

Erschütterungstechnische Untersuchung

Neubau SÜ Wallstraßenbrücke in Ulm

Baubedingte Immissionen

Bericht Nr. 730-6861\_Bauerschütterungen

im Auftrag der

Stadt Ulm

89073 Ulm

München, im Dezember 2022

## Erschütterungstechnische Untersuchung

Neubau SÜ Wallstraßenbrücke in Ulm

Baubedingte Immissionen

**Bericht-Nr.:** 730-6861\_Bauerschütterungen

**Datum:** 14.12.2022

**Auftraggeber:** Stadt Ulm  
Fachbereich Stadtentwicklung, Bau und Umwelt  
Herrn Gerhard Fraidel  
Münchner Straße 1  
89073 Ulm

**Auftragnehmer:** Möhler + Partner Ingenieure AG  
Beratung in Schallschutz + Bauphysik  
Landaubogen 10  
D-81373 München  
T + 49 89 544 217 - 0  
F + 49 89 544 217 - 99  
[www.mopa.de](http://www.mopa.de)  
[info@mopa.de](mailto:info@mopa.de)

**Bearbeiter:** Dipl.-Ing. (FH) Alexander Mundschedel  
Ramona Götz, B.Sc.

## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Zusammenfassung.....  | 7  |
| 1. Aufgabenstellung .....   | 8  |
| 2. Örtliche Gegebenheiten .....   | 8  |
| 3. Grundlagen.....  | 10 |
| 3.1 DIN 4150.....   | 11 |
| 4. Baubetriebsablauf.....   | 14 |
| 5. Bauerschütterungen .....   | 15 |
| 5.1 Erschütterungsprognose.....   | 15 |
| 5.2 Maßgebliche Immissionsorte.....   | 16 |
| 5.3 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden.....                    | 17 |
| 5.4 Maßnahmen zur Minderung der Belästigung von Erschütterungsimmissionen ..... | 19 |
| 5.5 Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen .....                       | 20 |
| 6. Anlagen .....  | 22 |

## Tabellenverzeichnis

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| <b>Tabelle 1:</b> | Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2.....                      | 12 |
| <b>Tabelle 2:</b> | Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{l,max}$ zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen nach DIN 4150-3, Tabelle 4..... | 13 |

## Abbildungsverzeichnis

|                     |   |    |
|---------------------|---|----|
| <b>Abbildung 1:</b> | Übersichtslageplan Neubau der B10 Wallstraßenbrücke .....                       | 9  |
| <b>Abbildung 2:</b> | Flächennutzungsplan der Stadt Ulm im Bereich der B10 Wallstraßenbrücke [6] .... | 9  |
| <b>Abbildung 3:</b> | Kulturdenkmale gemäß DSchG, Bundes- und Reichsfestung Ulm [22] .....            | 10 |
| <b>Abbildung 4:</b> | Abnahmefunktion für die erschütterungsrelevanten Arbeiten .....                 | 16 |

## Grundlagenverzeichnis

- [1] Sachdarstellung „Erneuerung Bauwerke B 10 – Umbau Blaubeurer Tor Ring und Ersatzneubau Wallstraßenbrücke“, Stand 11.08.2022
- [2] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BIm-SchG), in der aktuellen Fassung
- [3] Bebauungsplan Stadt Ulm, Stadtteil Westen „Blaubeurer Tor - Banzenmacherstraße“, Stand 18.09.1980
- [4] Bebauungsplan der Stadt Ulm, Stadtteil Eselsberg, vorhabenbezogener Bebauungsplan „Mähringer Weg 3“, Stand 15.01.2009
- [5] Bebauungsplan der Stadt Ulm, Stadtteil Westen, vorhabenbezogener Bebauungsplan „Nördliches Dichterviertel – Teil I Kleiststraße“ vom 25.02.2016
- [6] Digitaler Flächennutzungsplan der Stadt Ulm, Flächennutzungsplan Nachbarschaftsverband Ulm (<https://www.vianovis.net/nachbarschaftsverband-ulm/>), zuletzt aufgerufen am 20.10.2022
- [7] IMMI Version 2020 [488], EDV-Programm zur Schallimmissionsprognose, Wölfel Engineering GmbH + Co. KG
- [8] Ortsbesichtigung durch Möhler + Partner Ingenieure AG am 31.08.2022
- [9] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO)
- [10] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [11] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [12] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [13] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013
- [14] Bautechnik, Leit-, Signal- und Telekommunikationstechnik, Grundlagen des Oberbaus, Erschütterungen und sekundärer Luftschall. DB AG – Richtlinien 820.2050 bzw. 820.2050A01 bis 820.2050A06, gültig ab 15.09.2017
- [15] Taschenbuch der Technischen Akustik, 3., erweiterte und überarbeitete Auflage, G. Müller et. al., Springer Berlin 2004

- [16] Abbruchkonzept Wallstraßenbrücke, „Bauwerk B10 – Ersatzneubau Wallstraßenbrücke und Brücke über Blaubeurer Tor“, Bauherr Stadt Ulm, Ingenieurbüro Thomas Hill, Bauvorlageberechtigter (BVB) im Ingenieur- und Oberbau nach VV-Bau für die Eisenbahn des Bundes, Stand 18.11.2022
- [17] Schalltechnische Untersuchung, Neubau SÜ Wallstraßenbrücke in Ulm, Baubedingte Immissionen, Bericht Nr. 730-6861\_Baulärm, Möhler + Partner Ingenieure AG, München, 12.12.2022
- [18] Übersichtsplan Wallstraßenbrücke, Draufsicht mit Umgebung, Plan-Nr. 0114\_GES\_FMA\_02\_GR\_0002\_VA, Stand 07.10.2022
- [19] Angaben zu den Brückenachsen, Untersuchungsübersichtsplan Wallstraßenbrücke in Ulm, Bw. Nr. 665.601, BKSD – GmbH Brücken Kontroll- und Sanierungs- Dienst Tübingen, Stand Februar 1993
- [20] Angebotsanfrage vom 13.07.2022 hinsichtlich des Neubaus der SÜ Wallstraßenbrücke im Zuge der B10
- [21] Besprechungen hinsichtlich des Neubaus der SÜ Wallstraßenbrücke im Zuge der B10 am 23.11.2022, 05.12.2022 und 07.12.2022
- [22] Liste der Kulturdenkmale in Baden-Württemberg Teil A1, Begründung der Denkmaleigenschaft, Bundes- und Reichsfestung Ulm (Sachgesamtheit), Landesamt für Denkmalpflege, Stand 13.08.2012

## Zusammenfassung

Im Zuge der Ortsdurchfahrt der Bundesstraße B10 durch die Stadt Ulm ist die SÜ Wallstraßenbrücke neu zu bauen. Für das Vorhaben wurde eine erschütterungstechnische Untersuchung durchgeführt, welche die baubedingten Erschütterungsimmissionen zum Neubau der SÜ Wallstraßenbrücke in der Nachbarschaft prognostiziert und nach DIN 4150 beurteilt. Die Untersuchung kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Während der erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten sind für die nächstgelegenen Gebäude mit Wohn- bzw. Büronutzung keine potenziellen Betroffenheiten im Sinne von erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden durch Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2 zu erwarten.
- Für die Gebäude mit gewerblicher Nutzung Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt und Blaubeurer Straße 10, Einkaufsmarkt (Ikea) sind mögliche Betroffenheiten im Sinne von erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden durch Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2 nicht auszuschließen. Hier ist aufgrund der Art der Nutzung auch bei einer Überschreitung der Anhaltswerte davon auszugehen, dass noch keine erhebliche Belästigung vorliegt. Somit erscheinen die Erschütterungsimmissionen bei den beiden Gebäuden zumutbar.
- Im Bereich der beiden Gebäude sollte eine Reduzierung der durchschnittlichen Dauer der Erschütterungseinwirkungen insbesondere bei den Abbrucharbeiten angestrebt werden.
- Zur Minderung einer möglichen Belästigung durch Bauerschütterungen sollte eine umfassende Information der Nachbarschaft im Vorfeld der Baumaßnahmen (insbesondere über die Art, Umfang, Dauer und die zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen aus erschütterungsintensiven Bautätigkeiten) durchgeführt werden.
- Während der erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten sind etwaige Schäden an Gebäude oder Bauwerken im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes durch Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-3 nicht auszuschließen.
- Daher sollten soweit als möglich erschütterungsärmere Bauverfahren verwendet werden. Weiterhin werden hinsichtlich der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen Bauwerksüberwachungen im Sinne einer genauen Beobachtung empfohlen. Ergänzend können Überwachungsmessungen durchgeführt werden.
- Gebäudetechnische Beweissicherungen an den nächstgelegenen Gebäuden und Bauwerken werden zur Dokumentation vorhandener Vorschädigungen und zur späteren Abwehr von Schadensersatzansprüchen empfohlen.

## 1. Aufgabenstellung

Im Zuge der Ortsdurchfahrt der Bundesstraße B10 durch die Stadt Ulm ist die Wallstraßenbrücke neu zu bauen. Aufgrund des Zustands und der Restnutzungsdauer des Bestandsbauwerks ist ein Neubau vorgesehen. Für das Bauvorhaben soll ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt werden, da die Brücke u.a. mehrere Gleise der Deutschen Bahn überspannt.

Für die Baumaßnahmen sind schall- und erschütterungstechnische Untersuchungen zu den Immissionen aus dem Baubetrieb zu erstellen (Baulärm- und Bauerschütterungsprognose). Auf Grundlage einer Bauablaufplanung, Aussagen über den Einsatz und die Art der verwendeten Baumaschinen sowie der Kenntnis der Einsatzzeiten soll eine schall- und erschütterungstechnische Untersuchung zur Prognose der zu erwartenden baubedingten Schall- und Erschütterungsimmissionen in der Nachbarschaft erstellt werden.

Als Ergebnis der Untersuchungen werden die Gebiete mit möglichen Betroffenheiten in der Nachbarschaft dargestellt. Ggf. sind Maßnahmen zum Schutz der Betroffenen vorzuschlagen.

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG am 10.08.2022 von der Stadt Ulm beauftragt.

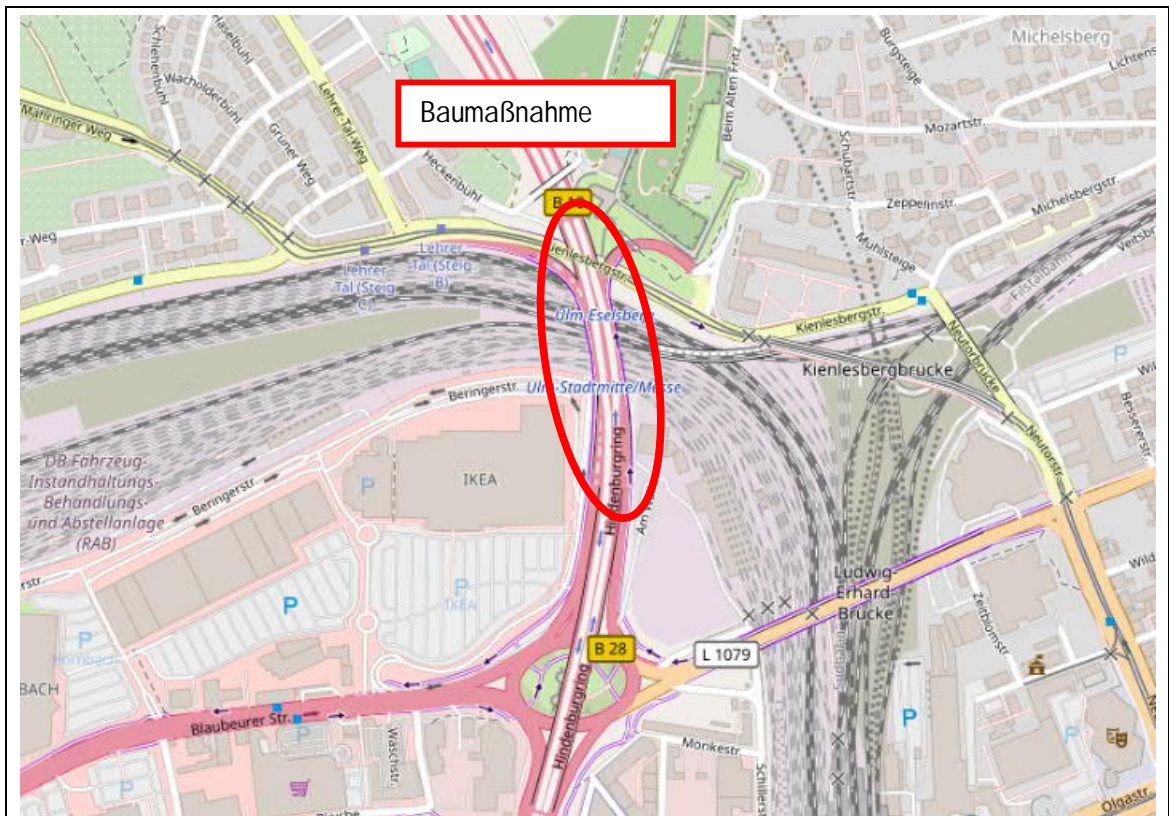
## 2. Örtliche Gegebenheiten

Die B10 Wallstraßenbrücke befindet sich nordwestlich des Stadtkerns Ulm. Im Verlauf von Nord nach Süd führt die Brücke unter anderem direkt über eine Gleisanlage der Deutschen Bahn und das Blaubeurer Tor (vgl. Abbildung 1). Laut Flächennutzungsplan [6] der Stadt Ulm befinden sich die Gleisanlagen auf einer Gemeinbedarfsfläche (vgl. Abbildung 2). Direkt östlich der Brücke befindet sich ein Mischgebiet sowie eine Gemeinbedarfsfläche auf der sich die DB Regio AG befindet. Südlich liegt das Blaubeurer Tor, welches lt. Flächennutzungsplan von gewerblicher Baufläche, gemischte Baufläche und einer Wohnbaufläche umgeben ist. Am südlichen Ende der Brücke befindet sich ein Gewerbegebiet (GE) welches durch den Bebauungsplan „Blaubeurer Tor - Banzenmacherstraße“ [3] festgesetzt ist. Im Westen befindet sich eine Sonderbaufläche mit großflächigem Einzelhandel und Fachmärkten. Nordwestlich der Wallstraßenbrücke ist ein Allgemeines Wohngebiet (WA) durch den Bebauungsplan der Stadt Ulm [4] festgesetzt. Am Nördlichen Ende der Brücke befindet sich lt. Flächennutzungsplan eine Grünfläche und Wohnbaufläche.

Der Geländeverlauf im Umgriff des Plangebiets wurde durch ein digitales Geländemodell (DGM) berücksichtigt.

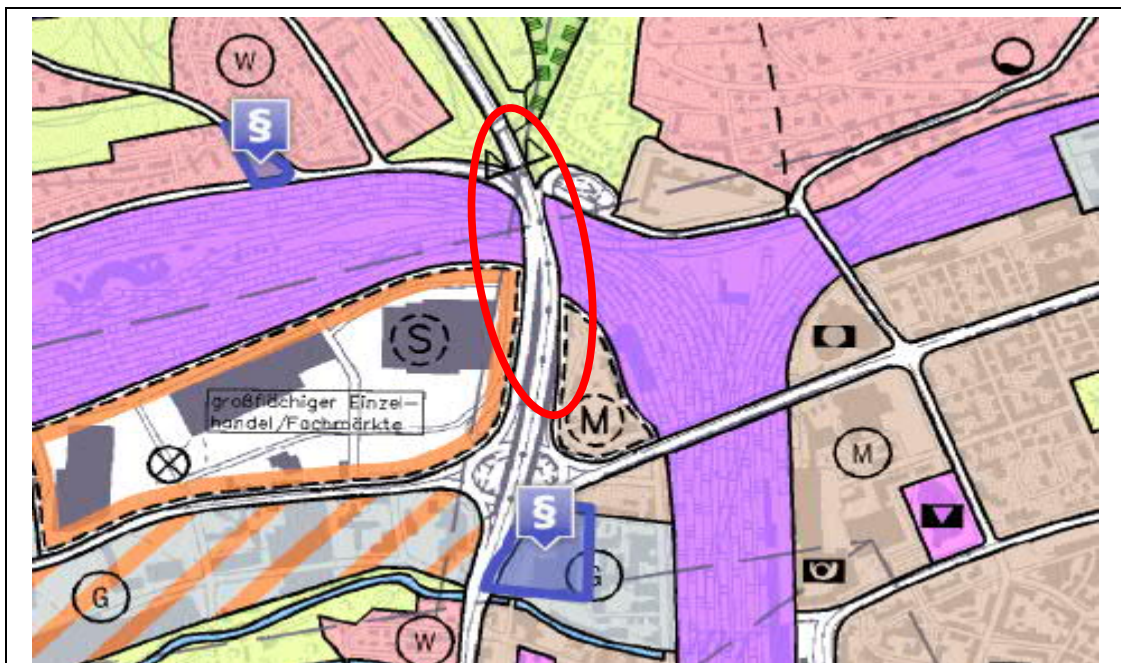
Die örtlichen Gegebenheiten sind in nachfolgender Abbildung dargestellt und können dem Lageplan in Anlage 1 entnommen werden:





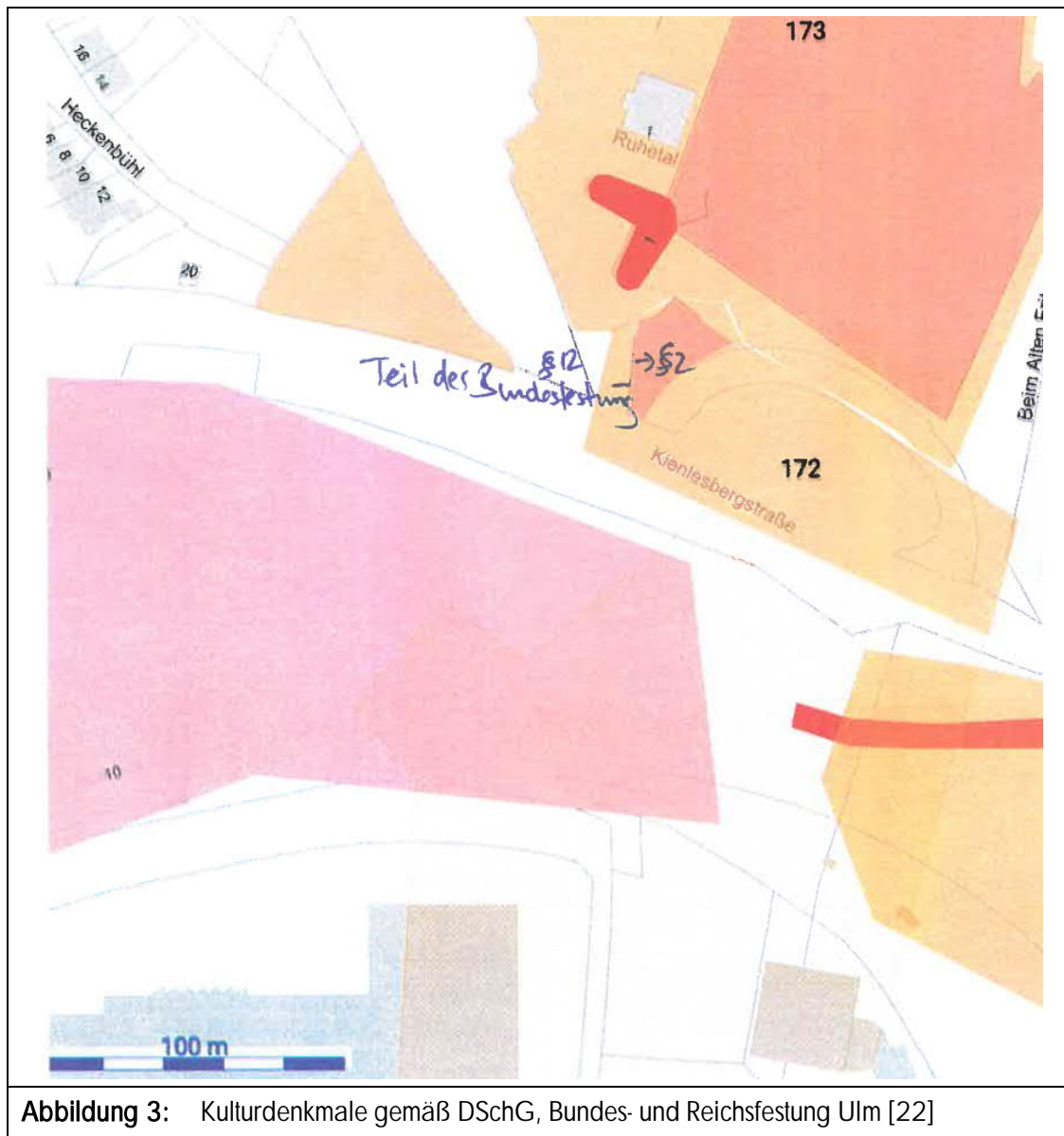
**Abbildung 1:** Übersichtslageplan Neubau der B10 Wallstraßenbrücke

Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan:



**Abbildung 2:** Flächennutzungsplan der Stadt Ulm im Bereich der B10 Wallstraßenbrücke [6]

Im Bereich der Baumaßnahme befinden sich auch unter Denkmalschutz stehende Gebäude und Bauwerke, insbesondere der Bundesfestung Ulm, wie nachfolgende Abbildung zeigt [22]:



**Abbildung 3:** Kulturdenkmale gemäß DSchG, Bundes- und Reichsfestung Ulm [22]

### 3. Grundlagen

Baustellen gelten nach § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes BImSchG [2] als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Nach BImSchG wird vom Betreiber gefordert, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, und dass unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

### 3.1 DIN 4150

Es existieren zurzeit keine gesetzlichen Regelungen zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen bzw. auf bauliche Anlagen. In einschlägigen Sachverständigenäußerungen werden jedoch Beurteilungsmaßstäbe zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen beschrieben. Die Bewertung der Erheblichkeit von Belästigungen bzw. Nachteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne des BImSchG [2] ist daher anhand von Regelwerken sachverständiger Organisationen oder von einzelfallbezogenen Gutachten vorzunehmen, wobei die Normenreihen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ [10], [11], [12] als antizipierte Sachverständigengutachten zur Konkretisierung des Begriffs der schädlichen Umwelteinwirkung herangezogen werden.

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150-2 [11]. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150-3 [12]. Dabei nennt die Norm Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes zu erwarten sind.

#### 3.1.1 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung für Erschütterungseinwirkungen erfolgt nach DIN 4150, Teil 2 [11] durch Vergleich der Schwingstärken  $KB_r$  mit den entsprechenden Anhaltswerten  $A$ . Bei der Einhaltung der Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen selten auftretenden und nur kurzzeitigen Einwirkungen einerseits und häufigen Einwirkungen andererseits. Entsprechend Punkt 6.5.1 der DIN 4150-2 sind bis zu drei Ereignisse je Tag als selten einzustufen. Aufgrund der Erregerquellen beim Baubetrieb ist im vorliegenden Fall grundsätzlich von häufigen Einwirkungen auszugehen.

Die Beurteilung nach DIN 4150-2 [11] erfolgt nach folgender Vorgehensweise:

- Ist (die maximale bewertete Schwingstärke)  $KB_{rmax}$  kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert  $A_u$ , dann sind die Anforderungen der Norm eingehalten.
- Ist  $KB_{rmax}$  größer als der (obere) Anhaltswert  $A_o$ , dann sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.
- Ist  $KB_{rmax}$  größer als der (untere) Anhaltswert  $A_u$  und (die Beurteilungs-Schwingstärke)  $KB_{rtr}$  kleiner oder gleich dem Anhaltswert (zum Vergleich mit Beurteilungsschwingstärken)  $A$ , sind die erschütterungstechnischen Anforderungen ebenfalls eingehalten.

Das beschriebene Verfahren ist dabei grundsätzlich bei allen Arten von Erschütterungseinwirkungen anzuwenden, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Anhaltswerte nicht schematisch anzuwenden sind und eine Beurteilung im Einzelfall zu erfolgen hat. Dabei ist im Einzelfall zu prüfen, ob die

entsprechenden Werte aufgrund von Art, Ausmaß und Dauer der Erschütterungseinwirkungen geeignet sind, deren Erheblichkeit und Zumutbarkeit sachgerecht zu beurteilen.

### 3.1.2 Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen

In der DIN 4150, Teil 3 [12] werden Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung keine Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes zu erwarten sind.

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen. Dabei werden als Dauererschütterungen jene Einwirkungen bezeichnet, bei denen die Definition von kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft. Entsprechend Punkt 3.4 der DIN 4150-3 gelten Erschütterungen als kurzzeitig, wenn sie für jedes Ereignis höchstens wenige Sekunden andauern und keine Materialermüdungen oder Resonanzerscheinungen in den betroffenen Strukturen erzeugen.

Bei der Beurteilung nach der DIN 4150-3 werden die maximalen Schwinggeschwindigkeiten  $v_{l,max}$  mit den Anhaltswerten verglichen. Bei den bautypischen Erregerquellen für Erschütterungen, z.B. Rammarbeiten, ist vom Belastungsfall durch Dauererschütterungen auszugehen.

Werden die Anhaltswerte eingehalten oder unterschritten, ist davon auszugehen, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG vorliegen.

### 3.1.3 Anhaltswerte zur Beurteilung

Bei der Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen sind tags (6:00 Uhr bis 22:00 Uhr) die durch den Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungen nach den nachfolgend dargestellten Anhaltswerten der Tabelle 2 in der DIN 4150-2 gebietsunabhängig zu bewerten.

| <b>Tabelle 1:</b> Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2 |                  |          |          |                                |          |          |                                 |          |          |
|--|------------------|----------|----------|--------------------------------|----------|----------|---------------------------------|----------|----------|
| <b>Dauer</b>   | <b>D ≤ 1 Tag</b> |          |          | <b>6 Tage &lt; D ≤ 26 Tage</b> |          |          | <b>26 Tage &lt; D ≤ 78 Tage</b> |          |          |
| <b>Spalte</b>  | <b>1</b>         | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b>                       | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b>                        | <b>8</b> | <b>9</b> |
| Anhaltswerte   | $A_u$            | $A_o^*)$ | $A_r$    | $A_u$                          | $A_o^*)$ | $A_r$    | $A_u$                           | $A_o^*)$ | $A_r$    |
| Stufe 1  | 0,8              | 5        | 0,4      | 0,4                            | 5        | 0,3      | 0,3                             | 5        | 0,2      |
| Stufe 2  | 1,2              | 5        | 0,8      | 0,8                            | 5        | 0,6      | 0,6                             | 5        | 0,4      |
| Stufe 3  | 1,6              | 5        | 1,2      | 1,2                            | 5        | 1,0      | 0,8                             | 5        | 0,6      |
| *) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_o=6$  |                  |          |          |                                |          |          |                                 |          |          |

Die jeweiligen Stufen beschreiben den Grad einer potenziellen Belästigung und stellen die Basis für Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen dar.

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkung in der Tabelle 2 der DIN 4150-2 ist die Anzahl von Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten. Tage mit Erschütterungseinwirkungen, die unter diesen Anhaltswerten liegen, sind nicht mitzuzählen. Liegt die Dauer der

Erschütterungseinwirkungen im Zeitraum zwischen 2 und 6 Tagen werden die Anhaltswerte entsprechend interpoliert.

Bei der Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen sind für Dauererschütterungen in Abhängigkeit von der Gebäudeart die nachfolgend dargestellten Anhaltswerte der Tabelle 4 in der DIN 4150-3 heranzuziehen.

| <b>Tabelle 2:</b> Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i,max}$ zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen nach DIN 4150-3, Tabelle 4 |   |  |                                   |
|---|---|--|-----------------------------------|
| Zeile   | Gebäudeart  | Anhaltswerte für $v_{i,max}$ in 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 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind | 2,5  | 10 <sup>a</sup>                   |

<sup>a</sup> Unterabschnitt 6.1.2 der DIN 4150-3 ist zu beachten (d.h. einzelfallabhängig)

### 3.1.4 Prognosemodell

Bei der Ausbreitung von Erschütterungen von der Quelle zum Einwirkungsort können die drei Teilbereiche Emission, Transmission und Immission unterschieden werden.

In Anlehnung an diese Teilbereiche erfolgt die Prognose von Erschütterungen grundsätzlich gemäß folgender Gleichung:

$$L_{v,Raum}(f) = L_E(f) + \Delta L_B(f) + \Delta L_G(f) + \Delta L_M(f)$$

mit:

|                 |   |
|-----------------|---|
| $L_{v,Raum}(f)$ | Terzschnellespektrum des Körperschalls am betrachteten Immissionsort    |
| $L_E(f)$        | Terzschnellespektrum der Erschütterungen am Emissionsort                |
| $\Delta L_B(f)$ | baugrund- und abstandsbedingte Erschütterungsabnahme (Transmissionsweg) |
| $\Delta L_G(f)$ | gebäudespezifische Übertragungsfunktion am Immissionsort                |
| $\Delta L_M(f)$ | Summe der Einfügedämmung schwingungsmindernder Maßnahmen                |



Die Prognoseformel entspricht auch den Empfehlungen der VDI 3837 [13].

Aus den Terzschnellespektren am Immissionsort können im Weiteren die relevanten Beurteilungsgrößen gemäß DIN 4150 abgeschätzt werden.

Bei baubedingten Erschütterungen können vor der Baumaßnahme grundsätzlich sog. „in situ“ Messungen durchgeführt werden bzw. es kann auf Angaben in der einschlägigen Literatur oder auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden. Die tatsächliche Höhe der Erschütterungsemissionen verschiedener Baugeräte hängt von einer Vielzahl von verschiedenen Parametern (Werkzeugzustand, Untergrundbeschaffenheit, eingesetztes Material, etc.) ab, weshalb im Rahmen von Literaturdaten nur grobe pauschale Annahmen getroffen werden können. Die Einwirkdauer bzw. die Einwirkzeit von Erschütterungsemissionen können dabei aus Angaben zum geplanten Baubetriebsablauf entnommen werden.

Die Erschütterungen werden auf ihrem Ausbreitungsweg zwischen Erschütterungsquelle und Einwirkungsort in Abhängigkeit von der Entfernung im Allgemeinen reduziert. Verantwortlich hierfür ist die Amplitudenabnahme auf Grund der Geometrie und der Materialdämpfung des Erdreichs, sowie die komplexen Wellenausbreitungsbedingungen im Erdreich.

Die Anregung des Gebäudes wird i. d. R. mit überhöhten Schwingschnellen auf den Geschossdecken beantwortet. Die durch Resonanz bei den Eigenfrequenzen der Decken auftretenden Vergrößerungsfaktoren hängen insbesondere auch vom zeitlichen Verlauf (harmonisch/stationär oder impulsförmig) der Schwingungen ab.

Im vorliegenden Fall werden im Rahmen der Prognose die Emissionsparameter und die immissionsseitige Übertragung der Erschütterungen vom Erdreich ins Gebäude anhand von statistisch ermittelten Gebäudeübertragungsfunktionen gemäß Literaturangaben [14], [15] angesetzt.

#### 4. Baubetriebsablauf

Für den geplanten Neubau der SÜ Wallstraßenbrücke in Ulm wurde folgender Bauablauf zugrunde gelegt [16], [19] - [21]. Grundsätzlich ist der Neubau der SÜ Wallstraßenbrücke in zwei wesentliche Bauabschnitte unterteilt, den Rückbau und den eigentlichen Neubau. Diese gliedern sich dann in mehrere Bauphasen:

Bauphase 1: Einrichtung der Baustelle

Bauphase 2: Leichtern der Brücke

Bauphase 3: Abbruch der Randfelder

Bauphase 4: Abbruch Überbau und Pfeiler

Bauphase 5: Rückbau der Widerlager

Bauphase 6: Herstellung Stützen und Widerlager

Bauphase 7: Herstellung Überbauten im Taktkeller und Vershub

## Bauphase 8: Vervollständigung Überbau

## Bauphase 9: Herstellung der Rampen

Die genannten Bauphasen werden zuerst für den westlichen Überbau durchgeführt und anschließend für den östlichen Brückenüberbau.

Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten sind abhängig von den eingesetzten Geräten und Verfahren und können daher auch mehrfach auftreten. Im vorliegenden Fall werden beim Rückbau für mögliche Erschütterungsimmissionen die Abbrucharbeiten mit Abrisszange (Betonschere) sowie Abbrucharbeiten mit Abbruchmeißel, welche dort zum Einsatz kommen können, wo der Einsatz der Abrisszange nicht möglich ist, als maßgebend angesehen. Beim Neubau werden für mögliche Erschütterungsimmissionen die Herstellung der Bohrpfähle, Rammarbeiten zur Herstellung einer Spundwand, welche dort zum Einsatz kommen können, wo die Herstellung der Bohrpfähle nicht möglich ist, sowie Verdichtungsarbeiten als maßgebend angesehen. Die Herstellung von Rüttelstopfsäulen wird aufgrund des Bauverfahrens aus erschütterungstechnischer Sicht wie die Herstellung der Bohrpfähle angesehen. Bei den übrigen Bautätigkeiten einschließlich dem Leichtern der Brücke und dem Abbruch Überbau und Pfeiler mit Sägen ist von geringeren Erschütterungen auszugehen.

Arbeiten während des Nachtzeitraums (22–6 Uhr) sind in der Bauphase 2 (Leichtern der Brücke) und Bauphase 4 (Abbruch Überbau) geplant. Dabei sind keine erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten vorgesehen. In den restlichen Bauphasen kann davon ausgegangen werden, dass die Bautätigkeiten tagsüber (6–22 Uhr) stattfinden.

Die Baumaßnahmen sind von Beginn 2026 bis Ende 2029 während einer Dauer von insgesamt 4 Jahren vorgesehen. Hinsichtlich der Dauer der erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten ist davon auszugehen, dass im Bereich der Bebauung in der Nachbarschaft die Dauer der Erschütterungseinwirkung entsprechend Tabelle 2 der DIN 4150-2 jeweils zwischen 26 und 78 Tagen liegt.

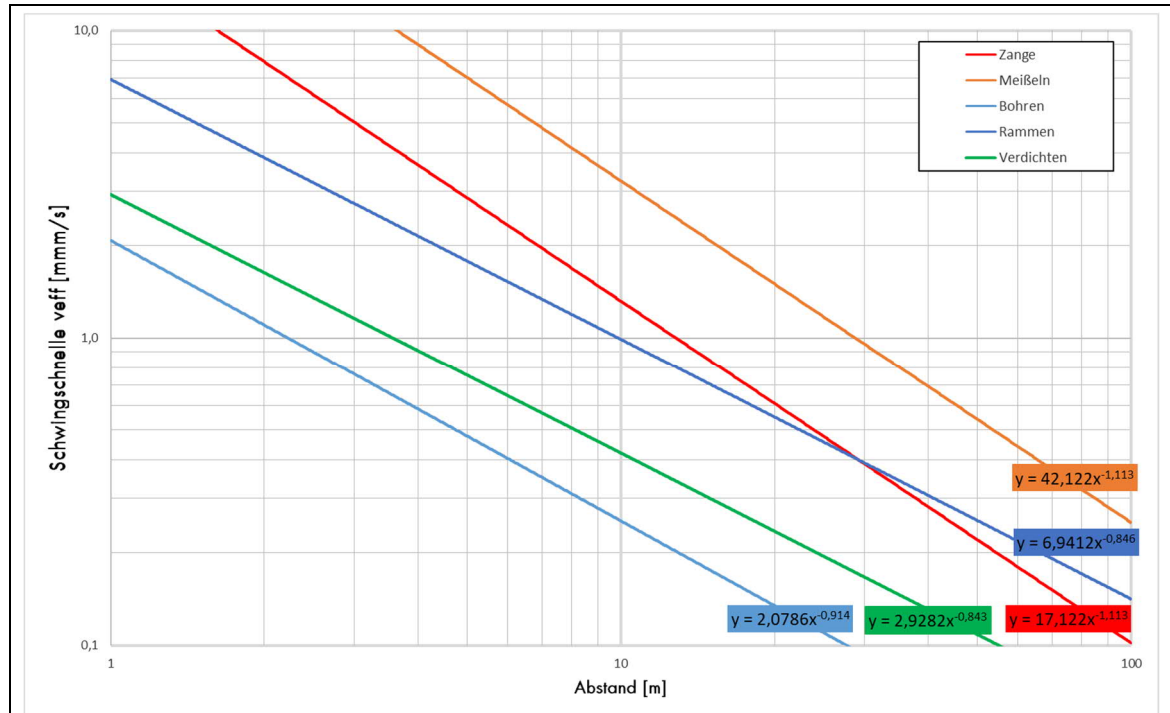
## 5. Bauerschütterungen

### 5.1 Erschütterungsprognose

Im vorliegenden Fall werden für mögliche Erschütterungsimmissionen folgende Bautätigkeiten für mögliche Erschütterungsimmissionen als maßgebend angesehen:

- Abbrucharbeiten mit Abrisszange (Betonschere)
- Abbrucharbeiten mit Abbruchmeißel
- Herstellung der Bohrpfähle mit Großbohrgerät
- Rammarbeiten zur Herstellung einer Spundwand mit Vibrationsramme
- Verdichtungsarbeiten mit Rüttelplatte o. vglb.

Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten durch Erschütterungen abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben über die zu erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben [15] herangezogen, vgl. nachfolgendes Diagramm:



**Abbildung 4:** Abnahmefunktion für die erschütterungsrelevanten Arbeiten

Die Ausbreitung wird gem. DIN 4150-1 [10] abgeschätzt. Im vorliegenden Fall steht dabei im Nordteil der Brücke der Felshorizont relativ dicht unterhalb der Geländeoberkante an [1],[18]. Die Ermittlung der Übertragungsfunktion (Deckenüberhöhung) bei der Immissionsberechnung der Gebäude erfolgt unter der Annahme ungünstiger Resonanzeffekte von im Hausbau typischen Deckenkonstruktionen [14].

## 5.2 Maßgebliche Immissionsorte

Um die Einwirkungen der Bauerschütterungen in der Nachbarschaft beurteilen zu können, werden die maßgeblichen Immissionsorte in der Nachbarschaft betrachtet.

Hierzu werden als nächstgelegenen schutzbedürftige Gebäude mit Wohn- bzw. Büronutzung die Immissionsorte IO-02 (Lehrer Tal Weg 4), IO-03 (Heckenbühl 12) und IO-09 (Beim Alten Fritz 2) aus der schalltechnischen Untersuchung [17] herangezogen. Weiterhin werden die Immissionsorte mit gewerblicher Nutzung IO-11 (Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt) und IO-12 (Blaubeurer Straße 10, Einkaufsmarkt (Ikea)) wegen der Nähe zur Baumaßnahme berücksichtigt.

Schließlich werden zusätzlich noch die beiden Bauwerke der Bundesfestung Ulm Contregarde des Kienlesberg-Kernwerks Werk IX und Bastion am Kienlesberg Werk X aufgrund des Denkmalschutzes [22] hinsichtlich der Einwirkungen auf bauliche Anlagen betrachtet. Insbesondere die Contregarde



liegt faktisch direkt an der nordöstlichen Rampe bzw. dem nordöstlichen Widerlager, für die rechnerische Prognose wurde hier ein Abstand von 1 m angesetzt. Als unter Denkmalschutz stehende Bauwerke können sie als besonders empfindliche Bauten gemäß DIN 4150-3 [12] betrachtet werden, andererseits ist davon auszugehen, dass bei Festungsbauwerken keine besondere Erschütterungsempfindlichkeit vorliegt.

Die örtliche Lage der einzelnen Immissionsorte ist in Anlage 1 dargestellt, die minimalen Abstände zur nächstgelegenen Erschütterungsquelle sind in Anlage 2 angegeben.

### 5.3 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Für die nächstgelegenen Gebäude mit Wohn- bzw. Büronutzung IO-02, IO-03 und IO-09 sind tagsüber keine potenziellen Betroffenheiten durch Erschütterungseinwirkungen auf Menschen (nach DIN 4150-2) zu erwarten.

Die höchsten Erschütterungsemissionen treten bei den Abbrucharbeiten mit Abbruchmeißel auf. Durch die resultierenden Erschütterungsimmissionen können hierbei tagsüber Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2, Stufe 2 – bei welcher mit Vorinformation der Nachbarschaft noch nicht mit erheblichen Belästigungen durch Erschütterungsimmissionen zu rechnen ist – innerhalb eines Abstands zur Erschütterungsquelle von ca. 47 m auftreten, sofern zwischen dem Ort der Krafteinleitung und dem nächstgelegenen Immissionsort keine lokalen Schwingungsbrücken bestehen (bspw. Festgesteinsschichten usw.). Selbst Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2, Stufe 1 – bei welcher auch ohne Information der Nachbarschaft noch nicht mit erheblichen Belästigungen durch Erschütterungsimmissionen zu rechnen ist – treten innerhalb eines Abstands zur Erschütterungsquelle von ca. 58 m nicht auf.

Aufgrund der Arbeiten ist bei den Abbrucharbeiten davon auszugehen, dass die Dauer der Erschütterungseinwirkung in der Nachbarschaft entsprechend Tabelle 2 der DIN 4150-2 nicht über 26 Tagen liegt. Damit verringert sich der genannte Abstand für Stufe 2 auf ca. 40 m. Innerhalb dieser Abstände befinden sich keine schutzbedürftigen Gebäude mit Wohn- bzw. Büronutzung, diese liegen in einem Abstand zur nächstgelegenen Erschütterungsquelle von ca. 60 m oder mehr. Auch mit den zwangsläufig vorhandenen allgemeinen Ungenauigkeiten bezüglich des Untergrunds liegt die Abschätzung somit auf der sicheren Seite.

Bei den anderen erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten sind die Abstände, in denen mögliche Überschreitungen der Anhaltswerte auftreten können, wesentlich geringer. Bei diesen Bautätigkeiten können also Betroffenheiten durch Erschütterungsimmissionen ebenfalls ausgeschlossen werden.

Somit liegen für die Gebäude mit Wohn- bzw. Büronutzung keine schädlichen Einwirkungen durch Bauerschütterungen durch die vorliegende Baumaßnahme vor.

Es sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Es wird jedoch empfohlen, zur Minderung der möglichen Belästigung im Vorfeld der Baumaßnahmen eine umfassende Information der Anwohner in direkter Nachbarschaft zur Baustelle (insbesondere über die Art, Umfang, Dauer und die zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen) durchzuführen.

Die Gebäude mit gewerblicher Nutzung IO-11 (Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt) und IO-12 (Blaubeurer Straße 10, Einkaufsmarkt (Ikea)) liegen in geringerem Abstand zu den Erschütterungsquellen. Besonders bei den Abbrucharbeiten mit i.d.R. hohe Erschütterungsemissionen können dabei hierbei tagsüber Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2, Stufe 2 nicht ausgeschlossen werden. Bei einer Dauer der Erschütterungseinwirkung bei den Abbrucharbeiten nicht über 26 Tagen liegt der Abstand zur Erschütterungsquelle, bei welchem Überschreitungen der Anhaltswerte rechnerisch auftreten können, bei ca. 40 m bei den Abbrucharbeiten mit Abbruchmeißel und bei ca. 29 m bei den Abbrucharbeiten mit Abrisszange (Betonschere).

Für das Gebäude Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt können die Anhaltswerte der Stufe 2 beim Einsatz des Abbruchmeißels auch mit einer Reduzierung der Betriebsdauer nicht eingehalten werden, beim Einsatz der Abrisszange (Betonschere) können die Anhaltswerte dann einhalten werden, wenn eine durchschnittliche Dauer von ca. 0,33 Stunden je Tag nicht überschritten wird.

Für das Gebäude Blaubeurer Straße 10, Einkaufsmarkt (Ikea) können die Anhaltswerte der Stufe 2 dann einhalten werden, wenn der Einsatz des Abbruchmeißels eine durchschnittliche Dauer von ca. 1 Stunde je Tag nicht überschreitet und beim Einsatz der Abrisszange (Betonschere) eine durchschnittliche Dauer von ca. 5 Stunden je Tag nicht überschritten wird.

Hierbei ist anzumerken, dass der Abbruchmeißel nur dort zum Einsatz kommt, wo der Einsatz der Abrisszange nicht möglich ist.

Weiterhin ist festzustellen, dass nach der Lage des Gebäudes Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt der angesetzte geringste Abstand zum Brückenbauwerk nur bei den Stützen der Achse B gegeben ist. Bei den übrigen Bauwerksteilen entsprechen die maßgebenden Abstände zu den Erschütterungsquellen denen des Gebäudes Blaubeurer Straße 10, Einkaufsmarkt (Ikea).

Bei den Verdichtungsarbeiten mit Rüttelplatte o. vglb. können tagsüber Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2, Stufe 2 innerhalb eines Abstands zur Erschütterungsquelle von ca. 11 m auftreten bei einer Dauer der Erschütterungseinwirkung nicht über 26 Tagen. Für das Gebäude Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt können die Anhaltswerte der Stufe 2 dann einhalten werden, wenn der Einsatz der Rüttelplatte eine durchschnittliche Dauer von ca. 5 Stunden je Tag nicht überschreitet.

Zunächst gilt das Beurteilungsverfahren durch Vergleich der Schwingstärken  $K_B$  mit den entsprechenden Anhaltswerten A nach DIN 4150, Teil 2 für alle Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden. Damit sollen erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden. Punkt 4 der DIN 4150-2 gibt allgemeine Hinweise zur Beurteilung der Belästigung von Menschen in Gebäuden durch Erschütterungsimmissionen:

*„Grundsätzlich sollte der Mensch in Gebäuden, insbesondere in Wohnungen, so wenig wie möglich wahrnehmbaren Erschütterungen ausgesetzt werden.*

...

*Art und Grad der individuellen Beeinträchtigung und Belästigung durch Erschütterungen hängen vom Ausmaß der Erschütterungsbelastung und deren Wechselwirkung mit individuellen Eigenschaften und situativen Bedingungen des betroffenen Menschen ab.*

...

*Von den individuellen Eigenschaften und den situativen Bedingungen sind unter anderem von Bedeutung:*

...

– der Tätigkeit während der Erschütterungsbelastung;

...

– die Erwartungshaltung in Bezug auf ungestörtes Wohnen, die unter Umständen von der Art des Wohngebietes (Wohnumfeld) abhängig ist;“

Es wird also primär auf das Vermeiden einer erheblichen Belästigung beim Wohnen abgestellt. Hierbei ist die Gewährleistung einer ausreichenden Ruhe und Erholung das vorrangige Ziel.

Bei den beiden Immissionsorten Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt und Blaubeurer Straße 10, Einkaufsmarkt (Ikea) liegen keine Nutzungen vor, welche der Ruhe und Erholung dienen. Weder die Tätigkeiten noch die Erwartungshaltung lassen erhebliche Beeinträchtigungen und Belästigungen der Menschen in den Gebäuden erwarten. Daher ist hier auch bei einer Überschreitung der Anhaltswerte davon auszugehen, dass noch keine erhebliche Belästigung vorliegt.

Weiter wird unter Punkt 4 der DIN 4150-2 ausgeführt:

*„Bei Baumaßnahmen ist insbesondere zu berücksichtigen, daß die Einwirkungen zeitlich begrenzt sind. In vielen Fällen ist es notwendig, ein Verfahren einzusetzen, welches zur Erreichung des Arbeitszieles Erschütterungen in den Baugrund einleiten muß. Daher sind für diesen Fall andere Maßstäbe hinsichtlich der Erheblichkeit und Zumutbarkeit anzulegen als bei Erschütterungseinwirkungen durch stationäre Anlagen, die grundsätzlich zeitlich unbegrenzt auf die Umgebung einwirken.“*

Auch unter diesem Gesichtspunkt ist davon auszugehen, dass eine Überschreitung der Anhaltswerte noch nicht zu einer erheblichen Belästigung führt.

Somit erscheinen die Erschütterungsimmissionen bei den beiden Gebäuden Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt und Blaubeurer Straße 10, Einkaufsmarkt (Ikea) zumutbar.

Eine umfassende Information der Nachbarschaft sollte im Vorfeld der Baumaßnahmen (insbesondere über die Art, Umfang, Dauer und die zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen) erfolgen.

Die Abschätzung der Erschütterungsimmissionen (ohne erschütterungsmindernde Maßnahmen) ist in Anlage 2 dargestellt.

#### 5.4 Maßnahmen zur Minderung der Belästigung von Erschütterungsimmissionen

Aufgrund der abgeschätzten baubedingten Erschütterungsimmissionen sollten folgende informative Maßnahmen zur Minderung der Belästigung in den Gebäuden in der Nachbarschaft vor Beginn der erschütterungsverursachenden Bautätigkeiten durchgeführt werden:

- umfassende Informationsweitergabe über Baumaßnahmen, Dauer, etc. an betroffene Anwohner
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahme
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können
- Informationen über die Erschütterungswirkung auf das Gebäude

- zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Einhaltung der Ruhezeiten, etc.)

## 5.5 Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen

Die höchsten Erschütterungsemissionen treten bei den Abbrucharbeiten mit Abbruchmeißel auf.

Durch die resultierenden Erschütterungsimmissionen können hierbei Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-3 auftreten innerhalb eines Abstands zur Erschütterungsquelle von ca. 23 m für Wohngebäude, bis zu einem Abstand von ca. 12,5 m für gewerblich genutzte Bauten und bis zu einem Abstand von ca. 32 m für besonders empfindliche Bauten, sofern zwischen dem Ort der Krafteinleitung und dem nächstgelegenen Immissionsort keine lokalen Schwingungsbrücken bestehen (bspw. Festgesteinsschichten usw.). Für Gebäude innerhalb dieser Abstände zur nächstgelegenen Erschütterungsquelle sind daher etwaige mögliche Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes durch Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen nicht auszuschließen.

Innerhalb dieser Abstände befindet sich das Gebäude IO-11 (Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt) und das Bauwerk Contregarde des Kienlesberg-Kernwerks Werk IX der Bundesfestung Ulm.

Es ist festzustellen, dass nach der Lage des Gebäudes Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt der angesetzte geringste Abstand zum Brückenbauwerk nur bei den Stützen der Achse B gegeben ist, während ansonsten die Abstände über dem o.g. Wert liegen.

Weiterhin ist anzumerken, dass der Abbruchmeißel nur dort zum Einsatz kommt, wo der Einsatz der Abrisszange nicht möglich ist. Beim Einsatz der Abrisszange (Betonschere) können Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-3 innerhalb eines Abstands von ca. 5,5 m für gewerblich genutzte Bauten auftreten. Bei den anderen erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten sind die Abstände, in denen mögliche Überschreitungen der Anhaltswerte auftreten können, wesentlich geringer.

Somit können für das Gebäude Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes dann nicht ausgeschlossen werden, wenn der Abbruchmeißel beim Abbruch der Stützen der Achse B zum Einsatz kommt.

Der Einsatz des Abbruchmeißels sollte daher an dieser Stelle vermieden werden und eine Abrisszange (Betonschere) als erschütterungsärmeres Bauverfahren verwendet werden.

Das Bauwerk Contregarde des Kienlesberg-Kernwerks Werk IX der Bundesfestung Ulm liegt faktisch direkt an der nordöstlichen Rampe bzw. dem nordöstlichen Widerlager. Daher ist hier sowohl bei den Abbrucharbeiten mit Abbruchmeißel oder mit Abrisszange (Betonschere) als auch bei den Verdichtungsarbeiten mit Rüttelplatte o. vglb. beim Neubau davon auszugehen, dass die eingeleiteten Erschütterungen unvermindert in das Bauwerk übertragen werden.

Soweit als möglich sollten hier erschütterungsärmere Bauverfahren verwendet werden, insbesondere soll auf den Einsatz des Abbruchmeißels verzichtet werden. Es sollte geprüft werden, ob beim Rückbau hier Sägen wie beim Abbruch des Überbaus verwendet werden können.

Es wird empfohlen, zur Dokumentation vorhandener Vorschädigungen und zur späteren Abwehr von Schadensersatzansprüchen vor Baubeginn gebäudetechnische Beweissicherungen durchzuführen, in einem Abstand von ca. 35 m um die Baunaßnahme (zumindest für das Gebäude Blaubeurer Tor 2, DB Werkstatt und das Bauwerk Contregarde des Kienlesberg-Kernwerks Werk IX, nach Möglichkeit

auch das Gebäude Blaubeurer Straße 10, Einkaufsmarkt (Ikea) und das Bauwerk Bastion am Kienlesberg Werk X. Die Erschütterungsimmissionen hängen maßgeblich von der Bausubstanz der betroffenen Gebäude ab. Daher sollten in diesem Zusammenhang Bestandsaufnahmen der maßgebenden Gebäude und Bauwerke durchgeführt werden.

Für die Contregarde des Kienlesberg-Kernwerks Werk IX sollte weiterhin eine genaue Beobachtung während der erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten erfolgen, z.B. mittels Extensometer. Ergänzend können Überwachungsmessungen durchgeführt werden, um eine Korrelation zwischen baubedingten Erschütterungen und Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes herstellen zu können.

Die Abschätzung der Erschütterungsimmissionen (ohne erschütterungsmindernde Maßnahmen) ist in Anlage 2 dargestellt.

Dieses Gutachten umfasst 22 Seiten und 2 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 14. Dezember 2022

Möhler + Partner  
Ingenieure AG



i.V. Dipl.-Ing. (FH) Alexander Mundschedel



i. A. Ramona Götz, B.Sc.

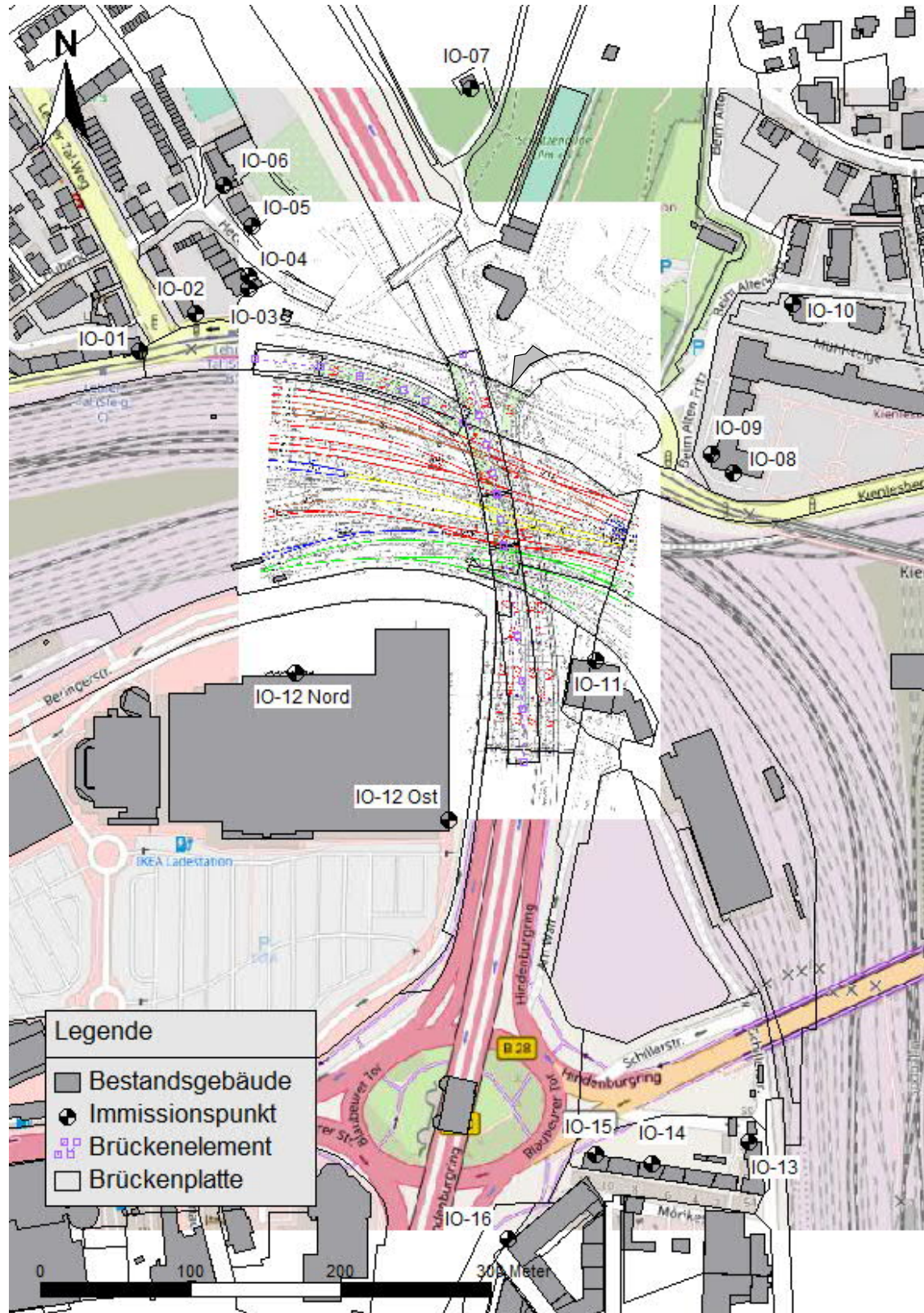
## 6. Anlagen

Anlage 1: Übersichtslagepläne

Anlage 2: Abschätzung der Erschütterungsimmissionen für typische Deckenkonstruktionen bei der Annahme ungünstiger Eigenfrequenzen

## Anlage 1: Übersichtslagepläne

## Maßgebliche Immissionsorte



### Gebäude mit den Eigenfrequenzen, Dämpfungen und Abstand zur Emission

| Gebäude mit den Eigenfrequenzen, Dämpfungen und Abstand zur Emission |   |            |                      |                |                          |             |            |            |                |
|--|---|------------|----------------------|----------------|--------------------------|-------------|------------|------------|----------------|
| IO Nr.   | Gebäude                                       | Deckentyp  | Eigenfrequenz f [Hz] | Dämpfung D [%] | Abstand zur Emission [m] |             |            |            |                |
|  |   |            |                      |                | E 1 Zange                | E 2 Meißeln | E 3 Bohren | E 4 Rammen | E 5 Verdichten |
| 0  | Contregarde des Kienlesberg-Kernwerks Werk IX | Holzbalken | 12,5                 | 0,130          | 1                        | 1           | 75         | 75         | 1              |
|  |   | Stahlbeton | 63,0                 | 0,065          | 1                        | 1           | 75         | 75         | 1              |
| 0  | Bastion am Kienlesberg Werk X                 | Holzbalken | 12,5                 | 0,130          | 35                       | 35          | 125        | 125        | 35             |
|  |   | Stahlbeton | 63,0                 | 0,065          | 35                       | 35          | 125        | 125        | 35             |
| 2  | Lehrer Tal Weg 4                              | Holzbalken | 12,5                 | 0,130          | 80                       | 80          | 220        | 220        | 110            |
|  |   | Stahlbeton | 63,0                 | 0,065          | 80                       | 80          | 220        | 220        | 110            |
| 3  | Heckenbühl 12                                 | Holzbalken | 12,5                 | 0,130          | 60                       | 60          | 205        | 205        | 85             |
|  |   | Stahlbeton | 63,0                 | 0,065          | 60                       | 60          | 205        | 205        | 85             |
| 9  | Beim Alten Fritz 2                            | Holzbalken | 12,5                 | 0,130          | 130                      | 130         | 120        | 120        | 130            |
|  |   | Stahlbeton | 63,0                 | 0,065          | 130                      | 130         | 120        | 120        | 130            |
| 11   | Blaubeurer Tor 2                              | Holzbalken | 12,5                 | 0,130          | 7                        | 7           | 8          | 100        | 8              |
|  |   | Stahlbeton | 63,0                 | 0,065          | 7                        | 7           | 8          | 100        | 8              |
| 12   | Blaubeurer Straße 10                          | Holzbalken | 12,5                 | 0,130          | 24                       | 24          | 24         | 90         | 24             |
|  |   | Stahlbeton | 63,0                 | 0,065          | 24                       | 24          | 24         | 90         | 24             |

E 1 Zange - Abrisszange: Abbruch Betonschere

E 2 Meißeln - Abbruchmeißel: Abbruch Meißel

E 3 Bohren - Großbohrgerät: Bohrpfähle

E 4 Rammen - Vibrationsramme: Spundwand

E 5 Verdichten - Rüttelplatte o. vglb.: Verdichten



## Einwirkungen auf bauliche Anlagen

| Beurteilung Auswirkungen auf Gebäude nach DIN 4150-3 |   |            |                                |               |         |            |            |                |                        |         |            |            |                |  |         |            |            |                |
|--|---|------------|--------------------------------|---------------|---------|------------|------------|----------------|------------------------|---------|------------|------------|----------------|--|---------|------------|------------|----------------|
| IO Nr.   | Gebäude   | Deckentyp  | Übertragungs-funktion<br>V [%] | vom Fundament |         |            |            |                | v oberste Geschosshöhe |         |            |            |                | Überschreitung Anhaltswerte der 4150-3 |         |            |            |                |
|  |   |            |                                | E 1 Zange     | Meißeln | E 3 Bohren | E 4 Rammen | E 5 Verdichten | E 1 Zange              | Meißeln | E 3 Bohren | E 4 Rammen | E 5 Verdichten | E 1 Zange                              | Meißeln | E 3 Bohren | E 4 Rammen | E 5 Verdichten |
| 0  | Contigrade des Kienlesberg Kernwerks<br>Werk IX | Holzbalken | 4,0                            | 8,56          | 21,06   | 0,00       | 0,01       | 1,46           | 34,02                  | 83,70   | 0,01       | 0,04       | 5,82           | Ja                                     | Ja      | Nein       | Nein       | Ja             |
|  |   | Stahlbeton | 7,8                            | 8,56          | 21,06   | 0,00       | 0,01       | 1,46           | 66,41                  | 163,37  | 0,02       | 0,08       | 11,36          | Ja                                     | Ja      | Nein       | Nein       | Ja             |
| 0  | Bastion am Kienlesberg<br>Werk X                | Holzbalken | 4,0                            | 0,11          | 0,28    | 0,00       | 0,00       | 0,05           | 0,46                   | 1,12    | 0,00       | 0,00       | 0,20           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
|  |   | Stahlbeton | 7,8                            | 0,11          | 0,28    | 0,00       | 0,00       | 0,05           | 0,89                   | 2,19    | 0,00       | 0,00       | 0,40           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
| 2  | Lehrer Tal Weg 4                                | Holzbalken | 4,0                            | 0,00          | 0,01    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,01                   | 0,03    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
|  |   | Stahlbeton | 7,8                            | 0,00          | 0,01    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,02                   | 0,06    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
| 3  | Heckenbühl 12                                   | Holzbalken | 4,0                            | 0,01          | 0,03    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,05                   | 0,11    | 0,00       | 0,00       | 0,01           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
|  |   | Stahlbeton | 7,8                            | 0,01          | 0,03    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,09                   | 0,22    | 0,00       | 0,00       | 0,01           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
| 9  | Beim Allen Fritz 2                              | Holzbalken | 4,0                            | 0,00          | 0,00    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00                   | 0,00    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
|  |   | Stahlbeton | 7,8                            | 0,00          | 0,00    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00                   | 0,01    | 0,00       | 0,00       | 0,00           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
| 11   | Blaubeurer Tor 2                                | Holzbalken | 4,0                            | 0,98          | 2,41    | 0,16       | 0,00       | 0,25           | 3,90                   | 9,60    | 0,62       | 0,00       | 1,01           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
|  |   | Stahlbeton | 7,8                            | 0,98          | 2,41    | 0,16       | 0,00       | 0,25           | 7,61                   | 18,73   | 1,21       | 0,00       | 1,97           | Ja                                     | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
| 12   | Blaubeurer Straße 10                            | Holzbalken | 4,0                            | 0,25          | 0,61    | 0,06       | 0,00       | 0,10           | 0,99                   | 2,44    | 0,23       | 0,01       | 0,40           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
|  |   | Stahlbeton | 7,8                            | 0,25          | 0,61    | 0,06       | 0,00       | 0,10           | 1,93                   | 4,75    | 0,44       | 0,03       | 0,78           | Nein                                   | Nein    | Nein       | Nein       | Nein           |
| E 1 Zange - Abrisszange; Abbruch Belonschere         |   |            |                                |               |         |            |            |                |                        |         |            |            |                |  |         |            |            |                |
| E 2 Meißeln - Abbruchmeißel; Abbruch Meißel          |   |            |                                |               |         |            |            |                |                        |         |            |            |                |  |         |            |            |                |
| E 3 Bohren - Großbohrgerät; Bohrpfähle               |   |            |                                |               |         |            |            |                |                        |         |            |            |                |  |         |            |            |                |
| E 4 Rammen - Vibrationsramme; Spundwand              |   |            |                                |               |         |            |            |                |                        |         |            |            |                |  |         |            |            |                |
| E 5 Verdichten - Rüttelplatte o. vollb.; Verdichten  |   |            |                                |               |         |            |            |                |                        |         |            |            |                |  |         |            |            |                |

## Einwirkungen auf Menschen

| Beurteilung Auswirkungen auf Menschen nach DIN 4150-2 |  |                      |            |  |            |            |            |                |                                |            |            |            |                |   |            |            |            |                |      |      |      |
|---|--|----------------------|------------|--|------------|------------|------------|----------------|--------------------------------|------------|------------|------------|----------------|---|------------|------------|------------|----------------|------|------|------|
| IO Nr.  |  | Gebäude              | Deckentyp  | K <sub>B,max</sub> , C <sub>F</sub> =0,8 |            |            |            |                | K <sub>B</sub> Tr mit Te=8 S/d |            |            |            |                | Überschreitung Stufe II der 4150-2, Tabelle 2 |            |            |            |                |      |      |      |
|   |  |                      |            | E 1 Zange                                | E 2 Meißel | E 3 Bohren | E 4 Rammen | E 5 Verdichten | E 1 Zange                      | E 2 Meißel | E 3 Bohren | E 4 Rammen | E 5 Verdichten | E 1 Zange                                     | E 2 Meißel | E 3 Bohren | E 4 Rammen | E 5 Verdichten |      |      |      |
| 2   |  | Lehrer Tal Weg 4     | Holzbalken | 0,01                                     | 0,02       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,01                           | 0,02       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00  | 0,00       | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
|   |  |                      | Stahlbeton | 0,02                                     | 0,05       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,01                           | 0,03       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00  | 0,00       | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
| 3   |  | Heckenbühl 12        | Holzbalken | 0,03                                     | 0,08       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,01                           | 0,03       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00  | 0,00       | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
|   |  |                      | Stahlbeton | 0,07                                     | 0,18       | 0,00       | 0,00       | 0,01           | 0,03                           | 0,08       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00  | 0,00       | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
| 9   |  | Beim Alten Fritz 2   | Holzbalken | 0,00                                     | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00                           | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00  | 0,00       | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
|   |  |                      | Stahlbeton | 0,00                                     | 0,01       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00                           | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00           | 0,00  | 0,00       | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
| 11  |  | Blaubeurer Tor 2     | Holzbalken | 2,85                                     | 7,01       | 0,45       | 0,00       | 0,74           | 1,18                           | 2,91       | 0,19       | 0,00       | 0,31           | Ja  | Ja         | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
|   |  |                      | Stahlbeton | 6,07                                     | 14,93      | 0,96       | 0,00       | 1,57           | 2,86                           | 7,04       | 0,45       | 0,00       | 0,74           | Ja  | Ja         | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
| 12  |  | Blaubeurer Straße 10 | Holzbalken | 0,72                                     | 1,78       | 0,17       | 0,01       | 0,29           | 0,30                           | 0,74       | 0,07       | 0,00       | 0,12           | Nein  | Ja         | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
|   |  |                      | Stahlbeton | 1,54                                     | 3,79       | 0,35       | 0,02       | 0,62           | 0,73                           | 1,79       | 0,17       | 0,01       | 0,29           | Ja  | Ja         | Nein       | Nein       | Nein           | Nein | Nein | Nein |
| E 1 Zange - Abrisszange; Abbruch Betonschere          |  |                      |            |  |            |            |            |                |                                |            |            |            |                |   |            |            |            |                |      |      |      |
| E 2 Meißeln - Abbruchmeißel; Abbruch Meißel           |  |                      |            |  |            |            |            |                |                                |            |            |            |                |   |            |            |            |                |      |      |      |
| E 3 Bohren - Großbohrgerät; Bohrspähle                |  |                      |            |  |            |            |            |                |                                |            |            |            |                |   |            |            |            |                |      |      |      |
| E 4 Rammen - Vibrationsramme; Spundwand               |  |                      |            |  |            |            |            |                |                                |            |            |            |                |   |            |            |            |                |      |      |      |
| E 5 Verdichten - Rüttelplatte o. vglb.; Verdichten    |  |                      |            |  |            |            |            |                |                                |            |            |            |                |   |            |            |            |                |      |      |      |