# BF Dillingen an der Donau

Neubau Personenunterführung für barrierefreien Ausbau am Bahnhof Dillingen in Dillingen an der Donau, Strecke 5381, Bahn-km 78,8+65 bis 79,9+2

**Bildquelle: OpenStreetMap [10]**

# Untersuchung zu baubedingten Erschütterungen

Bericht-Nr.: 30-10622-01-D1_RevA

27.10.2020

| | | |
|---|---|---|
| Projektbezeichnung | BF Dillingen, Dillingen an der Donau | |
| Projekt-Nr. | 30-10622-01 | |
| Bericht-Nr. | 30-10622-01-D1_RevA | |
| Inhalt | Untersuchung zu baubedingten Erschütterungen | |
| Seitenzahl | 25 Seiten | |
| Berichtsdatum | 27.10.2020 | |
| Auftraggeber | DB Netz AG über Pöyry Deutschland GmbH, Essen | |
| Auftragnehmer | Baudynamik Heiland & Mistler GmbH, Bergstraße 174, 44807 Bochum<br>Tel: +49-234-95020-6, Fax: +49-234-95020-77<br>Amtsgericht Bochum, HRB 14773<br>Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Heiland, Dr.-Ing. Michael Mistler<br>www.baudynamik.de | |
| Verfasser | M.Sc. Maximilian Nitschke<br>Sachverständiger für Baudynamik | M. Nitschke |
| geprüft | Dr.-Ing. M. Mistler<br>Sachverständiger für Baudynamik | M. Mistler |
| Datum der Messung | - | |
| Messpersonal | - | |
| Dateiname | 30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx | |
| Bearbeitungsstand | | in Bearbeitung |
| | | vorgelegt |
| | X | fertig gestellt |

| Änderungen | Revision | Datum | ersetzter Bericht | Geänderte Kapitel | Beschreibung |
|---|---|---|---|---|---|
| | - | 31.10.2019 | - | alle | Ersterstellung |
| | | 27.10.2020 | D1 | 6 | Explizite Auflistung der beweiszusichernden Gebäude |
| | | | | | |

**Fachlich Verantwortlich im Sinne der 41. BImSchV:**

**Dr.-Ing. Michael Mistler, Stellvertreter: Prof. Dr.-Ing Dieter Heiland, Dipl.-Ing. Philipp Meckbach**

**Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers bestimmt. Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.**

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

# Inhaltsverzeichnis


1 Einleitung 4

1.1 Aufgabenstellung 4

1.2 Verwendete Unterlagen 4

2 Grundlagenermittlung 5

2.3 Allgemeine Maßnahmen zur Einhaltung der Anhaltswerte 8

3 Grundlagen des Prognoseverfahrens 10

3.1 Erschütterungsemission und deren Übertragung im Baugrund 10

3.2 Emissionen in Abhängigkeit der Entfernung bei speziellen Baugeräten 11

3.3 Übertragung vom Baugrund zum Gebäude (Fundament bzw. Decke) 12

3.4 Prognose der KB-Werte 13

4 Randbedingungen für das vorliegende Bauvorhaben 15

4.1 Eingesetzte Baugeräte und maßgebende Erschütterungsquellen 15

4.2 Gebäudeentfernungen zur Baumaßnahme 15

4.3 Zugrunde gelegte Anhaltswerte 17

5 Erschütterungsprognose für das vorliegende Bauvorhaben 18

5.1 Einschränkung der zu Verwendenden Geräte im Tagzeitraum 18

5.2 Belästigungen im Nachtzeitraum 22

6 Zusammenfassung 24


30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

# 1 Einleitung

## *1.1 Aufgabenstellung*

Die DB Netz AG plant den Neubau einer Personenunterführung für den barrierefreien Ausbau des Bahnhofs Dillingen an der Donau. Das Baufeld liegt bei km 78,8+65 bis 79,9+2 an der Strecke 5381. Bei der geplanten Baumaßnahme können Erschütterungen entstehen, von denen potentiell eine Belästigung der Anwohner oder sogar eine Gefährdung der Gebäudesubstanz der umliegenden Gebäude ausgehen kann.

Die Baudynamik Heiland & Mistler GmbH wurde mit der erschütterungstechnischen Untersuchung der baubedingten Erschütterungen beauftragt, um schädliche Auswirkungen bereits im Vorfeld erkennen und besser vermeiden zu können.

## *1.2 Verwendete Unterlagen*


[1] VDI 2038 (06/2012): Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen. Blatt 1: Grundlagen – Methoden, Vorgehensweisen und Einwirkungen.

[2] VDI 2038 (01/2013): Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen. Blatt 2: Schwingungen und Erschütterungen – Prognose, Messungen, Beurteilung und Minderung.

[3] DIN 4150 Teil 1 (06/2001): Erschütterungen im Bauwesen-Vorermittlung von Schwingungsgrößen.

[4] DIN 4150 Teil 2 (06/1999): Erschütterungen im Bauwesen-Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.

[5] DIN 4150 Teil 3 (12/2016): Erschütterungen im Bauwesen-Einwirkungen auf bauliche Anlagen.

[6] Arbeitskreis 1.4 „Baugrunddynamik“ der DGGT: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugrunddynamik“, 2. Auflage, Mai 2018

[7] M. Achmus, J. Kaiser, F. tom Wörden: Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten, Grundlagen – Messergebnisse – Prognosen, Institut für Bauforschung e.V., Hannover, 2006.

[8] P. Steinhauser: Bahn/Straße Spange Götzendorf, Einreichprojekt zum UVP-Verfahren, Fachbeitrag „ERSCHÜTTERUNGEN UND SEKUNDÄRSCHALL“, Mai 2009

[9] Baudynamik Heiland & Mistler GmbH: Messdokumentation der Messung einer Stopfmaschine in Herne, Juni 2014

[10]©OpenStreetMap and contributors, Creative Commons Share Alike License (CC-BY-SA)

[11]K. J. Witt, “GRUNDBAU-TASCHENBUCH – Teil 2: Geotechnische Verfahren”, 8. Auflage, 2018


30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

# 2 Grundlagenermittlung

Als Erschütterungen werden mechanische Schwingungen fester Körper mit potentiell belästigender Wirkung bezeichnet. Art und Grad der Beeinträchtigung durch Erschütterungen sind individuell und hängen von verschiedensten situativen Faktoren ab wie z.B. Stärke der Schwingungen, Einwirkungsdauer, Häufigkeit des Auftretens, Art der Erschütterungsquelle (Baustelle, Straßenverkehr, Sprengung) etc. Neben dem Aspekt der Belästigung können Erschütterungen potentiell schädigend auf Gebäude wirken. Auch hier müssen unterschiedliche Faktoren berücksichtigt werden wie z.B. Art und Alter des Bauwerks sowie Dauer und Frequenzbereich der Einwirkungen.

Die DIN 4150 enthält in ihrem Teil 2 [4] Angaben zur Bewertung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen und in ihrem Teil 3 [5] Angaben zur Bewertung von Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen.

## *2.1 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 Teil 2)*

Die Einwirkungen von Schwingungen auf Menschen in Gebäuden werden im Teil 2 der DIN 4150, Juni 1999 bewertet. Dort werden Anforderungen und Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbaren Räumen vermieden werden. Tabelle 2-1 enthält Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 zur allgemeinen Beurteilung von Erschütterungen.

| Zeile | Einwirkungsort | Tags (6-22 Uhr) | | | Nachts (22-6 Uhr) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $A_u$ | $A_o$ | $A_r$ | $A_u$ | $A_o$ | $A_r$ |
| 1 | Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur Gewerbliche Anlagen und ggf. 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 |

**Tabelle 2-1: Anhaltswerte nach DIN 4150 Teil 2 zur allgemeinen Beurteilung von Erschütterungen**

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

Die DIN 4150 Teil 2 verwendet für die Beurteilung der Erschütterungen die zwei Beurteilungsgrößen

- **Maximale bewertete Schwingstärke $KB_{Fmax}$ und**
- **Beurteilungs-Schwingstärke den $KB_{FTr}$ .**

Die Beurteilungsgrößen erhält man dadurch, dass die gemessenen Schwinggeschwindigkeitssignale gefiltert, frequenzbewertet und mit gleitenden Effektivfiltern ausgewertet werden. All diese Verfahren werden in den o.g. Normen genau definiert und beschrieben.

Diese Beurteilungsgrößen sind nach folgendem Schema den in der Norm genannten Anhaltswerten gegenüber zu stellen.

- Ist der $KB_{Fmax}$ kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert $A_u$, dann sind die Anforderungen der Norm eingehalten.
- Ist der $KB_{Fmax}$ größer als der obere Anhaltswert $A_o$, dann sind die Anforderungen dieser Norm nicht eingehalten.
- Für häufigere Einwirkungen, bei denen $KB_{Fmax}$ größer als $A_u$ und kleiner als $A_o$ ist, muss die Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{FTr}$ nach Abschnitt 5.4 der DIN 4150 Teil 2 berechnet werden. Ist $KB_{FTr}$ nicht größer als der Anhaltswert $A_r$, dann sind die Anforderungen der Norm ebenfalls eingehalten.

In Abhängigkeit der Ursache der Erschütterungen sind teilweise von Tabelle 2-1 abweichende Anhaltswerte anzuwenden. Bei der Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen aus Baubetrieb (ohne Sprengungen) unterteilt man drei Stufen der Belästigung:

- **Stufe I (ohne Vorabinformation der Betroffenen):**

  Bei Unterschreitung der Anhaltswerte der Stufe I ist nicht mit einer erheblichen Belästigung der Anwohner zu rechnen, selbst wenn die Erschütterungen ohne Vorinformationen der Betroffenen eingetreten sind.

- **Stufe II (mit Vorabinformation der Betroffenen):**
  Bei Unterschreitung der Immissionswerte der Stufe II ist nicht mit einer erheblichen Belästigung der Anwohner zu rechnen, wenn im Vorlauf der Baumaßnahme
  - eine ausreichende Information der Betroffenen stattgefunden hat.
  - eine Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen stattgefunden hat.
  - zusätzliche Maßnahmen zur Minderung der Belästigung eingeplant wurden (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle, usw.)
  - eine Ansprechstelle für Betroffene eingerichtet wurde.

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

- eine Information der Betroffenen über die Erschütterungswirkung auf das Gebäude durchgeführt wurde.
- ggf. eine Dauermessstation zur Beweissicherung im Gebäude installiert wurde.

Bei zunehmender Überschreitung der Anhaltswerte der Stufe II wächst die Wahrscheinlichkeit, dass mit erheblicher Belästigung der betroffenen Anwohner zu rechnen ist. Insbesondere ist zu prüfen, ob nicht erschütterungsärmere Bauverfahren angewendet werden können.

- **Stufe III (Grenze der Zumutbarkeit):**
  Bei einer Überschreitung der Anhaltswerte der Stufe III sind die Einwirkungen unzumutbar. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Schutzmaßnahmen bzw. Änderungen im Bauablauf notwendig.

Die Immissionswerte werden darüber hinaus in Abhängigkeit der Dauer der Baustelle angegeben, wobei die Tage zusammengezählt werden, an denen tatsächlich Erschütterungen auftreten. Bei einer Einwirkdauer > 78 Tage ist eine individuelle Betrachtung zur Ermittlung geeigneter Anhaltswerte erforderlich.

Die Auswertung erfolgt gesondert nach den verschiedenen Tageszeiträumen:

- Für den Tagzeitraum (06:00-22:00 Uhr) gelten bei Baustellenerschütterungen die Anhaltswerte gemäß Tabelle 2-2.
- In der Nacht (22:00-06:00 Uhr) gelten die strengeren Anhaltswerte gemäß Tabelle 2-1.

| **Dauer** | **D ≤ 1 Tag** | | | **6 Tage < D ≤ 26 Tage** | | | **26 Tage < D ≤ 78 Tage** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Immissionswert** | **$A_u$** | **$A_o$** | **$A_r$** | **$A_u$** | **$A_o$** | **$A_r$** | **$A_u$** | **$A_o$** | **$A_r$** |
| Stufe I | 0,8 | 5 | 0,4 | 0,4 | 5 | 0,3 | 0,3 | 5 | 0,2 |
| Stufe II | 1,2 | 5 | 0,8 | 0,8 | 5 | 0,6 | 0,6 | 5 | 0,4 |
| Stufe III | 1,6 | 5 | 1,2 | 1,2 | 5 | 1,0 | 0,8 | 5 | 0,6 |

**Tabelle 2-2: Anhaltswerte nach DIN 4150 Teil 2 (Tabelle 2) für Erschütterungen aus Baustellenbetrieb**

## *2.2 Einwirkung auf bauliche Anlagen (DIN 4150 Teil 3)*

Die Einwirkung von Schwingungen auf bauliche Anlagen werden im Teil 3 der DIN 4150, Dezember 2016 bewertet. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Bauwerken nicht eintreten. Diese Werte werden in Abhängigkeit von der Gebäudeart, der Einwirkungsdauer und dem maßgeblichen Frequenzbereich angegeben.

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

Den Anhaltswerten ist der Maximalwert der gemessenen Schwinggeschwindigkeit $v_{max}$ (getrennt für alle drei Raumrichtungen in den Achsen x, y und z) gegenüberzustellen. Für verschiedene Arten von Bauwerken sind unterschiedliche Anhaltswerte anzusetzen.

Bei kurzzeitigen Erschütterungen gilt Tabelle 2-3. Bei Erschütterungen, die Resonanz erzeugen können oder die über einen längeren Zeitraum einwirken, gilt Tabelle 2-4. Bei kurzzeitigen Erschütterungen müssen die am Fundament und in der obersten Deckenebene gemessenen Schwinggeschwindigkeiten, bei Dauererschütterungen dagegen primär die auf der Decke (normalerweise Fußboden in Raummitte) gemessenen Schwinggeschwindigkeiten beurteilt werden.

| | | **Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeit [mm/s]** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **am Fundament bei folgenden Hauptfrequenzen** | | | **in der obersten Deckenebene für alle Frequenzen** | |
| **Zeile** | **Art des Bauwerks** | **1-10 Hz** | **10-50 Hz** | **50-100 Hz** | **horizontal** | **vertikal** |
| 1 | Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten | 20 | 20-40 | 40-50 | 40 | 20 |
| 2 | Wohngebäude und in Ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten | 5 | 5-15 | 15-20 | 15 | 20 |
| 3 | Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert sind (z.B. unter Denkmalschutz stehend) | 3 | 3-8 | 8-10 | 8 | ≤20 |

**Tabelle 2-3: Anhaltswerte nach DIN 4150 Teil 3 zur Beurteilung von kurzzeitigen Erschütterungseinwirkungen**

| | | **Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeit auf der Decke [mm/s]** | |
|---|---|---|---|
| **Zeile** | **Art des Bauwerks** | **Horizontal, alle Frequenzen** | **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 und besonders erhaltenswert sind (z.B. unter Denkmalschutz stehend) | 2,5 | keine Angabe |

**Tabelle 2-4: Anhaltswerte nach DIN 4150 Teil 3 zur Beurteilung von Dauererschütterungen**

## *2.3 Allgemeine Maßnahmen zur Einhaltung der Anhaltswerte*

Das primäre Ziel ist, dass die Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3 nicht überschritten werden. Eine Überschreitung führt zwar nicht zwangsläufig zu Bauwerksschäden, dennoch können in diesem Fall Schäden infolge Erschütterungseinwirkungen nicht mehr ausgeschlossen werden. Bei „kritisch“ einzustufenden (Wohn-) Gebäuden sollte daher parallel zu einer messtechnischen Überwachung der

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

Schwingungsimmissionen auch eine visuelle Beweissicherung (Dokumentation der vorhandenen Risse und Vorschäden) erfolgen.

Überschreitung der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 3 müssen durch geeignete Maßnahmen vermieden werden wie z.B.:

- Geeignete Auswahl der Baugeräte
- Ausreichender Abstand des eingesetzten Gerätes zum Gebäude
- Vermeidung von Resonanzerscheinungen (z.B. beim Durchfahren der Gebäudeeigenfrequenzen während des Starts bestimmter Geräte wie Vibrationsrammen, etc.)
- Überwachung der Schwingungen im Gebäude (Monitoring)

Das zweite Auslegungsziel ist, erhebliche Belästigungen der Anwohner zu vermeiden. Bei dieser Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in einem Gebäude nach DIN 4150 Teil 2 ist, wie bereits beschrieben, besonders auf die Unterscheidung von Arbeiten im Tagzeitraum (06:00-22:00 Uhr) und im Nachtzeitraum (22:00-06:00 Uhr) zu achten, da die Anhaltswerte für den Nachtzeitraum wesentlich strenger sind. Erschütterungsintensive Arbeiten im Nachtzeitraum müssen daher so weit wie möglich vermieden werden.

Es ist von besonderer Bedeutung, die Anwohner über die Baumaßnahme umfangreich zu informieren, da dann höhere Immissionen von den Anwohnern eher toleriert und auch normativ zugelassen werden, wenn die Anwohner von den Erschütterungen nicht überrascht werden.

# 3 Grundlagen des Prognoseverfahrens

Bei Arbeitsvorgängen auf Baustellen entstehen dynamische Kräfte, die auf den Untergrund einwirken. Die Erschütterungen breiten sich über den Baugrund aus, nehmen aber mit zunehmendem Abstand ab. Benachbarte Bauwerke werden von den Erschütterungen am Fundament angeregt. Aufgrund der Gebäudeeigendynamik können sich die Schwingungen innerhalb der Gebäudestruktur frequenzabhängig verstärken oder abschwächen. Diese Erschütterungen werden von Menschen wahrgenommen, wenn sie eine bestimmte „Fühlbarkeitsschwelle“ überschreiten. Man unterscheidet die drei Teilbereiche Emission (Erschütterungsquelle), Transmission (Übertragung) und Immission (Einwirkungsort).

## *3.1 Erschütterungsemission und deren Übertragung im Baugrund*

Für die Prognose der Erschütterungsemissionen werden i. d. R. gemessene Schwingpegel in einem bestimmten Referenzabstand von anderen Baustellenmessungen als Basis verwendet. Als Beispiel sei an dieser Stelle der allgemeine Baubetrieb genannt, bei dem der Referenzwert von 1,0 [mm/s] auf dem Baugrund mit einem Referenzabstand von 5 m zugrunde gelegt wird.

Die Erschütterungen nehmen im Baugrund mit größerer Entfernung ab. Dabei spielen sowohl die Art und Frequenz der Anregung als auch eventuelle Eigenfrequenzen des Boden oder der Bauwerke sowie weitere Faktoren eine Rolle. Eine allgemeine Formel zur Berechnung der Erschütterungsausbreitung im Baugrund ist sowohl in der DIN 4150 Teil 1 [3] als Formel 2 als auch in der Richtlinie VDI 2038 Blatt 1 und 2 [1], [2] enthalten und lautet:

$$v(r) = v(r_0) \cdot \left(\frac{r}{r_0}\right)^{-n} \cdot e^{-2\pi D \frac{r-r_0}{\lambda}}$$

mit v = Maximalwert der Schwinggeschwindigkeit

r = Entfernung zur Erschütterungsquelle

$r_0$ = Referenzabstand

D = Dämpfung des Baugrunds

$\lambda$ = Wellenlänge

n = Exponent

Der Exponent ist abhängig von Wellenart, Quellengeometrie und Schwingungsart. Für harmonische Punktquellen kann i. A. von n = 0,5 ausgegangen werden, bei impulsförmigen Punktquellen i. A. von n = 1,0. Baugeräte können i. A. als Punktquelle angesehen werden. Die Unterscheidung zwischen impulsförmig und harmonisch hängt vom Gerätetyp ab.

Obige Beziehung stellt nur eine theoretische Beziehung dar. Vor-Ort-Messungen können die Prognose erheblich zuschärfen.

### *3.2 Emissionen in Abhängigkeit der Entfernung bei speziellen Baugeräten*

Eine übliche Schwingungsquelle im Gleisbau ist die Gleisstopfmaschine. Vereinfachend hat Steinhauser [8] die Ausbreitung der Erschütterungen infolge Gleisstopfen unter Vernachlässigung der Baugrunddämpfung prognostiziert (siehe Abbildung 3-1). Diese Prognose konnte mit Hilfe von Schwingungsmessungen während des Betriebs von Gleisstopfmaschinen in unterschiedlichen Abständen verifiziert und bestätigt werden [9].

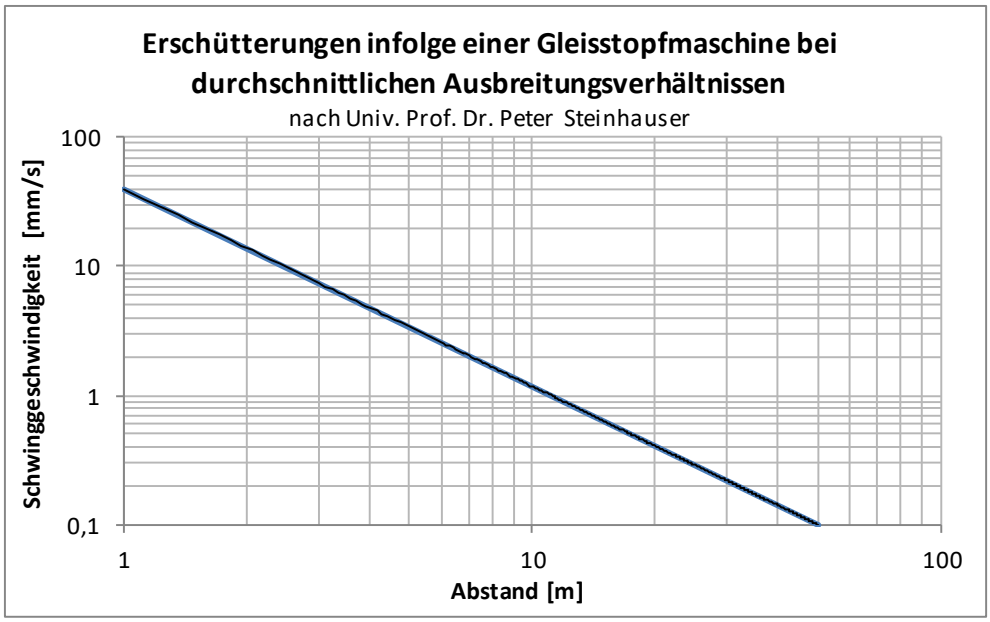


**Abbildung 3-1: Graphische Darstellung der Erschütterungsausbreitung bei Betrieb einer Gleisstopfmaschine**

Weitere Emissionswerte bei Rammarbeiten und Verdichtungsarbeiten findet man bei Achmus et al. [6]. Es werden empirisch ermittelte Schwinggeschwindigkeiten am Fundament in Abhängigkeit der Entfernung und der Überschreitungswahrscheinlichkeit angegeben, vgl. nachfolgende Tabelle.

| | | Wahrscheinlicher Wert (50% Überschreitungs-wahrscheinlichkeit) | Ungünstiger Wert (2,25% Überschreitungs-wahrscheinlichkeit) |
|---|---|---|---|
| Rammung | Vibration | $v_{i,\max}^{F} = 7{,}9\frac{\sqrt{W/f}}{r}$ | $v_{i,\max}^{F} = 18{,}52\frac{\sqrt{W/f}}{r}$ |
| | Schlagrammung (Dieselbär) | $v_{i,\max}^{F} = 2{,}45\frac{\sqrt{E}}{r}$ | $v_{i,\max}^{F} = 3{,}82\frac{\sqrt{E}}{r}$ |
| | Schlagrammung (Freifallbär) | $v_{i,\max}^{F} = 11{,}07\frac{\sqrt{E}}{r^{1,3}}$ | |
| Verdichtung | Vibrationsplatte | $v_{i,\max}^{F} = 4{,}31\frac{\sqrt{G}}{r}$ | $v_{i,\max}^{F} = 10{,}87\frac{\sqrt{G}}{r}$ |
| | Vibrationswalze | | |

*E* bzw. *W/f* in kNm, *r* in m, *G* in t, *v* in mm/s

**Tabelle 3-1: Prognosegleichungen für die maximale Komponente der Fundamentschwinggeschwindigkeit nach Achmus, Kaiser und tom Wörden [6]**

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

Zusätzlich werden für Rammarbeiten die Angaben aus dem Grundbau-Taschenbuch Teil 2 [11] für die Erschütterungsprognose zu Grunde gelegt. Die Baugrundschwingungen bei Rammarbeiten lassen sich wie folgt ermitteln:

$$v_B(r) = K_B \sqrt{\frac{E}{E_0}} \left(\frac{R}{R_1}\right)^{-1} e^{[-\alpha_B (R-R_1)]}$$

$$v_F(r) = K_F \sqrt{\frac{E}{E_0}} \left(\frac{R}{R_1}\right)^{-1} e^{[-\alpha_F (R-R_1)]}$$

mit $v_B(R)$ = Bodenschwinggeschwindigkeit im Abstand R

$R$ = Abstand zum Rammgut

$R_1$ = Bezugsabstand

$E$ = kinetische Schlagenergie

$E_1$ = Bezugsenergie, i.d.R. 1 kNm

$K_B$ = empirische Konstante nach Tabelle 3-2

$K_F$ = empirische Konstante nach Tabelle 3-2

$\alpha_B$ = Koeffizient der Materialdämpfung Bode nach Tabelle 3-2

$\alpha_F$ = Koeffizient der Materialdämpfung Bode nach Tabelle 3-2

| Parameter | Diesel- und Freifallrammen | Hydraulikrammen |
|---|---|---|
| $K_B$ | 1,16 | 1,88 |
| $K_{B,95\%}$ | 3,40 | 10,0 |
| $K_F$ | 0,39 | 0,59 |
| $K_{F,95\%}$ | 1,17 | 2,70 |
| $\alpha_B$ | 0,0061 | 0,0124 |
| $\alpha_F$ | 0,0026 | 0,0001 |

**Tabelle 3-2: Regressionsparameter für die Bestimmung der Boden-Schwingungen beim Rammen [11]**

### *3.3 Übertragung vom Baugrund zum Gebäude (Fundament bzw. Decke)*

Bei der Übertragung der Schwingungen vom Baugrund auf massige Bauteile wie Gebäudefundamente werden die Schwingungsamplituden im Regelfall reduziert. Bei der Übertragung von den Fundamenten auf Bauteile, insbesondere auf die Stockwerksdecken, kann es dagegen im Resonanzfall zu deutlichen Amplitudenerhöhungen kommen.

Die Amplitudenänderungen werden allgemein durch Übertragungsfaktoren (auch Verstärkungsfaktoren genannt) beschrieben:

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

- $V_S$: Übertragung im Baugrund (bereits in Kapitel 3.1 ausführlich beschrieben)
- $V_F$: Übertragungsfaktor vom Baugrund auf das Fundament
- $V_D$: Übertragungsfaktor vom Fundament auf die Decke (EG oder OG)

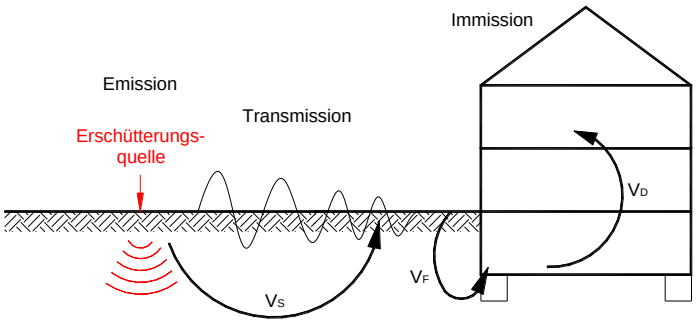


**Abbildung 3-2: Übertragungsfaktoren $V_S$, $V_F$ und $V_D$**

Bei einer Anregung mit Frequenzen oberhalb der Boden-Bauwerks-Eigenfrequenz, darf nach DIN 4150 Teil 1 ein mittlerer Übertragungswert **$V_F$ = 0,5** für die Übertragung der Erschütterungen vom Baugrund auf das Fundament angesetzt werden.

Bei der Schwingungsübertragung im Gebäude sind insbesondere die Vertikalschwingungen in Stockwerksdeckenmitte von Bedeutung, weil sich hier erhebliche Vergrößerungen der Schwinggeschwindigkeitsamplituden aufgrund der Deckeneigenfrequenzen ergeben können. Der Übertragungsfaktor hängt von der Schwingungsart (impulsförmig / harmonisch) und der Anregungsfrequenz bei harmonischer Anregung ab.

| **Verstärkungsfaktoren** | **$V_D$** |
|---|---|
| volle Deckenresonanz bei harmonischer Anregung<br>(Anregungsfrequenz im Bereich möglicher Deckeneigenfrequenzen) | 10 |
| harmonische Anregung, aber „reduzierte“ Deckenresonanz<br>(Anregungsfrequenz deutlich größer als übliche Deckeneigenfrequenzen) | 5 |
| Impulsförmige Anregung | 3 |

**Tabelle 3-3: Übertragungsfaktoren $V_S$, $V_F$ und $V_D$**

### *3.4 Prognose der KB-Werte*

Die maximale bewertete Schwingstärke $KB_{Fmax}$ wird auf Basis des in Abschnitt 7 der DIN 4150-2 [4] beschrieben Verfahrens ermittelt. Danach wird der $KB_{Fmax}$-Wert aus dem Maximalwert der Schwinggeschwindigkeit $v_{max}$ wie folgt errechnet:

$$KB^*_{F\max} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{v_{\max}}{\sqrt{1+(f/f_0)}} \cdot c_F$$

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

mit $v_{max}$ = Maximalwert der Schwinggeschwindigkeit [mm/s]

$f$ = Frequenz [Hz]

$f_0$ = Grenzfrequenz des Hochpasses (5,6 Hz)

$c_F$ = Konstante nach DIN4150-2, Tabelle 3

Der Maximalwert der Schwinggeschwindigkeit wird gemäß Abschnitt 3.1 bis 3.3 errechnet. Für die Konstante $c_F$ werden in Tabelle 3 der DIN4150-2 [4] mittlere Erfahrungswerte für verschiedene Arten von Erschütterungseinwirkungen angegeben, wobei Abweichungen von etwa ± 15% auftreten können.

In der nachfolgenden Abbildung 3-3 ist das Verhältnis von $KB_{Fmax}$ zu $v_{max}$ in Abhängigkeit der Anregungsfrequenz für unterschiedliche $c_F$-Werte dargestellt.

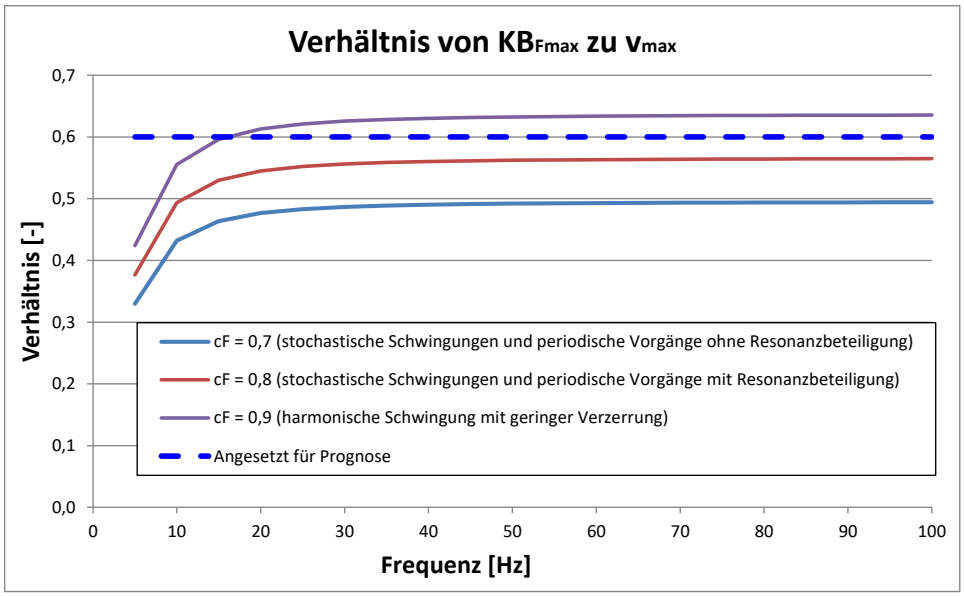


**Abbildung 3-3: Verhältnis von $KB_{Fmax}$ zu $v_{max}$ für unterschiedliche Frequenzen**

Im Rahmen der vorliegenden Prognose wird auf der sicheren Seite von einem Verhältnis $KB_{Fmax}$ zu $v_{max}$ von 0,6 ausgegangen, um der möglichen Abweichung bis zu 15% Rechnung zu tragen.

Die Ermittlung der $KB_{FTr}$-Werte erfolgt auf Basis der $KB_{Fmax}$-Werte gemäß Abschnitt 6.4 der DIN 4150-2 [4] unter Berücksichtigung der Einwirkungszeit.

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

# 4 Randbedingungen für das vorliegende Bauvorhaben

## *4.1 Eingesetzte Baugeräte und maßgebende Erschütterungsquellen*

Die zu erwartenden Schwingungsimmissionen hängen von den eingesetzten Baugeräten ab. Nachfolgend werden die Baugeräte, die für den Neubau der Personenunterführung voraussichtlich eingesetzt werden, aufgelistet und hinsichtlich ihrer erschütterungstechnischen Relevanz klassifiziert.

**Es wird davon ausgegangen, dass der Schienen-Längsverbau statisch eingepresst wird (Zwei-Wege-Bagger) und Rammarbeiten nur im Bereich der neuen Personenunterführung erfolgen.**

| Eingesetzte Baugeräte | | Erschütterungs-einwirkung |
|---|---|---|
| Allgemeine Bauaktivitäten | (Zwei-Wege-) Bagger mit Greifer/Schaufel | schwach |
| | LKW/Radlader | schwach |
| | Mobilkran | schwach |
| | Betonpumpe | schwach |
| Bagger mit Abbruchmeißel | | mittel |
| Bohrgerät | | mittel |
| Stopfmaschine | | mittel |
| Rammgeräte für den Verbau | | stark |
| Rüttelplatte /-walze /Verdichter | | stark |

**Tabelle 4-1: Eingesetzte Baugeräte**

## *4.2 Gebäudeentfernungen zur Baumaßnahme*

Bei der Baumaßnahme ist zwischen dem Baufeld und der Baustelleneinrichtungsfläche (BE-Fläche) zu unterscheiden. Die nächstgelegenen Gebäude sind mit den Abständen zum Baufeld in Abbildung 4-1 dargestellt.

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

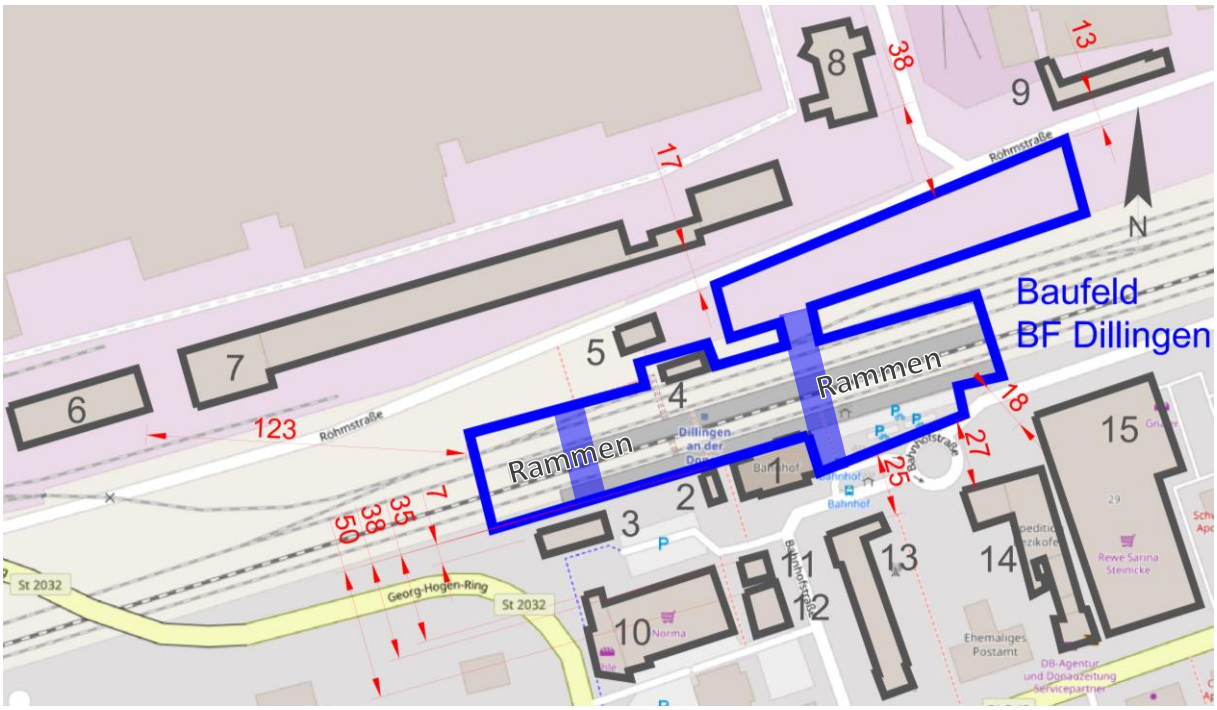


**Abbildung 4-1: Graphische Darstellung der Entfernung zwischen den umliegenden Gebäuden und der Baumaßnahme**

In Abbildung 4-1 sind die zum Baufeld nächstgelegenen Gebäude eingezeichnet und nummeriert (Gebäude 1-15).

Bei den **Gebäuden 1,2,3, 4 und 5** handelt es sich um bahneigene Gebäude, welche in direkter Nähe zum Baufeld bzw. teilweise direkt auf diesem liegen. Darunter befinden sich der Bahnhof selbst (Gebäude 1), ein Fahrradunterstand (Gebäude 2 & 3) sowie ein weiteres Funktionsgebäude (Gebäude 4). Für die Gebäude 2,3, 4 und 5 werden die baubedingten Erschütterungen lediglich hinsichtlich von Gebäudeschäden beurteilt, da diese nicht für den ständigen Personenaufenthalt vorgesehen sind. Auf Grund der Lage des Bahnhofs-Gebäudes 1 ist in diesem Gebäude während Erschütterungsintensiver Arbeiten mit einer erheblichen Belästigung der dort befindlichen Personen zu rechnen.

Die Gebäude nördlich der Gleise **(Gebäude 6 bis 9)** liegen mit 13 m bis 123 m in einem kleinen bis großen Abstand zum Baufeld. Diesen Gebäuden wird gemäß Flächennutzungsplan eine Nutzung als Gewerbegebiet zugeordnet.

Bei den **Gebäuden 10 bis 15** handelt es sich um Gewerblich genutzte Immobilien (Supermärkte, Spedition, etc.), welche im Abstand von 18 m bis 50 m zum Baufeld liegen. Gemäß Flächennutzungsplan wird ein Mischgebiet angenommen.

Auf Grund des teilweise geringen Abstandes der **Gebäude 1 bis 15** sollten diese vor Baubeginn beweisgesichert werden.

Zusätzlich ist das **Gebäude 1** sowie ein weiteres maßgebendes Gebäude während erschütterungsintensiver Arbeiten messtechnisch zu überwachen.

Die tatsächliche Nutzung der Gebäude ist vor Beginn der Baumaßnahme noch einmal zu prüfen.

### *4.3 Zugrunde gelegte Anhaltswerte*

Im Rahmen dieses Gutachtens werden zur Beurteilung der Gebäudeschäden die Anhaltswerte der Tabelle 2-3 und Tabelle 2-4, jeweils Zeile 2 herangezogen. Es wird also davon ausgegangen, dass es sich bei den beurteilungsrelevanten Gebäuden um „Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten“ handelt. Daraus lassen sich folgende maximal zulässigen Schwinggeschwindigkeiten ableiten:

$$v_{max,\ Fundament} \leq 5\ mm/s$$

$$v_{max,\ Deckenmitte} \leq 10\ mm/s$$

Um Gebäudeschäden durch Setzungen, welche z.B. aus Verdichtungs- und Rammarbeiten resultieren können, muss der Grenzwert der Schubverzerrung kleiner bleiben als 1,5 x 10E-5. Daraus folgt, dass die Schwinggeschwindigkeiten auf dem Baugrund bei Ramm- und Verdichtungsarbeiten auf

$$v_{max,\ Baugrund} \leq 4{,}5\ mm/s$$

zu begrenzen sind.

Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen auf Menschen im Tageszeitraum muss die Dauer der Baumaßnahme abgeschätzt bzw. begrenzt werden, wobei gemäß DIN 4150-2 nur die Tage zu berücksichtigen sind, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten (nicht die Dauer der Baumaßnahme an sich). Gemäß Tabelle 2-2 und der Annahme, dass Stufe II und D < 26 Tage angesetzt werden kann, bedeutet dies:

$$A_{o,tags} = 5\ [-]$$

$$A_{r,tags} = 0{,}6\ [-]$$

Im Nachtzeitraum gelten, wie bereits beschrieben, die gebietsabhängigen strengen Anhaltswerte der DIN 4150-2 (vgl. Tabelle 2-1 ) für ein Misch- und Gewerbegebiet:

$$A_{o,nachts,Mischgebiet} = 0{,}3\ [-] \qquad A_{o,nachts,Gewerbegebiet} = 0{,}4\ [-]$$

$$A_{o,nachts,Mischgebiet} = 0{,}07\ [-] \qquad A_{r,nachts,Gewerbegebiet} = 0{,}1\ [-]$$

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

# 5 Erschütterungsprognose für das vorliegende Bauvorhaben

Im Rahmen der Erschütterungsprognose werden nun die eingesetzten Baugeräte gemäß Tabelle 4-1 untersucht, indem die emittierten Erschütterungen mit der entfernungsabhängigen Abklingkurve und den Gebäudeübertragungsfaktoren multipliziert werden. Die tatsächlich vor Ort auftretenden Erschütterungen hängen sehr stark von den individuellen Gebäude- und Bodeneigenschaften ab und können demzufolge deutlich von den rechnerischen Ergebnissen abweichen.

Um der unterschiedlich erforderlichen Prognosesicherheit von belästigenden (DIN 4150-2) und von gebäudeschädigenden (DIN 4150-3) Erschütterungen Rechnung zu tragen, wird

- für die Beurteilung der Belästigung ein Sicherheitsfaktor von 1,0 angesetzt bzw. der mittlere Erwartungswert (Überschreitungswahrscheinlichkeit = 50%) für die Geräte gemäß Tabelle 3-1 zugrunde gelegt.
- für die Beurteilung nach DIN 4150-3 ein Sicherheitsfaktor von 1,5 angesetzt. Für die Geräte gemäß Tabelle 3-1 wird statt eines Sicherheitsfaktors direkt der zu erwartende Maximalwert (Überschreitungswahrscheinlichkeit = 2,25 %) angesetzt.

## *5.1 Einschränkung der zu Verwendenden Geräte im Tagzeitraum*

In Tabelle 5-1 sind die notwendigen Mindestabstände und die zugehörigen prognostizierten Erschütterungspegel für die einzelnen Geräte bzw. Arbeitsvorgänge angegeben, um die Werte der DIN4150-3 einzuhalten. Diese Anhaltswerte zur Vermeidung von Gebäudeschäden gelten für Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten.

**Es wird davon ausgegangen, dass der Schienen-Längsverbau statisch eingepresst wird (Zwei-Wege-Bagger) und Rammarbeiten nur im Bereich der neuen (nordöstlich Gebäude 1) Personenunterführung erfolgen.**

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

| | Geräte / Arbeitsvorgänge | Abstände (Iterations-ergebnis) | Baugrund | Funda-ment | Decken-mitte OG |
|---|---|---|---|---|---|
| | | r | $v_{max}$ | $v_{max}$ | $v_{max}$ |
| | | [m] | [mms] | [mms] | [mms] |
| | **Allgemeine Baustellengeräte** (z.B. Baggerbewegung, LKW, etc.) | 1 | nicht maßgebend | 3,3 | 10,0 |
| Abbruch | **Meißeln** (≤ 1t-Hydraulikhammer) | 4 | nicht maßgebend | 2,0 | 10,0 |
| Abbruch | **Meißeln** (10t-Hydraulikhammer) | 9 | nicht maßgebend | 2,0 | 10,0 |
| Abbruch | **Abbruch allg.**, fallende Abbruch-Teile max. 0,3 t (6x/Std.) | 6 | nicht maßgebend | 3,3 | 10,0 |
| Rammen | **Vibrationsramme** (E < 1,0 kNm) | 19 | 2,0 | 1,0 | 10,0 |
| Rammen | **Hochfrequenz-Vibrationsramme** (E < 1,0 kNm, f ≥ 35 Hz) | 9 | 4,0 | 2,0 | 10,0 |
| Rammen | **Hochfrequenz-Vibrationsramme mit variabler Momententechnologie** (E < 5,0 kNm, f ≥ 35 Hz) | 21 | 4,0 | 2,0 | 10,0 |
| Rammen | **Diesel- & Freifallhammer** (E < 6 kNm) | 18 | 4,5 | 1,6 | 4,8 |
| Rammen | **Hydraulikramme** (E < 6 kNm) | 38 | 4,5 | 1,7 | 5,2 |
| Bohren | **Bohrgerät für den Verbau** | 3 | nicht maßgebend | 2,0 | 10,0 |
| Verdichten | **Hochfrequenz-Vibrationsplatte** (G < 0,2 to; f > 65 Hz) | 2 | 4,0 | 2,0 | 10,0 |
| Verdichten | **Hochfrequenz-Vibrationsplatte** (G < 0,5 to; f > 65 Hz) | 4 | 4,0 | 2,0 | 10,0 |
| Verdichten | **Vibrationsplatte / -walze** (G < 1 to) | 11 | 2,0 | 1,0 | 10,0 |
| | **Gleisstopfen** | 6 | nicht maßgebend | 2,0 | 10,0 |
| | Grenz- bzw. Anhaltswerte: | | 4,5 | 5,0 | 10,0 |

**Tabelle 5-1: Mindestabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN4150-3 (Gebäudeschäden)**

Die Erschütterungsprognose und die daraus resultierenden Mindestabstände gemäß Tabelle 5-1 zeigt, dass die maßgebenden Baugeräte Vibrationswalzen und die Rammgeräte für den Verbau sind.

Hinsichtlich der Belästigung der Anwohner (DIN4150-2) gelten im Tageszeitraum (6-22 Uhr) gebiets-unabhängige Anhaltswerte. In Tabelle 5-2 sind die hierfür notwendigen Mindestabstände angegeben. Auch hierbei sind die maßgebenden Vorgänge die Verdichtungsarbeiten und der Verbau.

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

| | Geräte / Arbeitsvorgänge | Abstände (Iterations-ergebnis) r [m] | $KB_{Fmax}$ [-] | Anzahl Takte [-] | =Std. [h] | $KB_{FTr}$ [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Allgemeine Baustellengeräte** (z.B. Baggerbewegung, LKW, etc.) | **5** | **0,85** | 960 | 8,0 | **0,60** |
| Abbruch | **Meißeln** (≤ 1t-Hydraulikhammer) | **10** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Abbruch | **Meißeln** (10t-Hydraulikhammer) | **23** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Abbruch | **Abbruch allg.**, fallende Abbruch-Teile max. 0,3 t (6x/Std.) | **8** | **2,68** | 96 | 0,8 | **0,60** |
| Rammen | **Vibrationsramme** (E < 0,5 kNm) | **34** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Rammen | **Hochfrequenz-Vibrationsramme** (E < 0,5 kNm, f ≥ 35 Hz) | **17** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Rammen | **Hochfrequenz-Vibrationsramme mit variabler Momententechnologie** (E < 5,0 kNm, f ≥ 35 Hz) | **38** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Rammen | **Diesel- & Freifallhammer** (E < 6 kNm) | **12** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Rammen | **Hydraulikramme** (E < 6 kNm) | **19** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Bohren | **Bohrgerät für den Verbau** | **8** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Verdichten | **Hochfrequenz-Vibrationsplatte** (G < 0,2 to; f > 65 Hz) | **4** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Verdichten | **Hochfrequenz-Vibrationsplatte** (G < 0,5 to; f > 65 Hz) | **7** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| Verdichten | **Vibrationsplatte / -walze** (G < 1 to) | **19** | **1,38** | 360 | 3,0 | **0,60** |
| | **Gleisstopfen** | **7** | **3,39** | 60 | 0,5 | **0,60** |
| | Grenz- bzw. Anhaltswerte: | | **5,0** | | | **0,60** |

**Tabelle 5-2: Mindestabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN4150-2 (Belästigung tagsüber)**

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

Aus den notwendigen Mindestabständen gemäß Tabelle 5-1 (Beurteilung hinsichtlich Gebäudeschäden) und Tabelle 5-2 (Beurteilung hinsichtlich Belästigung im Tageszeitraum) folgt, dass der Geräteeinsatz bei den maßgebenden Arbeitsvorgängen „Rammen“ und „Verdichten“ wie folgt zu beschränken ist.

Abbrucharbeiten:

- Abbrucharbeiten haben mit einem Hydraulikhammer mit einem Gewicht ≤ 1,0 to zu erfolgen.

Verbau bzw. Rammarbeiten:

- Der Einbau des Längsverbaus darf nur durch statisches Einpressen (z.B. mit einem Zwei-Wege-Bagger) erfolgen,
- Die Verbauarbeiten für die neue Unterführung müssen auf Grund des geringen Abstandes zwischen Gebäude 1 und dem Verbau-Bereich erschütterungsarm erfolgen. Dafür eignen sich z.B. Vorbohren oder statisches Einpressen.

Verdichten:

- Beim Verdichten sind im unmittelbaren Nachbereich von Gebäuden nur kleine Handgeräte zu verwenden (G < 0,2 to und f > 65 Hz). Ab einer Gebäudeentfernung von 7m dürfen größere Geräte bis G < 0,5to und f > 65Hz eingesetzt werden. Bei Gebäudeentfernungen >19 m dürfen Vibrationsplatten mit einem Gewicht ≤ 1,0 to verwendet werden. Der Einsatz größerer Geräte ist messtechnisch zu prüfen bzw. zu überwachen.

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

### *5.2 Belästigungen im Nachtzeitraum*

Im Nachtzeitraum (22-6 Uhr) gelten die gebietsabhängigen strengen Anhaltswerte der DIN 4150-2 (vgl. Tabelle 2-1 ) für ein Wohn- und Mischgebiet. In der folgenden Tabelle 5-3 sind die rechnerisch notwendigen Mindestabstände angegeben.

Die notwendigen Mindestabstände zur Vermeidung von Belästigungen im Nachtzeitraum sind wesentlich größer als die tatsächlich vorhandenen Abstände zu den nächstgelegenen Wohngebäuden. Das bedeutet, es dürfen **keine erschütterungsintensiven Arbeiten im Nachtzeitraum** erfolgen, wenn belästigende Erschütterungseinwirkungen vermieden werden sollen. Sind diese in nächtlichen Sperrpausen aus Gründen des Betriebsablaufs nicht zu vermeiden, so ist möglicherweise auch in sehr großer Entfernung mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.

Selbst allgemeine Baustellenbewegungen auf dem Baufeld und Gleisstopfen können im Nachtzeitraum zu belästigenden Erschütterungseinwirkungen führen.

| | Geräte / Arbeitsvorgänge | Abstände (Iterations-ergebnis) r [m] | $KB_{Fmax}$ [-] | Anzahl Takte [-] | =Std. [h] | $KB_{FTr}$ [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Allgemeine Baustellengeräte** (z.B. Baggerbewegung, LKW, etc.) | **26** | 0,14 | 480 | 4,0 | 0,10 |
| Abbruch | **Meißeln** (≤ 1t-Hydraulikhammer) | **50** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Abbruch | **Meißeln** (10t-Hydraulikhammer) | **86** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Abbruch | **Abbruch allg.**, fallende Abbruch-Teile max. 0,3 t (6x/Std.) | **40** | 0,40 | 48 | 0,4 | 0,09 |
| Rammen | **Vibrationsramme** (E < 0,5 kNm) | **240** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Rammen | **Hochfrequenz-Vibrationsramme** (E < 0,5 kNm, f ≥ 35 Hz) | **119** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Rammen | **Hochfrequenz-Vibrationsramme mit variabler Momententechnologie** (E < 5,0 kNm, f ≥ 35 Hz) | **268** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Rammen | **Diesel- & Freifallhammer** (E < 6 kNm) | **74** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Rammen | **Hydraulikramme** (E < 6 kNm) | **129** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Bohren | **Bohrgerät für den Verbau** | **41** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Verdichten | **Hochfrequenz-Vibrationsplatte** (G < 0,2 to; f > 65 Hz) | **29** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Verdichten | **Hochfrequenz-Vibrationsplatte** (G < 0,5 to; f > 65 Hz) | **46** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| Verdichten | **Vibrationsplatte / -walze** (G < 1 to) | **130** | 0,20 | 240 | 2,0 | 0,10 |
| | **Gleisstopfen** | **25** | 0,40 | 15 | 0,1 | 0,05 |
| | Grenz- bzw. Anhaltswerte: | | 0,4 | | | 0,10 |

**Tabelle 5-3: Mindestabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN4150-2 (Belästigung nachts - Gewerbegebiet)**

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

| | Geräte / Arbeitsvorgänge | Abstände (Iterations-ergebnis) r [m] | $KB_{Fmax}$ [-] | Anzahl Takte [-] | =Std. [h] | $KB_{FTr}$ [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Allgemeine Baustellengeräte** (z.B. Baggerbewegung, LKW, etc.) | **34** | 0,10 | 480 | 4,0 | 0,07 |
| Abbruch | **Meißeln** (≤ 1t-Hydraulikhammer) | **62** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Abbruch | **Meißeln** (10t-Hydraulikhammer) | **104** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Abbruch | **Abbruch allg.**, fallende Abbruch-Teile max. 0,3 t (6x/Std.) | **49** | 0,30 | 48 | 0,4 | 0,07 |
| Rammen | **Vibrationsramme** (E < 0,5 kNm) | **343** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Rammen | **Hochfrequenz-Vibrationsramme** (E < 0,5 kNm, f ≥ 35 Hz) | **171** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Rammen | **Hochfrequenz-Vibrationsramme mit variabler Momententechnologie** (E < 5,0 kNm, f ≥ 35 Hz) | **383** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Rammen | **Diesel- & Freifallhammer** (E < 6 kNm) | **98** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Rammen | **Hydraulikramme** (E < 6 kNm) | **185** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Bohren | **Bohrgerät für den Verbau** | **52** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Verdichten | **Hochfrequenz-Vibrationsplatte** (G < 0,2 to; f > 65 Hz) | **42** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Verdichten | **Hochfrequenz-Vibrationsplatte** (G < 0,5 to; f > 65 Hz) | **66** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| Verdichten | **Vibrationsplatte / -walze** (G < 1 to) | **187** | 0,14 | 240 | 2,0 | 0,07 |
| | **Gleisstopfen** | **30** | 0,30 | 15 | 0,1 | 0,04 |
| | Grenz- bzw. Anhaltswerte: | | 0,3 | | | 0,07 |

**Tabelle 5-4: Mindestabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN4150-2 (Belästigung nachts - Mischgebiet)**

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

# 6 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Erschütterungsprognose können, bezogen auf die vorhandene Bausubstanz im Umfeld der Baustelle, wie folgt zusammengefasst werden:

Kritische erschütterungsintensive Arbeitsvorgänge auf dem Baufeld sind vor allem Verbau- und Verdichtungsarbeiten. Auf Grund des teilweise geringen Abstandes der **Gebäude 1 bis 15** sind diese vor Baubeginn visuell beweiszusichern.

| Gebäude Nr. | Anschrift |
|---|---|
| **Gebäude 1** | Bahnhofstraße 2, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 2** | Nebengebäude zu Bahnhofstraße 2, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 3** | Nebengebäude zu Bahnhofstraße 2, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 4** | Nebengebäude zu Bahnhofstraße 2, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 5** | Nebengebäude zu Bahnhofstraße 2, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 6** | zugehörig zu Robert-Bosch-Straße 16, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 7** | zugehörig zu Robert-Bosch-Straße 16, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 8** | zugehörig zu Robert-Bosch-Straße 16, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 9** | Röhmstraße 6, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 10** | Georg-Hogen-Ring 2, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 11** | Georg-Hogen-Ring 2, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 12** | Georg-Hogen-Ring 2, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 13** | Bahnhofstraße 23, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 14** | Bahnhofstraße 27, 89407 Dillingen an der Donau |
| **Gebäude 15** | Große Allee 29, 89407 Dillingen an der Donau |

**Tabelle 6-1: Auflistung der Gebäude für die visuelle Beweissicherung**

Zusätzlich sind **Gebäude 1** (Bahnhofstraße 2) und zusätzlich das jeweils zur Baumaßnahme nächstgelegene Gebäude während erschütterungsintensiver Arbeiten messtechnisch nach DIN4150-3 zu überwachen.

Auf Grund der Lage des Bahnhofs-Gebäudes 1 ist in diesem Gebäude während Erschütterungsintensiver Arbeiten mit einer erheblichen Belästigung (gem. DIN4150-2) der dort befindlichen Personen zu rechnen.

**Die bei den Arbeiten einsetzbaren Geräte sind in Abschnitt 5.1 beschrieben.**

Der Einsatz anderer bzw. größerer Geräte ist messtechnisch vor Ort anhand der Überwachungsmessungen zu prüfen (gem. DIN4150, Teil 2 und Teil 3).

Generell sind die erschütterungsintensiven Arbeiten (u.a. Verbau, Verdichten) tagsüber (6-22 Uhr) durchzuführen. Sind aus baubetrieblichen Gründen nächtliche, erschütterungsintensive Arbeiten

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx

nicht zu vermeiden, können erhebliche Belästigungen infolge dieser Tätigkeiten nicht ausgeschlossen werden. Ggf. sind den Betroffenen in diesem Fall Übernachtungsalternativen anzubieten.

Auf jeden Fall sind die direkten Anwohner rechtzeitig und umfangreich über die geplanten Bauaktivitäten und den zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen zu informieren. Bei Beschwerden der Anwohner über Erschütterungsbelästigungen ist den Hinweisen direkt nachzugehen und ggf. eine messtechnische Überprüfung durch einen Sachverständigen durchführen zu lassen.

Der Bauunternehmer ist darauf hinzuweisen, dass er die Verantwortung über Schäden an den umliegenden Gebäuden trägt und dementsprechend das Bauverfahren durch z.B. folgende Maßnahmen anpassen muss, um Schäden zu vermeiden:

- Geeignete Auswahl der Baugeräte
- Ausreichender Abstand des eingesetzten Gerätes zum Bauwerk.

---------- Ende des Berichts ----------

30-10622-01-D1_RevA BF Dillingen.docx