN 4150-2 $A_r$ [-]		Über- / Unterschreitung $A_r$ [-]	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
			0,10		0,07	
Deckeneigenfrequenz [Hz]	12,5	0,00			-0,10	-0,07
	16	0,00			-0,10	-0,07
	20	0,00			-0,10	-0,07
	25	0,00			-0,10	-0,07
	31,5	0,00			-0,10	-0,07
	40	0,00			-0,10	-0,07
	50	0,00			-0,10	-0,07
	63	0,00			-0,10	-0,07
	80	0,00			-0,10	-0,07

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: Vorbeifahrtpegel  $L_{\text{sekA}}$

Messpunkt MP1

Untersuchter Messpunkt: MP1  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $\bar{L}_{\text{sekA}}$  (mittlerer Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingangs- frequenz [Hz]	$\bar{L}_{\text{sekA},i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$\bar{L}_{\text{sekA}}$ [dB(A)]
		12,5	23,5									
	16	24,1										24,1
	20	24,5										24,5
	25	25,3										25,3
	31,5	26,0										26,0
	40	26,6										26,6
	50	27,5										27,5
	63	28,9										28,9
	80	30,4										30,4

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_{\text{sekA}}$  (maximaler Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingangs- frequenz [Hz]	$L_{\text{sekA},i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]
		12,5	27,0									
	16	27,6										27,6
	20	28,0										28,0
	25	28,8										28,8
	31,5	29,5										29,5
	40	30,1										30,1
	50	31,0										31,0
	63	32,4										32,4
	80	33,9										33,9

## Prognoseergebnisse

### Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: Vorbeifahrtpegel $L_{\text{sekA}}$

Messpunkt MP1

Untersuchter Messpunkt: MP1  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

#### Beurteilung $\bar{L}_{\text{sekA}}$ (mittlerer Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingefrequenz [Hz]	$\bar{L}_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	24	45	35	-21	-11
16	24			-21	-11
20	25			-20	-10
25	25			-20	-10
31,5	26			-19	-9
40	27			-18	-8
50	28			-17	-7
63	29			-16	-6
80	30	-15	-5		

#### Beurteilung $L_{\text{sekA}}$ (maximaler Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingefrequenz [Hz]	$L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
12,5	27	45	35	-18	-8
16	28			-17	-7
20	28			-17	-7
25	29			-16	-6
31,5	29			-16	-6
40	30			-15	-5
50	31			-14	-4
63	32			-13	-3
80	34	-11	-1		

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: Vorbeifahrtpegel  $L_{\text{sekA}}$

Messpunkt MP2

Untersuchter Messpunkt: MP2  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $\bar{L}_{\text{sekA}}$  (mittlerer Vorbeifahrtpegel je Zugart)

$\bar{L}_{\text{sekA},i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$\bar{L}_{\text{sekA}}$ [dB(A)]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	19,9									19,9
	16	20,5									20,5
	20	20,9									20,9
	25	21,6									21,6
	31,5	22,3									22,3
	40	23,1									23,1
	50	24,0									24,0
	63	25,2									25,2
	80	26,5									26,5

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_{\text{sekA}}$  (maximaler Vorbeifahrtpegel je Zugart)

$L_{\text{sekA},i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	23,4									23,4
	16	24,0									24,0
	20	24,4									24,4
	25	25,1									25,1
	31,5	25,8									25,8
	40	26,6									26,6
	50	27,5									27,5
	63	28,7									28,7
	80	30,0									30,0

## Prognoseergebnisse

### Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: Vorbeifahrtpegel $L_{\text{sekA}}$

Messpunkt MP2

Untersuchter Messpunkt: MP2  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

#### Beurteilung $\bar{L}_{\text{sekA}}$ (mittlerer Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingefrequenz [Hz]	$\bar{L}_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
		12,5	20	45	35
16	20	-25	-15		
20	21	-24	-14		
25	22	-23	-13		
31,5	22	-23	-13		
40	23	-22	-12		
50	24	-21	-11		
63	25	-20	-10		
80	26	-19	-9		

#### Beurteilung $L_{\text{sekA}}$ (maximaler Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingefrequenz [Hz]	$L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
		12,5	23	45	35
16	24	-21	-11		
20	24	-21	-11		
25	25	-20	-10		
31,5	26	-19	-9		
40	27	-18	-8		
50	28	-17	-7		
63	29	-16	-6		
80	30	-15	-5		

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: Vorbeifahrtpegel  $L_{\text{sekA}}$

Messpunkt MP3

Untersuchter Messpunkt: MP3  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $\bar{L}_{\text{sekA}}$  (mittlerer Vorbeifahrtpegel je Zugart)

$\bar{L}_{\text{sekA},i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$\bar{L}_{\text{sekA}}$ [dB(A)]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	24,1									24,1
	16	24,7									24,7
	20	25,1									25,1
	25	25,8									25,8
	31,5	26,5									26,5
	40	27,1									27,1
	50	28,1									28,1
	63	29,5									29,5
	80	31,0									31,0

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_{\text{sekA}}$  (maximaler Vorbeifahrtpegel je Zugart)

$L_{\text{sekA},i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	27,6									27,6
	16	28,2									28,2
	20	28,6									28,6
	25	29,3									29,3
	31,5	30,0									30,0
	40	30,6									30,6
	50	31,6									31,6
	63	33,0									33,0
	80	34,5									34,5

## Prognoseergebnisse

### Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: Vorbeifahrtpegel $L_{\text{sekA}}$

Messpunkt MP3

Untersuchter Messpunkt: MP3  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

#### Beurteilung $\bar{L}_{\text{sekA}}$ (mittlerer Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingefrequenz [Hz]	$\bar{L}_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
		45	35		
12,5	24			-21	-11
16	25			-20	-10
20	25			-20	-10
25	26			-19	-9
31,5	27			-18	-8
40	27			-18	-8
50	28			-17	-7
63	30			-15	-5
80	31			-14	-4

#### Beurteilung $L_{\text{sekA}}$ (maximaler Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingefrequenz [Hz]	$L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
		45	35		
12,5	28			-17	-7
16	28			-17	-7
20	29			-16	-6
25	29			-16	-6
31,5	30			-15	-5
40	31			-14	-4
50	32			-13	-3
63	33			-12	-2
80	34			-11	-1

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: Vorbeifahrtpegel  $L_{\text{sekA}}$

Messpunkt MP4

Untersuchter Messpunkt: MP4  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $\bar{L}_{\text{sekA}}$  (mittlerer Vorbeifahrtpegel je Zugart)

$\bar{L}_{\text{sekA},i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$\bar{L}_{\text{sekA}}$ [dB(A)]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	20,5									20,5
	16	21,1									21,1
	20	21,6									21,6
	25	22,3									22,3
	31,5	23,0									23,0
	40	23,7									23,7
	50	24,6									24,6
	63	25,8									25,8
	80	27,3									27,3

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_{\text{sekA}}$  (maximaler Vorbeifahrtpegel je Zugart)

$L_{\text{sekA},i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	24,0									24,0
	16	24,6									24,6
	20	25,1									25,1
	25	25,8									25,8
	31,5	26,5									26,5
	40	27,2									27,2
	50	28,1									28,1
	63	29,3									29,3
	80	30,8									30,8

## Prognoseergebnisse

### Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: Vorbeifahrtpegel $L_{\text{sekA}}$

Messpunkt MP4

Untersuchter Messpunkt: MP4  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

#### Beurteilung $\bar{L}_{\text{sekA}}$ (mittlerer Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingefrequenz [Hz]	$\bar{L}_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
		12,5	21	45	35
16	21	-24	-14		
20	22	-23	-13		
25	22	-23	-13		
31,5	23	-22	-12		
40	24	-21	-11		
50	25	-20	-10		
63	26	-19	-9		
80	27	-18	-8		

#### Beurteilung $L_{\text{sekA}}$ (maximaler Vorbeifahrtpegel je Zugart)

Deckeneingefrequenz [Hz]	$L_{\text{sekA}}$ [dB(A)]	zulässige Geräuschspitzen gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
		12,5	24	45	35
16	25	-20	-10		
20	25	-20	-10		
25	26	-19	-9		
31,5	26	-19	-9		
40	27	-18	-8		
50	28	-17	-7		
63	29	-16	-6		
80	31	-14	-4		

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen:  $L_r$  nach TA Lärm

Messpunkt MP1

Untersuchter Messpunkt: MP1  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_r$  (Beurteilungspegel nach TA Lärm, tags)

	$L_{r, \text{tags}, i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{r, \text{tags}}$ [dB(A)]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	15,4										15,4
	16	16,0										16,0
	20	16,5										16,5
	25	17,2										17,2
	31,5	17,9										17,9
	40	18,5										18,5
	50	19,4										19,4
	63	20,8										20,8
	80	22,3										22,3

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_r$  (Beurteilungspegel nach TA Lärm, nachts)

	$L_{r, \text{nachts}, i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{r, \text{nachts}}$ [dB(A)]
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	14,5										14,5
	16	15,1										15,1
	20	15,5										15,5
	25	16,2										16,2
	31,5	16,9										16,9
	40	17,6										17,6
	50	18,5										18,5
	63	19,9										19,9
	80	21,4										21,4

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: L<sub>r</sub> nach TA Lärm

Messpunkt MP1

Untersuchter Messpunkt: MP1  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

### Beurteilung

	Deckeneingrenzungsfrequenz [Hz]	L <sub>r</sub> [dB(A)]		Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	12,5	15	15	35	25	-20	-10
	16	16	15			-19	-10
	20	16	16			-19	-9
	25	17	16			-18	-9
	31,5	18	17			-17	-8
	40	18	18			-17	-7
	50	19	18			-16	-7
	63	21	20			-14	-5
	80	22	21			-13	-4

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen:  $L_r$  nach TA Lärm

Messpunkt MP2

Untersuchter Messpunkt: MP2  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_r$  (Beurteilungspegel nach TA Lärm, tags)

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$L_{r, \text{tags}, i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{r, \text{tags}}$ [dB(A)]
		12,5	11,8									
	16	12,4										12,4
	20	12,8										12,8
	25	13,5										13,5
	31,5	14,2										14,2
	40	15,0										15,0
	50	15,9										15,9
	63	17,1										17,1
	80	18,4										18,4

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_r$  (Beurteilungspegel nach TA Lärm, nachts)

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$L_{r, \text{nachts}, i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{r, \text{nachts}}$ [dB(A)]
		12,5	10,9									
	16	11,4										11,4
	20	11,9										11,9
	25	12,6										12,6
	31,5	13,3										13,3
	40	14,0										14,0
	50	15,0										15,0
	63	16,2										16,2
	80	17,4										17,4

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen:  $L_r$  nach TA Lärm

Messpunkt MP2

Untersuchter Messpunkt: MP2  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

### Beurteilung

	$L_r$ [dB(A)]		Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
			35	25		
Deckeneingefrequenz [Hz]	12,5	12			-23	-14
	16	12			-23	-14
	20	13			-22	-13
	25	14			-21	-12
	31,5	14			-21	-12
	40	15			-20	-11
	50	16			-19	-10
	63	17			-18	-9
	80	18			-17	-8

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen:  $L_r$  nach TA Lärm

Messpunkt MP3

Untersuchter Messpunkt: MP3  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_r$  (Beurteilungspegel nach TA Lärm, tags)

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$L_{r, \text{tags}, i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{r, \text{tags}}$ [dB(A)]
		12,5	16,0									
	16	16,6										16,6
	20	17,0										17,0
	25	17,7										17,7
	31,5	18,4										18,4
	40	19,1										19,1
	50	20,0										20,0
	63	21,5										21,5
	80	22,9										22,9

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_r$  (Beurteilungspegel nach TA Lärm, nachts)

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$L_{r, \text{nachts}, i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{r, \text{nachts}}$ [dB(A)]
		12,5	15,1									
	16	15,7										15,7
	20	16,1										16,1
	25	16,8										16,8
	31,5	17,5										17,5
	40	18,1										18,1
	50	19,1										19,1
	63	20,5										20,5
	80	22,0										22,0

## Prognoseergebnisse

### Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: L<sub>r</sub> nach TA Lärm

Messpunkt MP3

Untersuchter Messpunkt: MP3  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

#### Beurteilung

	Deckeneingrenzfrequenz [Hz]	L <sub>r</sub> [dB(A)]		Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	12,5	16	15	35	25	-19	-10
	16	17	16			-18	-9
	20	17	16			-18	-9
	25	18	17			-17	-8
	31,5	18	17			-17	-8
	40	19	18			-16	-7
	50	20	19			-15	-6
	63	21	21			-14	-4
	80	23	22			-12	-3

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen:  $L_r$  nach TA Lärm

Messpunkt MP4

Untersuchter Messpunkt: MP4  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_r$  (Beurteilungspegel nach TA Lärm, tags)

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$L_{r, \text{tags}, i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{r, \text{tags}}$ [dB(A)]
		12,5	12,5									
	16	13,0										13,0
	20	13,5										13,5
	25	14,2										14,2
	31,5	14,9										14,9
	40	15,6										15,6
	50	16,5										16,5
	63	17,7										17,7
	80	19,3										19,3

Prognoseergebnisse in Abhängigkeit der Zugarten:  $L_r$  (Beurteilungspegel nach TA Lärm, nachts)

Deckeneigenfrequenz [Hz]	$L_{r, \text{nachts}, i}$ [dB(A)]	Zug Gleis 1										$L_{r, \text{nachts}}$ [dB(A)]
		12,5	11,5									
	16	12,1										12,1
	20	12,5										12,5
	25	13,2										13,2
	31,5	14,0										14,0
	40	14,7										14,7
	50	15,6										15,6
	63	16,8										16,8
	80	18,3										18,3

## Prognoseergebnisse

Beurteilung Sekundärluftschalleinwirkungen: L<sub>r</sub> nach TA Lärm

Messpunkt MP4

Untersuchter Messpunkt: MP4  
Gebietseinstufung: Mischgebiet (MI)

### Beurteilung

	Deckeneingefrequenz [Hz]	L <sub>r</sub> [dB(A)]		Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm		Über- / Unterschreitung [dB]	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	12,5	12	12	35	25	-23	-13
	16	13	12			-22	-13
	20	13	13			-22	-12
	25	14	13			-21	-12
	31,5	15	14			-20	-11
	40	16	15			-19	-10
	50	16	16			-19	-9
	63	18	17			-17	-8
	80	19	18			-16	-7





## Pfaudler-Areal Schwetzingen

### Messprotokoll

Konfiguration Messsystem

Datum der Messung	10.09.2019		
Messleiter	mt		
Messung Nr.	01	Datenerfassungsgerät	Wölfel WMS-USB16D (S.-Nr. 180BF68)
Name der Messung	Zugvorbeifahrten	Messlaptop	Terra 1220370 (S.-Nr. R4241150)
		Messsoftware	Wölfel MEDA 8.1 (S.-Nr. S08/599-1)
Beginn der Messung	10:15 Uhr		
Ende der Messung	13:30 Uhr	Online Datenverarbeitung	Frequenzgangkorrektur für erweiterten Messbereich bis 1 Hz
Abtastrate	2048 Hz		Bandbegrenzung 1 Hz bis 315 Hz mittels digitalem Bandpass
Anmerkungen	Volllastbetrieb mit vier Aggregaten bei einer Arbeitsfrequenz von 86 Hz.		

Kanal	Messpunkt	Messrichtung	Schwingungsmesser	Ankoppelung	Ser.-Nr. Adapter	Ser.-Nr. Kabel	Kal.-Faktor [EU/V]	Klopftest	Grundrauschen
1	MP1	z	SM6-1D-V-02	Erdspieß	427	405+404	35,56	i.O.	i.O.
2	MP2	z	SM6-1D-V-03	Erdspieß	453	434+440+40	35,66	i.O.	i.O.
3	MP3	z	SM6-1D-V-04	Erdspieß	425	433	34,64	i.O.	i.O.
4	MP4	z	SM6-1D-V-05	Erdspieß	455	406	35,75	i.O.	i.O.
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

## Pfaudler-Areal Schwetzingen

### Messprotokoll

#### Beobachtungen

Datum der Messung      10.09.2019  
Messung                    Zugvorbeifahrten  
  
Beobachter                mt

Uhrzeit	Beobachtung / Bemerkung (Abkürzungs-Verzeichnis siehe letzte Seite)
10:15	Start der Messungen
10:30	Funktionstest
10:41	GZ N -> S
10:43	GZ S -> N
10:48	GZ N -> S
10:50	GZ S -> N
10:52	diverse Züge
10:52	GZ N -> S
11:03	GZ N -> S
11:09	GZ N -> S
11:12	GZ S -> N
11:17	GZ S -> N
11:22	GZ N -> S
11:25	GZ N -> S
11:41	GZ S -> N
11:48	Zug N -> S (wahrscheinlich RZ)
11:53	GZ N -> S
12:01	Zug S -> N (wahrscheinlich RZ)
12:04	GZ N -> S
12:05	GZ S -> N
12:07	GZ N -> S
12:11	GZ S -> N
12:17	GZ S -> N
12:19	diverse Züge
12:26	Zug hält an
12:27	GZ S -> N
12:32	GZ S -> N
12:36	Zug S -> N (wahrscheinlich RZ)
12:42	GZ N -> S
12:45	GZ N -> S
12:49	GZ S -> N
12:51	Zug S -> N (wahrscheinlich RZ)
12:56	GZ N -> S
12:59	GZ S -> N
13:03	GZ N -> S
13:05	diverse Züge
13:12	GZ S -> N
13:16	GZ S -> N
13:30	Ende der Messungen

## Pfaudler-Areal Schwetzingen

Messprotokoll  
subjektive Beobachtung

### Abkürzungsverzeichnis

GZ	Güterzug
RZ	Regionalzug
N -> S	aus Norden in Richtung Süden
S -> N	aus Süden in Richtung Norden