



## Erschütterungstechnische Untersuchung

zum Vorhaben- und Erschließungsplan Nr. 53 „Ehemaliges Bahngelände Stockauer Anger“ in der Marktgemeinde Reichertshofen, Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm

Hinweis: Erschütterungsschutz fällt nicht in den Geltungsbereich der DAkkS-Akkreditierung

Auftraggeber: Jürgen Schmidbauer und Roman Schöttl  
Sophie-Scholl-Straße 8 / Starkertshofen 20  
85084 Reichertshofen / 85084 Reichertshofen

Auftraggeber  
Bebauungsplan: Marktgemeinde Reichertshofen  
Schloßgasse 8  
85084 Reichertshofen

Abteilung: Immissionsschutz

Auftragsnummer: 8806.1 / 2024 - FB

Datum: 30.09.2024

Sachbearbeiter: Florian Bradl, Dipl.-Ing. (FH)

Telefonnummer: 08254 / 99466-21

E-Mail: [florian.bradl@ib-kottermair.de](mailto:florian.bradl@ib-kottermair.de)

Berichtsumfang: 29 Seiten

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Empfehlungen für Satzung und Begründung</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Aufgabenstellung</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Ausgangssituation</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Quellen- und Grundlagenverzeichnis</b> .....	<b>6</b>
4.1. Rechtliche (Beurteilungs-)Grundlagen.....	6
4.2. Normen und Berechnungsgrundlagen.....	6
4.3. Planerische und sonstige Grundlagen .....	6
<b>5. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben</b> .....	<b>7</b>
5.1. Anforderungen nach DIN 4150-2.....	7
5.2. Anforderungen nach DIN 4150-3.....	9
5.3. Körperschall und Erschütterungsschutz.....	10
5.4. Sekundärer Luftschall .....	15
<b>6. Beurteilung Erschütterungsschutz</b> .....	<b>16</b>
6.1. Allgemeines .....	16
6.2. Messungen .....	17
6.3. Prognosewerte.....	19
6.4. Prognose des sekundären Luftschalls.....	20

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Planentwurf.....	21
Anlage 2	Verkehrsprognose DB 2030 .....	22
Anlage 3.1	Messpunkte Erschütterungsmessungen .....	23
Anlage 3.2	Ergebnistabellen Erschütterungen.....	24

## Zusammenfassung

Die Herren Jürgen Schmidbauer und Roman Schöttl beabsichtigen in Zusammenarbeit mit der Marktgemeinde Reichertshofen die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 53 „Ehemaliges Bahngelände Stockauer Anger“ in der Marktgemeinde Reichertshofen im Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm. Das Plangebiet soll als Urbanes Gebiet eingestuft werden und neben Wohnen auch Ärzte, Physiotherapie, Gastronomie und weiteres Kleingewerbe unterbringen.

Im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchung ist eine Prognose der Erschütterungsimmissionen durch die Bundesbahnstrecke München – Treuchtlingen zu erstellen.

### Beurteilung der Erschütterungen

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen erfolgt in Kapitel 6.3.

Die DIN 4150-2 nennt für Dorfgebiete (MD) einen unteren Anhaltswert  $A_u$  von 0,20 / 0,15 (Tag / Nacht). Diese werden vom Bahnverkehr am Plangebäude in einem Abstand von 43 m zur Gleismitte unterschritten.

Auf Grund der geringen Erschütterungseinwirkungen ( $KB_{Fmax} \leq 0,1$ ) wird die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$ , bei der die Häufigkeit der Zugvorbeifahrten mit einbezogen wird, nicht berechnet bzw. ist „null“ zu setzen.

Somit müssen hinsichtlich der geplanten Wohnnutzung keine erschütterungsmindernden Maßnahmen durchgeführt werden.

Gebäudeschäden sind am Plangebäude nicht zu erwarten.

### Beurteilung Sekundärer Luftschall

Die Einwirkungen durch sekundären Luftschall sind im Kapitel 6.4 dargestellt.

Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall an den Plangebäuden unterschreiten den im Kapitel 5.4 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel  $L_m$  von 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) um mindestens 8,5 / 2,3 dB(A) (Tag / Nacht) unterschritten.

Somit ist nicht mit Belästigungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.

**Zusammenfassend lässt sich somit die Aussage treffen, dass hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen keine immissionsschutzfachlichen Belange dem Bauvorhaben entgegenstehen.**

Altomünster, 30.09.2024



Andreas Kottermair  
Dipl.-Ing. (FH)  
(Stv. Fachlich Verantwortlicher)



Florian Bradl  
Dipl.-Ing. (FH)  
(Fachkundiger Mitarbeiter)

## 1. Empfehlungen für Satzung und Begründung

### Hinweise für den Planzeichner:

- Die Anforderungen des Rechtsstaatsprinzips an die Verkündung von Normen stehen einer Verweisung auf nicht öffentlich zugängliche DIN-Vorschriften in den textlichen Festsetzungen eines Bebauungsplanes nicht von vornherein entgegen (BVerwG, Beschluss vom 29.Juli 2010- 4BN 21.10-Buchholz 406.11 §10 BauGB Nr. 46 Rn 9ff.). Verweist eine Festsetzung aber auf eine solche Vorschrift und ergibt sich erst aus dieser Vorschrift, unter welchen Voraussetzungen ein Vorhaben planungsrechtlich zulässig ist, muss der Plangeber sicherstellen, dass die Planbetroffenen sich auch vom Inhalt der DIN-Vorschrift verlässlich und in zumutbarer Weise Kenntnis verschaffen können. Den rechtstaatlichen Anforderungen genügt die Gemeinde, wenn sie die in Bezug genommene DIN-Vorschrift bei der Verwaltungsstelle, bei der auch der Bebauungsplan eingesehen werden kann, zur Einsicht bereithält und hierauf in der Bebauungsplanurkunde hinweist (BVerwG, Beschluss vom 29.Juli 2010- 4BN21.10- a.a.O. Rn 13).

Für die **Bebauungsplansatzung** ergeben sich keine Festsetzungen.

In die **Begründung** zum Bebauungsplan können folgende Hinweise aufgenommen werden:

- Nach § 1 Abs. 6 BauGB sind bei Aufstellung und Änderung von Bebauungsplänen insbesondere die Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse zu berücksichtigen.
- Die Ingenieurbüro Kottermair GmbH, Altomünster, wurde deshalb damit beauftragt, die Erschütterungsimmissionen im Geltungsbereich des Bebauungsplans sachverständig zu untersuchen.
- Hinsichtlich der Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls sind keine unzulässigen Einwirkungen auf den Menschen im Plangebiet zu erwarten.

### **Hinweise** durch Text:

- Die in den Festsetzungen des Bebauungsplanes genannten DIN-Normen und weitere Regelwerke werden zusammen mit diesem Bebauungsplan während der üblichen Öffnungszeiten in der Bauverwaltung der Marktgemeinde Reichertshofen, Schloßgasse 8, 85084 Reichertshofen, zu jedermanns Einsicht bereitgehalten. Die betreffenden DIN-Vorschriften sind auch archivmäßig hinterlegt bei Deutschen Patent- und Markenamt.

## **2. Aufgabenstellung**

Die Herren Jürgen Schmidbauer und Roman Schöttl beabsichtigen in Zusammenarbeit mit der Marktgemeinde Reichertshofen die Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 53 „Ehemaliges Bahngelände Stockauer Anger“ in der Marktgemeinde Reichertshofen im Landkreis Pfaffenhofen a.d. Ilm. Das Plangebiet soll als Urbanes Gebiet eingestuft werden und neben Wohnen auch Ärzte, Physiotherapie, Gastronomie und weiteres Kleingewerbe unterbringen.

Vor diesem Hintergrund ist durch unser Ingenieurbüro durchzuführen:

- erschütterungstechnische Untersuchung (Prognose für Erschütterungen und sekundären Luftschall) bezüglich des Bahnverkehrs und die Bewertung der Ergebnisse.

## **3. Ausgangssituation**



Quelle: BayernAtlas /10/

Die umliegende Nutzung gliedert sich in:

- Bahnstrecke München – Treuchtlingen (östlich)
- Ingolstädter Straße, Münchner Straße (westlich)
- Gewerbe (westlich)
- Wohnen (westlich)

Das umliegende Gelände ist weitgehend eben.

## **4. Quellen- und Grundlagenverzeichnis**

### **4.1. Rechtliche (Beurteilungs-)Grundlagen**

- /1/ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) i.d.F. der Bekanntmachung vom 17.05.2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Art. 11 Abs. 3 vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202)
- /2/ Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26. August 1998, geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)

### **4.2. Normen und Berechnungsgrundlagen**

- /3/ DIN 4150-2 (Einwirkungen von Erschütterungen auf Menschen in Gebäuden), Juni 1999
- /4/ DIN 4150-3:2016-12 (Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen), Dezember 2016
- /5/ Körperschall- und Erschütterungsschutz, DB Systemtechnik, Deutsche Bahn AG, Leitfaden für den Planer, August 1996 (Berichtigt Februar 1999)

### **4.3. Planerische und sonstige Grundlagen**

- /6/ Verkehrszahlen Deutsche Bahn AG, E-Mail vom 24.10.2022
- /7/ Ortseinsicht am 23.09.2024 durch den Sachbearbeiter
- /8/ Erschütterungsmessung durch den Sachbearbeiter am 23.09.2024
- /9/ Planunterlagen über die WipflerPLAN Planungsgesellschaft mbH, Pfaffenhofen a.d. Ilm, E-Mail vom 09.09.2024
- /10/ Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, München
  - BayernAtlas – topografische Karte

## 5. Immissionsschutzrechtliche Vorgaben

### 5.1. Anforderungen nach DIN 4150-2

#### Einwirkungen von Erschütterungen auf Menschen

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen wird die bewertete Schwingstärke  $KB_F(t)$  herangezogen.

Die bewertete Schwingstärke  $KB_F(t)$  ist dabei nach DIN 45669 als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0,125 s, „FAST“) definiert.

Die Beurteilung erfolgt nach DIN 4150-2 /3/ anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

- $KB_{Fmax}$  maximale bewertete Schwingungsstärke
- $KB_{FTr}$  Beurteilungsschwingstärke

Die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke  $KB_F(t)$ , der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt.

Die Beurteilungsschwingstärke berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse.

Sie wird mit Hilfe des Taktmaximalverfahrens (Taktzeit = 30 s) ermittelt.

Die Beurteilungsschwingstärke ergibt sich dabei nachfolgender Gleichung:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{T_r}}$$

mit

$T_r$  = Beurteilungszeit (tags 16 Std., nachts 8 Std.)

$T_e$  = Einwirkzeit

$KB_{FTm}$  = Taktmaximal-Effektivwert

Die Beurteilung erfolgt entsprechend nachfolgender Vorgehensweise:

Es ist die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  zu ermitteln und mit den Anhaltswerten  $A_u$  und  $A_o$  nach Tabelle 1 /3/ zu vergleichen:

- $KB_{Fmax} \leq$  (unterer) Anhaltswert  $A_u \rightarrow$  Anforderung der Norm eingehalten
- $KB_{Fmax} \leq$  (oberer) Anhaltswert  $A_o \rightarrow$  Anforderung der Norm eingehalten
- $A_u < KB_{Fmax} \leq A_o$ , Anforderung der Norm eingehalten, wenn die die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTr}$  nicht größer als nach Tabelle 1 /3/ ist.

Die in der DIN 4150-2 angegebenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen (z.B. hochwertige Büroräume) sind in Tabelle 1 /3/ aufgelistet:

Einwirkungsorte in deren Umgebung untergebracht sind	Tag (6 - 22 Uhr)			Nacht (22 - 6 Uhr)		
	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>	A <sub>u</sub>	A <sub>o</sub>	A <sub>r</sub>
vorwiegend gewerbliche Anlagen (Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6,0	0,15	0,2	0,4	0,1
weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen (Kern-, Misch-, Dorfgebiete §§ 7,6,5 BauNVO)	0,2	5,0	0,1	0,15	0,3	0,07
vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen (Kleinsiedlungsgebiete, reine/allgemeine Wohngebiete §§ 2,3,4 BauNVO)	0,15	3,0	0,07	0,1	0,2	0,05

Tabelle 1 Anhaltswerte DIN 4150-2 (1999), Tab.1, Zeile 2 bis 4 /3/

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Straßenverkehr erfolgt anhand der Anhaltswerte nach Tabelle 1 /3/. Bei der Ermittlung von  $KB_{FTI}$  ist der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht anzuwenden.

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Schienenverkehr gelten folgende Besonderheiten:

- Die Beurteilung erfolgt anhand der Kriterien A<sub>u</sub> (für  $KB_{Fmax}$ ) und A<sub>r</sub> (für  $KB_{FTI}$ )  
Die (oberen) Anhaltswerte A<sub>o</sub> erhalten beim Schienenverkehr eine andere Bedeutung (siehe unten).
- Bei der Ermittlung von  $KB_{FTI}$  wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.
- Für unterirdischen Schienenverkehr jeder Art gelten die Anhaltswerte A<sub>u</sub> und A<sub>r</sub> nach Tabelle 1 /3/.
- Für den Schienenverkehr hat der (obere) Anhaltswert A<sub>o</sub> nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne  $KB_{FTI}$ -Werte bei oberirdischen Strecken gebietsunabhängig über  $A_o = 0,6$ , so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z. B. Flachstellen an Rädern) und diese möglichst rasch zu beheben. Diese hohen Werte sind bei der Berechnung von  $KB_{FTI}$  zu berücksichtigen.
- Bei städtebaulichen Planungen von Baugebieten sollten die Anhaltswerte nach Tabelle 1 /3/ eingehalten werden.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Anhaltswerte indikatorischen Charakter haben und eine Beurteilung jeweils im Einzelfall zu erfolgen hat.



Bezug auf die Spürbarkeit der Erschütterungen:

Der Zusammenhang zwischen der KB-bewerteten Schwinggeschwindigkeit und der subjektiven Wahrnehmung wird in der Fachliteratur folgendermaßen beschrieben:

KB-Werte	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
0,1	gerade spürbar
0,1 – 0,4	gut spürbar
0,4 – 1,6	stark spürbar
1,6 – 6,3	sehr stark spürbar

**5.2. Anforderungen nach DIN 4150-3****Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen:**

Hinsichtlich der Einwirkungen von Erschütterungen auf bauliche Anlagen nennt die DIN 4150-3:2016-12 /4/ Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Bauwerken (Risse in Putz und Wänden usw.) nicht eintreten.

Für die Beurteilung sind die größten horizontalen Schwinggeschwindigkeiten maßgebend, die in der Regel in der obersten Deckenebene auftreten. Der Beurteilung wird der größere Wert der beiden horizontalen Einzelkomponenten zugrunde gelegt.

Die DIN 4150-3:2016-12 /4/ nennt in der Tabelle 4 Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit:

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{\max}$ [mm/s]	
		Oberste Deckenebene, horizontal alle Frequenzen	Decken, vertikal, alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen <b>und</b> besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10

Tabelle 2 Anhaltswerte nach Tabelle 4 aus DIN 4150-3:2016-12 /4/

Wird der zutreffende Anhaltswert eingehalten, treten nach den bisherigen Erfahrungen keine Schäden im Sinne einer Gebrauchswertverminderung auf, die direkt von den Erschütterungen ausgelöst werden.

Zu beachten ist dabei noch, dass es bei unzureichender Fundamentierung und ungünstigen Untergrundverhältnissen zu unterschiedlichen Setzungen und damit zu Rissbildungen im tragenden Mauerwerk kommen kann, die in ihrer Fortschreitung durch Erschütterungen bzw. Bahnerschütterungen beschleunigt werden können.

### 5.3. Körperschall und Erschütterungsschutz

Das Ziel einer Erschütterungsprognose ist für die Räume der zu betrachtenden Gebäude

- a) die Ermittlung
  - der KB-Werte
  - der sekundären Luftschallpegel
- b) die Beurteilung nach einschlägigen Richtlinien.

Bei den spektralen (terzweisen) Berechnungen der KB-Werte aus dem Eisenbahnbetrieb ist ein Frequenzbereich von 4 Hz bis 80 Hz ausreichend. Der Frequenzbereich unter 4 Hz ist vernachlässigbar, da der Emissionspegel in diesem Frequenzbereich keine Energie bestimmenden Pegelanteile enthält. Zur Erfassung des sekundären Luftschallpegels sollte sicherheitshalber der auszuwertende Frequenzbereich bis 315 Hz erweitert werden.

Die derzeitigen Vorgehensweisen bei Körperschallprognosen basieren auf messtechnischen Ergebnissen und theoretischen Überlegungen, wobei das Gesamtsystem in mehrere entkoppelte Teilsysteme unterteilt wird:

- Quelle mit der Ankopplung an den Erdboden
- Ausbreitung der Schwingungen im Erdboden bis vor ein Gebäude
- Übergang der Schwingungen vom Erdboden auf die Fundamente
- Übergang der Schwingungen von den Fundamenten auf die Gebäudestrukturen bzw. Kellerwände.

Die schwingungstechnisch relevanten Kenngrößen solcher Teilbereiche sind, wenn auch noch nicht vollständig, bei der DB AG vorhanden. Nach dem derzeitigen Erfahrungsstand können durch die analytisch-messtechnischen Prognosen die unsystematischen Fehler zwischen den prognostizierten und den tatsächlich auftretenden Einwirkungen auf Werte kleiner 50% reduziert werden.

Die unvermeidbaren unsystematischen Fehler werden im Prognoseverfahren in der Regel durch entsprechende Sicherheitszuschläge berücksichtigt. Zur Erstellung einer Erschütterungsprognose müssen zunächst die o. g. Ausgangsdaten der entkoppelten Teilsysteme, die bahn-, boden- und gebäudespezifisch sind, ermittelt werden:

- Erschütterungs-Emissionspegel:  $L_E(f)$
- Pegelabnahme im Boden:  $\Delta L_B(f)$
- Übertragungsfaktoren (gebäudespezifisch):  $\Delta L_G(f)$ .

Alle diese Ausgangsgrößen sind spektral zu ermitteln.

Im Allgemeinen werden Prognoseberechnungen für folgende Fälle durchgeführt:

- bestehende Wohngebiete, ohne Vorbelastung
- bestehende Wohngebiete, mit Vorbelastung
- geplante Wohngebiete an bestehenden Bahnanlagen
- geplante Wohngebiete an geplanten Bahnanlagen.

Zur Berechnung von Erschütterungs-Immissionen innerhalb von Gebäuden müssen die Übertragungsverhältnisse der Erschütterungssignale von der Quelle bis zum Immissionsort spektral verfolgt werden. Zur Berechnung von Erschütterungs-Immissionen werden die Körperschall-Schnellepegel  $L_v$  in dem zu betrachtenden Aufenthaltsraum als Ausgangsgröße für die KB-Werte und für die sekundären Luftschallpegel herangezogen. Die Berechnungen werden spektral von 1 Hz bis 315 Hz durchgeführt.

Für die Bestimmung der KB-Werte wird, wie mehrfach erwähnt, der Frequenzbereich bis 80 Hz herangezogen (gemäß DIN 4150, Teil 2).

Die Berechnung der KB-Werte (pro Zuggattung) erfolgt durch die Frequenzbewertung (Filterung) der Körperschall-Schnelle gemäß Gleichung 1 der DIN 4150, Teil 2.

$$KB(f) = \frac{v_{Raum}(f)}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2}}$$

$$\text{mit } v_{Raum}(f) = 10^{\frac{L_v-Raum}{20}} * v_0$$

Darin bedeuten:

- $v_{Raum}(f)$ : ermittelte Körperschall-Schnelle (in mm/s) in dem zu betrachtenden Raum
- $v_0$ : Bezugsschnelle ( $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  m/s)
- $f_0$ : 5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpassfilters)
- $f$ : Terzmittenfrequenz (in Hz)
- $L_{v-Raum}(f)$ : Körperschall-Schnellepegel (in dB) auf dem Fußboden des zu betrachtenden Raumes (nach Gleichung 4)

Die Berechnung muss spektral (terzweise) von 1 Hz bis 80 Hz für jede Zuggattung durchgeführt werden. Der gesamte KB-Wert pro Zuggattung  $KB_{Zug}$  ergibt sich aus der energetischen Addition der spektralen KB-Werte:

$$KB_{Zug} = \sqrt{\sum_{f=1Hz}^{80Hz} KB^2(f)}$$

#### Bemerkung:

Bei der Verwendung des Emissionspegels  $L_E(f)$ , der mit der Max-Hold-Methode und mit der Zeitbewertung Fast ausgewertet wurde, entspricht der hier berechnete KB-Wert dem maximalen KB-Wert ( $KB_{Fmax}$ ).

Die Beurteilung der Schwingstärke  $KB_{FT}$  wird mit dem Taktmaximalverfahren (30 sec) ermittelt. Dabei ist die Streckenbelastung für jede Zuggattung, ohne Zuschläge für Ruhezeiten, getrennt für die Zeiträume Tag bzw. Nacht wie folgt zu berücksichtigen:

Tag:

$$KB_{FTr-Zug/Tag} = \sqrt{(KB_{Zug})^2 * \frac{N_T * 30}{57600}}$$

Nacht:

$$KB_{FTr-Zug/Nacht} = \sqrt{(KB_{Zug})^2 * \frac{N_N * 30}{28800}}$$

Darin bedeuten:

$N_T$  : Anzahl der Züge einer betrachteten Zuggattung (Zeitraum 6 Uhr bis 22 Uhr)

$N_N$  : Anzahl der Züge einer betrachteten Zuggattung (Zeitraum 22 Uhr bis 6 Uhr)

Die gesamte Beurteilungsschwingstärke für den Zeitraum Tag ( $KB_{FTr-Tag}$ ) bzw. für den Zeitraum Nacht ( $KB_{FTr-Nacht}$ ) ergibt sich aus der energetischen Addition aller Beurteilungsschwingstärken der einzelnen Zuggattungen für den Zeitraum Tag bzw. Nacht.

Tag:

$$KB_{Zug} = \sqrt{\sum_{Zug=1}^{N_{ZT}} (KB_{FTr-Zug/Tag})^2}$$

Nacht:

$$KB_{Zug} = \sqrt{\sum_{Zug=1}^{N_{ZN}} (KB_{FTr-Zug/Nacht})^2}$$

Darin bedeuten:

$N_{ZT}$  : Anzahl der verkehrenden Zuggattungen (Zeitraum 6 Uhr bis 22 Uhr)

$N_{ZN}$  : Anzahl der verkehrenden Zuggattungen (Zeitraum 22 Uhr bis 6 Uhr)

### Sekundärer Luftschallpegel

Der sekundäre Luftschallpegel  $L_{\text{sek-Zug}}$  pro Zuggattung wird gemäß der Studie „Zur Ermittlung des sekundären Luftschalls“ berechnet. Als Ausgangsgröße gilt der berechnete Körperschall-Schnellepegel  $L_V$ , der für die Schwingung des Fußbodens des zu betrachtenden Raumes als repräsentativ gilt.

Der für jede Zuggattung ermittelte spektrale Körperschall-Schnellepegel  $L_{V\text{-Raum}}(f)$  wird entsprechend der A-Filterung bewertet  $L_{V(A)\text{-Raum}}(f)$ .

Daraus wird dann der Gesamtpegel durch energetische Addition aller Terzpegel im Frequenzbereich von 20 Hz bis 315 Hz gebildet  $L_v$  (A)-Raum/Zug.

Gemäß der Studie „Zur Ermittlung des sekundären Luftschalls“ werden die Berechnungen des sekundären Luftschallpegels wie folgt unterteilt nach:

Zuggruppen:

- Fernbahn
- S-Bahn

Gebäudearten:

- mit Betondeckenaufbau
- mit Holzdeckenaufbau

Es gelten folgende Regressionsbeziehungen:

- für Fernbahn / Betondecke

$$L_{sek} = 26,2 + 0,46 * L_{vA}$$

- für Fernbahn / Holzbalkendecke

$$L_{sek} = 24,5 + 0,59 * L_{vA}$$

- für S-Bahn / Betondecke

$$L_{sek} = 17,6 + 0,62 * L_{vA}$$

- für S-Bahn / Holzbalkendecke

$$L_{sek} = 27,5 + 0,34 * L_{vA}$$

Darin bedeuten:

$L_{vA}$ : zugspezifischer, A-bewerteter Körperschall-Schnellepegel

Für die Ermittlung der Beurteilungspegel für die Zeiträume Tag/Nacht werden die Streckenbelastungen unter Berücksichtigung der einzelnen Zuggattungen und die dazugehörigen Vorbeifahrzeiten  $t_{Zug}$  angesetzt.

Die Berechnungen der Beurteilungspegel pro Zuggattung erfolgen gemäß folgenden Gleichungen:

Tag:

$$L_{A,m-Tag} = L_{sek} + 10 \lg \frac{t_{Zug} * N_T}{57600} \quad [dB]$$

Nacht:

$$L_{A,m-Nacht} = L_{sek} + 10 \lg \frac{t_{Zug} * N_N}{28800} \quad [dB]$$

Darin bedeuten:

$N_T$  : Anzahl der Zugereignisse (Zeitraum 6 Uhr bis 22 Uhr)

$N_N$  : Anzahl der Zugereignisse (Zeitraum 22 Uhr bis 6 Uhr)

Der gesamte Beurteilungspegel für alle Zuggattungen und für die Zeiträume Tag/Nacht ergibt sich aus der energetischen Addition aller Beurteilungspegel.

Tag

$$L_{A,m-Tag,ges.} = 10 \lg \sum_{Zug=1}^{N_{ZT}} 10^{\frac{L_{m-Tag}}{10}} \quad [dB]$$

Nacht

$$L_{A,m-Nacht,ges.} = 10 \lg \sum_{Zug=1}^{N_{ZN}} 10^{\frac{L_{m-Nacht}}{10}} \quad [dB]$$

#### 5.4. Sekundärer Luftschall

Beim sekundären Luftschall handelt es sich um ein tieffrequentes Geräusch, das z. B. infolge von Schwingungsanregung aus dem Zugverkehr von den Gebäudeteilen (Wände, Decken usw.) abgestrahlt wird und das keine identifizierbare Schalleinfallrichtung hat. Maß für den sekundären Luftschall ist der über den jeweiligen Beurteilungszeitraum (Tag / Nacht) gemittelte A-bewertete Innenschallpegel. Für den sekundären Luftschall existieren bisher keine gesetzlichen Regelungen im Sinne von Immissionsgrenzwerte. Deshalb werden zur Beurteilung des sekundären Luftschalls oft Grenz- oder Anhaltswerte herangezogen, die eigentlich für den von außen über Fenster und Wände eindringenden Verkehrslärm (primärer Luftschall) gelten.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) geht bei seiner Beurteilung der Lärmsituation an Schienenwegen von den Kriterien der TA Lärm /2/ aus, da diese die besondere Problematik des Sekundärschalls bei Körperschallübertragung beinhaltet. Danach gilt in Wohn- und Schlafräumen ein mittlerer Schallpegel des Körperschalls für alle Gebietsnutzungen ein Mittelungspegel von 35 / 25 dB(A) (Tag / Nacht).

Der durch Gebäudeschwingungen verursachte sekundäre Luftschall hängt neben den für Erschütterungen relevanten Faktoren auch ab von

der Größe und dem Abstrahlgrad der schwingenden Flächen  
und  
den Absorptionseigenschaften des betreffenden Raumes

Der von schwingenden Raumbegrenzungsflächen abgestrahlte sekundäre Luftschall wird nach Geräusch-Richtlinien beurteilt.

Der Innenschallpegel wird beschrieben mit:

$$L_p = L_v + 10 \lg \frac{4S}{A} + 10 \lg \sigma$$

wobei  $L_v$  der Schwinggeschwindigkeitspegel auf der schwingenden Fläche,  $A$  die äquivalente Absorptionsfläche des Raumes,  $S$  die Größe der schwingenden Fläche,  $\sigma$  der Abstrahlgrad, und  $L_p$  der Schalldruckpegel im Raum sind.

In der Information Körperschall-Erschütterungen der Deutschen Bahn AG /5/ wird ein Zusammenhang zwischen dem sekundären Luftschall und dem Körperschallschnellepegel angegeben, der durch statistische Auswertungen von Messergebnissen gewonnen wurde.

Die Prognose des sekundären Luftschalls baut somit auf den zu erwartenden Körperschall bzw. den entsprechenden Erschütterungen auf, wobei für den sekundären Luftschall der Frequenzbereich von 20 Hz bis 315 Hz maßgebend ist.

## 6. Beurteilung Erschütterungsschutz

Das Plangebiet befindet westlich der Bahnlinie München – Treuchtlingen. Das erste Bahn-  
gleis ist vom nächsten Plangebäude ca. 25 m entfernt und im gesamten Bereich auf Be-  
tonschwellen und Schotterbett gelagert.

Nach den Prognosezugzahlen für das Jahr 2030 der DB Netz AG /6/ (s. Anlage 2) werden  
auf dem betreffenden Streckenabschnitt insgesamt (Tag / Nacht) 211 / 24 Züge des Re-  
gional- und Fernverkehrs sowie 13 / 8 Züge des Güterverkehrs verkehren.

Durch die Nähe zur Bahnstrecke wirken Erschütterungsimmissionen aus dem Zugverkehr  
auf das Bauvorhaben ein.

### 6.1. Allgemeines

Die Stärke der Erschütterungen in Gebäuden an einer Bahnstrecke hängt von einer Viel-  
zahl von Faktoren ab. Maßgeblich sind vor allem:

- die technischen und betrieblichen Parameter der eingesetzten Fahrzeuge (Masse, Länge, Geschwindigkeit u.a.).
- die Güte des Gleisauflages- und Gleisunterbaus.
- die Übertragungseigenschaften des Geländes zwischen dem Gleis und dem betroffenen Gebäude.
- die Anregungs- und Übertragungseigenschaften der Gebäudeelemente (Fundamente, Mauern, Decken, Eigenfrequenzen).
- das Betriebsprogramm der Strecke, d.h. die Zugzahlen am Tag (6 - 22 Uhr) und in der Nacht (22 - 6 Uhr).

Die vielen für die Erschütterungssituation verantwortlichen Einzelparameter lassen sich auf drei große Teilbereiche unterteilen: Emission (Anregung), Transmission (Ausbreitung im Untergrund) und Immission (Einleitung und Auswirkung im Gebäude).

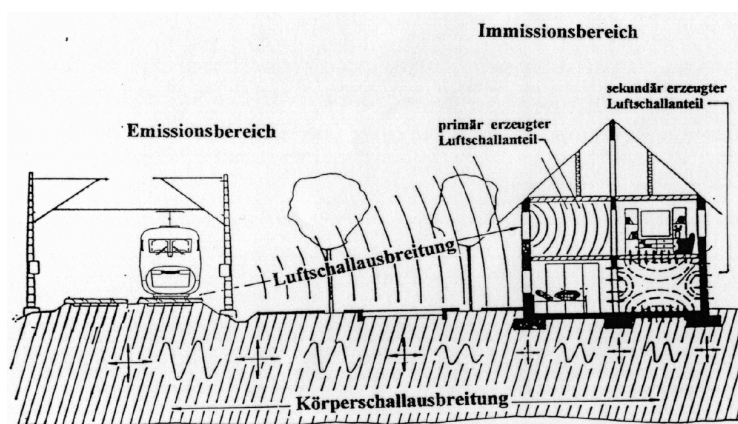


Schaubild: Entstehung und Ausbreitung von Erschütterungen  
an Schienenverkehrswegen /5/



Innerhalb von Gebäuden treten die größten Schwingungen in der Regel auf der Decke im obersten Geschoss auf. Dabei lassen sich Decken mit großer Spannweite normalerweise leichter zu Schwingungen anregen als Decken mit kleiner Spannweite. Zudem sind Holzbalkendecken erschütterungsempfindlicher als massive Stahlbetondecken.

Vorgaben für ein spektrales Prognoseverfahren für Erschütterungen aus dem Schienenverkehr sind in der VDI-Richtlinie 3837 vom März 2006 und in der Information für Körperschall-Erschütterungen, Ausgabe August 1996 mit Überarbeitung vom Februar 1999 der Deutschen Bahn AG zu finden. Danach gilt:

$$L_v(f) = L_E(f) - \Delta L_B(f) - \Delta L_G(f)$$

wobei  $L_E(f)$  der Erschütterungs-Emissionspegel,  $\Delta L_B(f)$  die Pegeländerung bei der Übertragung im Boden,  $\Delta L_G(f)$  die Pegeländerung bei der Übertragung vom Gelände ins Gebäude (Übertragungsfaktoren) und  $L_v(f)$  der Erschütterungspegel im Gebäude sind. Die Übertragung von Erschütterungen ist stark abhängig von den Frequenzen der Schwingungen (Terzfrequenzband).

Diese komplexen Zusammenhänge erschweren Prognosen, die allein auf Rechnungen basieren. Für abgesicherte Prognosen sind deshalb Erschütterungsmessungen sehr hilfreich. Hierdurch lassen sich die Emissionen und das Übertragungsverhalten der Erschütterungen exakter ermitteln. Außer Ausbreitungsmessungen auf der vorgesehenen Baufläche eignen sich besonders gut Messungen an Referenzgebäuden mit etwa den gleichen Gegebenheiten (gleiche oder vergleichbare Emissionsquellen, Bodenbeschaffenheiten, Bausubstanzen).

## 6.2. Messungen

Am 23.09.2024 wurden im Zeitraum zwischen 10:00 Uhr und 13:00 Uhr Erschütterungsmessungen auf dem freien Feld bei den Zugvorbeifahrten durchgeführt.

Die fotografische Dokumentation ist in Anlage 3.1 ersichtlich.

### **Messpunkt 1 (MP 1)**

Freifeld, ca. 16 m zur Gleismitte (Emissionsmesspunkt)

### **Messpunkt 2 (MP 2)**

Freifeld, ca. 25 m zur Gleismitte (Höhe 1. Plangebäude)

### **Messpunkt 3 (MP 3)**

Freifeld, ca. 32 m zur Gleismitte

Mit dem Schwingungsmessgerät System 9800 der Firma Beitzler (Messtechnik für Akustik und Schwingungstechnik – Genauigkeitsklasse 1) wurden bei den Zugvorbeifahrten die Schwinggeschwindigkeiten an den vier Messpunkten in jeweils den drei Raumrichtungen x-Komponente (horizontal, senkrecht zu den Gleisen), y-Komponente (horizontal, parallel zu den Gleisen) und z-Komponente (vertikal) aufgezeichnet. Die verwendete Messeinrichtung dient zugleich der Messung und der Auswertung mechanischer Schwingungen.

Die Messwerte und alle daraus abgeleiteten Größen einschließlich der Zeitverläufe genügen der DIN 45669 und dem derzeit anzuwendenden Beurteilungsverfahren, wie sie in der DIN 4150 /3/, /4/ beschrieben sind.

Mit der Messeinrichtung können Erschütterungen im Frequenzbereich zwischen 1 und 315 Hz erfasst werden, wobei für die Beurteilung der Erschütterungen nach DIN 4150, Teil 2 und Teil 3 der Frequenzbereich von 1 bis 80 Hz maßgebend ist. Bei der Ermittlung des sekundären Luftschalls wird der Frequenzbereich bis 315 Hz herangezogen.

Im gesamten Messzeitraum wurden 14 ICE, 8 Regionalbahnen und 2 Güterzüge messtechnisch erfasst. Somit können 24 Messungen für die Auswertung und Prognose herangezogen werden.

Bei den Messungen wurden der Maximalwert der Schwingschnelle  $v_{\max}$  in mm/s und der Maximaleffektivwert  $KB_{F_{\max}}$  ermittelt.

Der Einfluss von zufälligen Erschütterungsereignissen wurde minimiert, indem für jeden Messpunkt die Einzelergebnisse energetisch gemittelt wurden.

Die Maximalwerte der Schwinggeschwindigkeit und der KB-Werte der Einzelmessungen sind in der Anlage 3.2 (Ergebnistabellen bzw. Messprotokolle) und die gemittelten Werte in der nachfolgenden Tabelle 3 enthalten:

MP	Züge	Anzahl	gemittelte Schwinggeschwindigkeit $v_{\max}$			gemittelte KB-Werte $KB_{F_{\max}}$		
			Komponente			Komponente		
			X	y	z	x	y	z
1	ICE1	8	0,86	1,08	0,15	0,39	0,50	0,05
	ICE2	6	0,51	0,44	0,12	0,24	0,19	0,05
	RB1	4	0,85	0,97	0,17	0,40	0,43	0,07
	RB2	4	0,31	0,34	0,12	0,11	0,15	0,04
	G1	2	0,56	0,56	0,29	0,28	0,22	0,15
2	ICE1	8	0,20	0,19	0,09	0,09	0,08	0,04
	ICE2	6	0,20	0,16	0,08	0,08	0,08	0,04
	RB1	4	0,27	0,23	0,11	0,12	0,10	0,04
	RB2	4	0,27	0,22	0,08	0,13	0,11	0,03
	G1	2	0,64	0,62	0,17	0,33	0,34	0,08
3	ICE1	8	0,26	0,14	0,09	0,11	0,06	0,04
	ICE2	6	0,21	0,15	0,07	0,09	0,06	0,03
	RB1	4	0,35	0,16	0,11	0,16	0,07	0,04
	RB2	4	0,17	0,15	0,06	0,08	0,07	0,03
	G1	2	0,47	0,66	0,14	0,23	0,39	0,06

Tabelle 3: Mittlere Scheitelwerte der Schwinggeschwindigkeit und der  $KB_{F_{\max}}$ -Werte

Die größte Schwinggeschwindigkeit im Plangebiet wurde an der y-Komponente des Messpunkts MP 1 mit  $v_{\max} = 1,53$  mm/s, sowie  $KB_{F_{\max}} = 0,70$  (siehe Messung 21, Anlage 3.2) gemessen.

### 6.3. Prognosewerte

Ausgehend von den am Messpunkt MP 2 (Position nächstes Plangebäude) ermittelten Messwerten wird für das Bauvorhaben eine Prognoseberechnung für die zu erwartenden Erschütterungen durchgeführt.

Zugrunde liegen die Prognosezugzahlen für das Jahr 2030 der DB Netz AG /6/ (s. Anlage 2).

In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die daraus prognostizierten  $KB_{Fmax}$ - und  $KB_{FTT}$ -Werte für Mischgebiete aufgeführt. Betrachtet wird das erste Plangebäude (PG) in etwa 25 m Entfernung zur Gleismitte.

Immissionsort	Zugart	Anzahl Züge		Maximale bewertete Schwingstärke Deckenebene	Beurteilungsschwingstärke	
		Tag	Nacht	$KB_{Fmax}$	$KB_{FTT}$ <sup>1)</sup>	
					Tag	Nacht
<b>PG</b> (ca. 25 m vom Bahngleis entfernt)	ICE 1	75	8	0,07	0,000	0,000
	ICE 2	73	7	0,06	0,000	0,000
	RB 1	32	5	0,09	0,000	0,000
	RB 2	31	4	0,07	0,000	0,000
	G 1	13	8	0,14	0,012	0,013
<b>Gesamt</b>		<b>224</b>	<b>32</b>		<b>0,012</b>	<b>0,013</b>

<sup>1)</sup> Bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTT}$  sind Taktmaximalwerte  $KB_{FTT} \leq 0,1$  gleich Null zu setzen, da solche Erschütterungen i. d. R. nicht fühlbar sind (siehe DIN 4150 – Teil 2, Anhang D, Erläuterungen zu Abschnitt 3.5.3). Das bedeutet auch, dass bei Werten von  $KB_{Fmax} \leq 0,1$  die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTT} = 0$  ist.

Tabelle 4: Prognosewerte der maximalen bewerteten Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  und der Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTT}$

Da für das plangebietsferne Gleis 2 kein Güterzug gemessen wurde, werden die Zahlen für Güterzüge gänzlich dem Gleis 1 zugeschlagen, was ohnehin eine negativere Abschätzung ergibt.

Die Ergebnisse der Prognoseberechnung ( $KB_{Fmax}$ -Werte) in der Tabelle 4 zeigen, dass die unteren Anhaltswerte  $A_u$  der DIN 4150-2 von 0,20 / 0,15 (Tag / Nacht) für Mischgebiete unterschritten werden.

Weiterhin muss eine Berechnung der Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTT}$  erfolgen, bei der die Häufigkeit der Zugvorbeifahrten mit einbezogen wird. Die zugehörigen  $A_r$ -Werte von 0,10 / 0,07 (Tag / Nacht) für MI, mit der die  $KB_{FTT}$ -Werte verglichen werden, werden unterschritten.

Hinsichtlich der vorgesehenen Wohnnutzung müssen keine erschütterungsmindernden Maßnahmen durchgeführt werden.

Die Anforderungen der DIN 4150-Teil 2 werden eingehalten, d. h. die Anhaltswerte werden nicht überschritten.

#### 6.4. Prognose des sekundären Luftschalls

Ausgehend von den am Messpunkt MP 2 ermittelten Pegelspektren wurden die A-bewerteten Körperschallschnellepegel bestimmt. Anschließend wurde in Verbindung mit den Prognosezugzahlen für 2030 /6/ und den gemessenen Erschütterungswerten eine Prognose für den sekundären Luftschall für das Plangebiet erstellt. Die prognostizierten Luftschallpegel und die sich daraus ergebenden Beurteilungspegel sind in der nachfolgenden Tabelle 5 aufgeführt.

Immissionsort	Zugart	Anzahl Züge		Sekundärer Luftschallpegel	Beurteilungspegel	
		Tag	Nacht	$L_{\text{sek}}$ [dB(A)]	$L_m$ [dB(A)]	
					Tag	Nacht
<b>PG</b> (ca. 25 m vom Bahngleis entfernt)	ICE 1	75	8	38,80	20,7	14,0
	ICE 2	73	7	37,65	19,5	12,3
	RB 1	32	5	39,26	19,7	14,7
	RB 2	31	4	38,02	18,3	12,5
	G 1	13	8	40,74	19,0	19,9
<b>Gesamt</b>		<b>224</b>	<b>32</b>		<b>26,5</b>	<b>22,7</b>

Tabelle 5: Prognosewerte des sekundären Luftschalls ( $L_{\text{sek}}$  [dB(A)] und  $L_m$  [dB(A)])

Da für das plangebietsferne Gleis 2 kein Güterzug gemessen wurde, werden die Zahlen für Güterzüge gänzlich dem Gleis 1 zugeschlagen, was ohnehin eine negativere Abschätzung ergibt.

Die Geräuschimmissionen aus dem zu erwartenden sekundären Luftschall an den Plangebäuden unterschreiten den im Kapitel 5.4 genannten Anhaltswert für Innenschallpegel  $L_m$  von 35,0 / 25,0 dB(A) (Tag / Nacht) um mindestens 8,5 / 2,3 dB(A) (Tag / Nacht) unterschritten.

Somit ist nicht mit Belästigungen durch sekundären Luftschall zu rechnen.

# Anlage 1 Planentwurf



- Legende**
- Grundstücksgrenze des Vorhabens und Erschließungsweges
  - Bahndelimitationsfläche
  - Schallschutzwand, 3,0 Metern über NN (Normalschallschutzwand)
  - Baum geplant
  - Abwasserhauptkammer mit 10m Schutzstreifen
  - Getreidespeicher
  - Besenhaus
  - Besenhausabwasser

**Vorhaben- und Erschließungsplan**  
Zum GbF Nr.63 "Ehemaliges Bahngelände Stockau Anger"

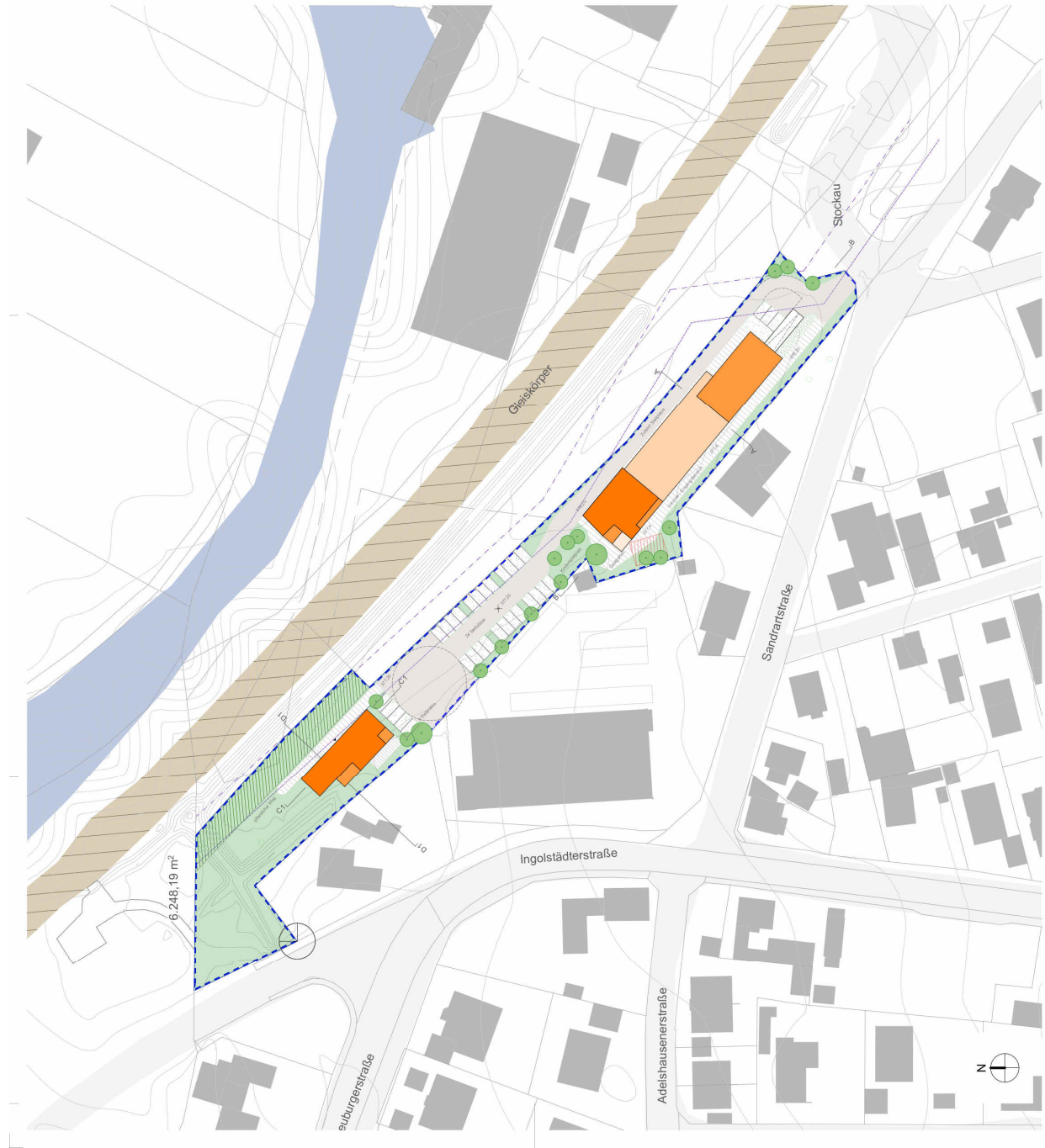
Projekt: Erschließung  
Ehemaliges Bahngelände Stockau Anger  
Planungsnummer: 1746, 1746/6, 1746/7 TF, 1746/8, 1746/9, 1746/10, 1746/11, 1746/12, 1746/13  
Planungsdatum: 2024, 11, 03  
Lageplan

Maßstab	1:500	Standort	XB	Umfang	LPF
Projekt Nr.	7818.001	Datum	13.08.2024		

**VORABZUG**

Vorbereitet von:  
Jürgen Schmittbauer  
65058 Reichartshausen

Entwickelt von:  
Wolfgang Kottermair  
Ingenieurbüro Kottermair  
65058 Reichartshausen



**Anlage 2 Verkehrsprognose DB 2030**

Version	202203 - Daten gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030DT(KW 38/2022) des Bundes										
<b>Strecke</b>	<b>5501</b> Abschnitt Rohrbach (llm) bis Baar-Ebenhausen, km 68,1 - km 72,9, Bereich Sandratsstraße 2, Reichertshofen										
Horizont	2030DT										
Rikz	1+2										
<b>Zugart</b>	<b>Anzahl</b>	<b>v_max</b>	<b>Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband</b>								
<b>Traktion</b>	<b>Tag</b>	<b>Nacht</b>	<b>km/h</b>	<b>Fz_Kat</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Fz_Kat</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Fz_Kat</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Fz_Kat</b>	<b>Anzahl</b>
GZ-E	6	3	100	7-Z5-A4	1	10-Z5	30	10-Z18	8		
GZ-E	1	1	120	7-Z5-A4	1	10-Z5	30	10-Z18	8		
GZ-E	6	4	100	7-Z5-A4	1	10-Z5	10				
RV-ET	63	9	160	5-Z5_A10	2						
ICE	16	4	280	1-V1	2	2-V1	9				
ICE	51	2	250	3-Z9_A48	1						
ICE	16	2	280	1-V1	2	2-V1	14				
ICE	65	7	300	3-Z11	1						
Summe	224	32									
<b>VzG</b>											
<b>Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten</b>											
Die nachfolgend genannte zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit ist anzusetzen, wenn sie kleiner als die Zuggeschwindigkeit ist!											
von km	bis km	km/h									
38,3	81,3	160									

### Anlage 3.1 Messpunkte Erschütterungsmessungen



Bild 1: Plangebiet Ostansicht

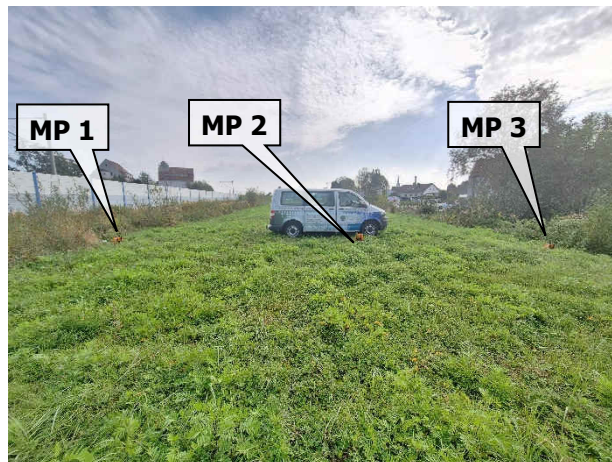


Bild 2: Übersicht Messpunkte



### Anlage 3.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

---

**8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 1 2024-09-23 10:29:11 Uhr ID=1**

	<b>unb</b>			<b>---- frequenzbewertet ----</b>			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
<b>x - MP 1</b>	2	0,499 mm/s	KB	0,241		0,081		8
<b>y</b>	3	0,485 mm/s	KB	0,221		0,081		8
<b>z</b>	4	0,113 mm/s	KB	0,037		0,016		8
<b>x - MP 2</b>	5	0,146 mm/s	KB	0,067		0,025		8
<b>y</b>	6	0,125 mm/s	KB	0,054		0,020		8
<b>z</b>	7	0,062 mm/s	KB	0,023		0,009		8
<b>x - MP 3</b>	8	0,197 mm/s	KB	0,082		0,026		8
<b>y</b>	9	0,105 mm/s	KB	0,040		0,017		8
<b>z</b>	10	0,053 mm/s	KB	0,020		0,009		8

---



---

**8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 2 2024-09-23 10:40:50 Uhr ID=2**

	<b>unb</b>			<b>---- frequenzbewertet ----</b>			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
	2	0,955 mm/s	KB	0,449		0,130		8
	3	1,083 mm/s	KB	0,494		0,140		8
	4	0,132 mm/s	KB	0,051		0,019		8
	5	0,147 mm/s	KB	0,071		0,027		8
	6	0,149 mm/s	KB	0,053		0,020		8
	7	0,099 mm/s	KB	0,039		0,013		8
	8	0,180 mm/s	KB	0,062		0,027		8
	9	0,119 mm/s	KB	0,051		0,019		8
	10	0,107 mm/s	KB	0,037		0,013		8

---



---

**8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 3 2024-09-23 10:45:45 Uhr ID=3**

	<b>unb</b>			<b>---- frequenzbewertet ----</b>			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
	2	1,117 mm/s	KB	0,518		0,141		8
	3	1,118 mm/s	KB	0,464		0,127		8
	4	0,205 mm/s	KB	0,079		0,024		8
	5	0,355 mm/s	KB	0,177		0,039		8
	6	0,292 mm/s	KB	0,107		0,028		8
	7	0,113 mm/s	KB	0,050		0,016		8
	8	0,387 mm/s	KB	0,155		0,039		8
	9	0,199 mm/s	KB	0,084		0,025		8
	10	0,127 mm/s	KB	0,045		0,016		8

---



---

**8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 4 2024-09-23 10:46:23 Uhr ID=4**

	<b>unb</b>			<b>---- frequenzbewertet ----</b>			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
	2	0,335 mm/s	KB	0,135		0,037		8
	3	0,494 mm/s	KB	0,232		0,059		8
	4	0,121 mm/s	KB	0,045		0,014		8
	5	0,290 mm/s	KB	0,123		0,027		8
	6	0,337 mm/s	KB	0,174		0,026		8
	7	0,094 mm/s	KB	0,036		0,011		8
	8	0,207 mm/s	KB	0,090		0,025		8
	9	0,179 mm/s	KB	0,080		0,021		8
	10	0,070 mm/s	KB	0,028		0,009		8

---



## Anlage 3.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 5 2024-09-23 10:54:54 Uhr ID=5

	unb			---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
2	0,409 mm/s	KB		0,179		0,048		8
3	0,399 mm/s	KB		0,159		0,045		8
4	0,095 mm/s	KB		0,036		0,012		8
5	0,203 mm/s	KB		0,078		0,022		8
6	0,111 mm/s	KB		0,043		0,014		8
7	0,063 mm/s	KB		0,029		0,009		8
8	0,157 mm/s	KB		0,054		0,019		8
9	0,115 mm/s	KB		0,045		0,015		8
10	0,072 mm/s	KB		0,030		0,008		8

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 6 2024-09-23 10:55:32 Uhr ID=6

	unb			---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
2	0,441 mm/s	KB		0,185		0,055		8
3	0,420 mm/s	KB		0,180		0,046		8
4	0,181 mm/s	KB		0,065		0,020		8
5	0,277 mm/s	KB		0,136		0,029		8
6	0,296 mm/s	KB		0,137		0,033		8
7	0,098 mm/s	KB		0,042		0,009		8
8	0,441 mm/s	KB		0,225		0,062		8
9	0,162 mm/s	KB		0,071		0,021		8
10	0,094 mm/s	KB		0,038		0,012		8

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 7 2024-09-23 11:01:13 Uhr ID=7

	unb			---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
2	0,528 mm/s	KB		0,243		0,066		8
3	0,575 mm/s	KB		0,210		0,079		8
4	0,248 mm/s	KB		0,106		0,045		8
5	0,373 mm/s	KB		0,182		0,072		8
6	0,595 mm/s	KB		0,291		0,103		8
7	0,174 mm/s	KB		0,089		0,035		8
8	0,400 mm/s	KB		0,191		0,073		8
9	0,495 mm/s	KB		0,263		0,099		8
10	0,177 mm/s	KB		0,077		0,030		8

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 8 2024-09-23 11:04:01 Uhr ID=8

	unb			---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
2	0,439 mm/s	KB		0,177		0,054		8
3	0,323 mm/s	KB		0,138		0,045		8
4	0,114 mm/s	KB		0,048		0,017		8
5	0,212 mm/s	KB		0,092		0,031		8
6	0,163 mm/s	KB		0,061		0,020		8
7	0,073 mm/s	KB		0,037		0,013		8
8	0,168 mm/s	KB		0,064		0,024		8
9	0,151 mm/s	KB		0,057		0,021		8
10	0,068 mm/s	KB		0,028		0,009		8

## Anlage 3.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 9 2024-09-23 11:12:43 Uhr ID=9

	unb			---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
2	0,570 mm/s	KB		0,284		0,070		8
3	0,938 mm/s	KB		0,432		0,109		8
4	0,142 mm/s	KB		0,053		0,016		8
5	0,294 mm/s	KB		0,134		0,031		8
6	0,205 mm/s	KB		0,100		0,024		8
7	0,103 mm/s	KB		0,042		0,012		8
8	0,235 mm/s	KB		0,084		0,027		8
9	0,178 mm/s	KB		0,084		0,022		8
10	0,099 mm/s	KB		0,037		0,012		8

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 10 2024-09-23 11:18:37 Uhr ID=10

	unb			---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
2	0,173 mm/s	KB		0,063		0,020		8
3	0,144 mm/s	KB		0,064		0,022		8
4	0,114 mm/s	KB		0,041		0,011		8
5	0,134 mm/s	KB		0,057		0,022		8
6	0,121 mm/s	KB		0,056		0,017		8
7	0,046 mm/s	KB		0,020		0,006		8
8	0,115 mm/s	KB		0,045		0,016		8
9	0,092 mm/s	KB		0,042		0,015		8
10	0,049 mm/s	KB		0,022		0,006		8

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 11 2024-09-23 11:22:02 Uhr ID=11

	unb			---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
2	0,531 mm/s	KB		0,247		0,122		8
3	0,534 mm/s	KB		0,193		0,086		8
4	0,112 mm/s	KB		0,042		0,020		8
5	0,173 mm/s	KB		0,063		0,032		8
6	0,181 mm/s	KB		0,073		0,033		8
7	0,065 mm/s	KB		0,025		0,012		8
8	0,295 mm/s	KB		0,135		0,058		8
9	0,122 mm/s	KB		0,048		0,023		8
10	0,062 mm/s	KB		0,030		0,014		8

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 12 2024-09-23 11:29:17 Uhr ID=12

	unb			---- frequenzbewertet ----			Flags	VA
	max			F-max	FT-m	rms		
2	0,932 mm/s	KB		0,422		0,131		8
3	1,226 mm/s	KB		0,585		0,174		8
4	0,163 mm/s	KB		0,054		0,020		8
5	0,167 mm/s	KB		0,075		0,026		8
6	0,186 mm/s	KB		0,080		0,024		8
7	0,083 mm/s	KB		0,033		0,013		8
8	0,248 mm/s	KB		0,098		0,030		8
9	0,135 mm/s	KB		0,051		0,021		8
10	0,096 mm/s	KB		0,034		0,013		8

---

## Anlage 3.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 13 2024-09-23 11:40:24 Uhr ID=13

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,596 mm/s	KB		0,312		0,066			8
3	0,539 mm/s	KB		0,232		0,060			8
4	0,330 mm/s	KB		0,185		0,037			8
5	0,823 mm/s	KB		0,435		0,092			8
6	0,644 mm/s	KB		0,385		0,090			8
7	0,159 mm/s	KB		0,068		0,023			8
8	0,536 mm/s	KB		0,255		0,063			8
9	0,786 mm/s	KB		0,484		0,087			8
10	0,095 mm/s	KB		0,044		0,018			8

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 14 2024-09-23 11:45:59 Uhr ID=14

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,459 mm/s	KB		0,165		0,045			8
3	0,407 mm/s	KB		0,149		0,039			8
4	0,127 mm/s	KB		0,050		0,013			8
5	0,362 mm/s	KB		0,167		0,028			8
6	0,206 mm/s	KB		0,088		0,021			8
7	0,105 mm/s	KB		0,039		0,009			8
8	0,199 mm/s	KB		0,090		0,021			8
9	0,179 mm/s	KB		0,077		0,019			8
10	0,084 mm/s	KB		0,033		0,008			8

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 15 2024-09-23 11:48:36 Uhr ID=15

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,962 mm/s	KB		0,451		0,188			8
3	1,117 mm/s	KB		0,504		0,171			8
4	0,124 mm/s	KB		0,045		0,017			8
5	0,172 mm/s	KB		0,067		0,028			8
6	0,140 mm/s	KB		0,059		0,023			8
7	0,084 mm/s	KB		0,030		0,013			8
8	0,213 mm/s	KB		0,088		0,033			8
9	0,138 mm/s	KB		0,051		0,020			8
10	0,077 mm/s	KB		0,031		0,013			8

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 16 2024-09-23 11:50:31 Uhr ID=16

	unb	max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
				F-max	FT-m	rms			
2	0,528 mm/s	KB		0,269		0,076			8
3	0,601 mm/s	KB		0,214		0,060			8
4	0,132 mm/s	KB		0,054		0,014			8
5	0,270 mm/s	KB		0,107		0,028			8
6	0,218 mm/s	KB		0,098		0,025			8
7	0,106 mm/s	KB		0,031		0,009			8
8	0,399 mm/s	KB		0,185		0,039			8
9	0,160 mm/s	KB		0,059		0,018			8
10	0,092 mm/s	KB		0,040		0,011			8

## Anlage 3.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 17 2024-09-23 11:53:55 Uhr ID=17

	unb		---- frequenzbewertet ----				Flags	VA	
	max		F-max	FT-m	rms				
2	0,711 mm/s	KB	0,340		0,085			8	
3	0,499 mm/s	KB	0,249		0,085			8	
4	0,140 mm/s	KB	0,053		0,019			8	
5	0,176 mm/s	KB	0,069		0,026			8	
6	0,143 mm/s	KB	0,061		0,022			8	
7	0,094 mm/s	KB	0,046		0,015			8	
8	0,184 mm/s	KB	0,081		0,026			8	
9	0,134 mm/s	KB	0,051		0,019			8	
10	0,075 mm/s	KB	0,033		0,012			8	

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 18 2024-09-23 12:13:54 Uhr ID=18

	unb		---- frequenzbewertet ----				Flags	VA	
	max		F-max	FT-m	rms				
2	0,846 mm/s	KB	0,402		0,121			8	
3	0,991 mm/s	KB	0,461		0,159			8	
4	0,139 mm/s	KB	0,047		0,018			8	
5	0,184 mm/s	KB	0,072		0,027			8	
6	0,196 mm/s	KB	0,083		0,025			8	
7	0,090 mm/s	KB	0,035		0,013			8	
8	0,281 mm/s	KB	0,118		0,037			8	
9	0,146 mm/s	KB	0,060		0,023			8	
10	0,089 mm/s	KB	0,038		0,014			8	

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 19 2024-09-23 12:16:29 Uhr ID=19

	unb		---- frequenzbewertet ----				Flags	VA	
	max		F-max	FT-m	rms				
2	0,707 mm/s	KB	0,294		0,092			8	
3	1,348 mm/s	KB	0,687		0,175			8	
4	0,121 mm/s	KB	0,045		0,017			8	
5	0,139 mm/s	KB	0,058		0,022			8	
6	0,125 mm/s	KB	0,049		0,018			8	
7	0,068 mm/s	KB	0,026		0,011			8	
8	0,191 mm/s	KB	0,080		0,030			8	
9	0,123 mm/s	KB	0,049		0,019			8	
10	0,082 mm/s	KB	0,033		0,012			8	

---

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 20 2024-09-23 12:17:33 Uhr ID=20

	unb		---- frequenzbewertet ----				Flags	VA	
	max		F-max	FT-m	rms				
2	0,144 mm/s	KB	0,058		0,020			8	
3	0,178 mm/s	KB	0,065		0,022			8	
4	0,096 mm/s	KB	0,043		0,013			8	
5	0,257 mm/s	KB	0,136		0,043			8	
6	0,167 mm/s	KB	0,082		0,025			8	
7	0,042 mm/s	KB	0,019		0,008			8	
8	0,159 mm/s	KB	0,067		0,021			8	
9	0,128 mm/s	KB	0,064		0,023			8	
10	0,046 mm/s	KB	0,021		0,005			8	

## Anlage 3.2 Ergebnistabellen Erschütterungen

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 21 2024-09-23 12:28:35 Uhr ID=21

	unb max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
			F-max	FT-m	rms			
2	1,458 mm/s	KB	0,682		0,114			8
3	1,533 mm/s	KB	0,696		0,161			8
4	0,200 mm/s	KB	0,090		0,018			8
5	0,213 mm/s	KB	0,090		0,022			8
6	0,181 mm/s	KB	0,075		0,017			8
7	0,134 mm/s	KB	0,054		0,011			8
8	0,283 mm/s	KB	0,124		0,025			8
9	0,140 mm/s	KB	0,057		0,016			8
10	0,138 mm/s	KB	0,056		0,013			8

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 22 2024-09-23 12:40:51 Uhr ID=22

	unb max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
			F-max	FT-m	rms			
2	0,550 mm/s	KB	0,245		0,081			8
3	0,421 mm/s	KB	0,170		0,065			8
4	0,106 mm/s	KB	0,038		0,016			8
5	0,194 mm/s	KB	0,077		0,029			8
6	0,167 mm/s	KB	0,069		0,024			8
7	0,084 mm/s	KB	0,030		0,010			8
8	0,230 mm/s	KB	0,113		0,029			8
9	0,131 mm/s	KB	0,056		0,020			8
10	0,069 mm/s	KB	0,024		0,010			8

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 23 2024-09-23 12:53:01 Uhr ID=23

	unb max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
			F-max	FT-m	rms			
2	0,652 mm/s	KB	0,255		0,107			8
3	1,040 mm/s	KB	0,449		0,157			8
4	0,144 mm/s	KB	0,049		0,022			8
5	0,198 mm/s	KB	0,079		0,032			8
6	0,207 mm/s	KB	0,087		0,029			8
7	0,090 mm/s	KB	0,036		0,016			8
8	0,246 mm/s	KB	0,090		0,033			8
9	0,152 mm/s	KB	0,066		0,023			8
10	0,084 mm/s	KB	0,038		0,014			8

8806\_1\_REICHERTSHOFEN - Messung Nr 24 2024-09-23 12:55:54 Uhr ID=24

	unb max		---- frequenzbewertet ----			Flags	VA	
			F-max	FT-m	rms			
2	0,417 mm/s	KB	0,187		0,056			8
3	0,472 mm/s	KB	0,201		0,068			8
4	0,129 mm/s	KB	0,055		0,018			8
5	0,273 mm/s	KB	0,114		0,029			8
6	0,236 mm/s	KB	0,130		0,023			8
7	0,097 mm/s	KB	0,040		0,014			8
8	0,278 mm/s	KB	0,138		0,028			8
9	0,222 mm/s	KB	0,079		0,022			8
10	0,077 mm/s	KB	0,038		0,012			8