

FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen

Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
T. +49 201 87445 0
F. +49 201 87445 45
office@fcp-ibu.de
www.fcp-ibu.de

Auftraggeber: **VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft**

Südliche Fürther Str. 5
90439 Nürnberg

Vorhabensträgerin **Stadt Nürnberg**

Objekt: **Straßenbahnverlängerung Brunecker Straße**

Titel: **Schall- und Schwingungstechnische Untersuchung**

Teil 5: Beurteilung der Bauerschütterungen durch den Rückbau der
Bayernwanne

Auftrag-Nr.: 2022 007 009/5

Erstfassung: 20.05.2022

Umfang: 55 Dokumentseiten inkl. Verzeichnisse und Deckblatt
3 Anlagen

Bearbeitet:
Essen, den 14.12.2023

Geprüft und freigegeben:
Essen, den 14.12.2023

FCP IBU GmbH
14.12.2023
Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
0201-87445-0

FCP IBU GmbH
14.12.2023
Ladenspelderstraße 61
45147 Essen
0201-87445-0

M. Sc. Lukas Böhm

Dr.-Ing. Alexander Martha

ÄNDERUNGSINDEX

Index	Datum	Bearbeitet	Freigegeben	Bemerkungen

ZUSAMMENFASSUNG

Die Stadt Nürnberg als Vorhabensträgerin und die VAG planen den Bau einer neuen Straßenbahntrasse im südlichen Nürnberger Stadtgebiet. Die ca. 2,5 km lange Neubaustrecke umfasst den südlichen Teil der Allersberger Straße, beginnend ab der bestehenden Endhaltestelle Tristanstraße, Richtung Süden durch den neuen Stadtteil Lichtenreuth bis zur U-Bahnstation Bauernfeindstraße.

Im Rahmen der Umsetzung wird die bestehende Straßenbahnwendeschleife am Hiroshimaplatz und die Straßenbahnunterführung unter der Allersberger Straße / Frankenstraße / Hiroshimaplatz („Bayernwanne“) rückgebaut [U1].

Im Hinblick auf die notwendige Genehmigung der Baumaßnahme ist eine schwingungstechnische Untersuchung zur Beurteilung der Schwingungsimmissionen während der Bauphasen durchzuführen.

Es ist festzustellen, dass es in der gesamten Umgebung der Baumaßnahme mit fühlbaren Erschütterungsimmissionen kommen kann ($KB_{Fmax} > A_u$). Um die Anhaltswerte A_r mit der Beurteilungsschwingstärke einzuhalten, sind Maßnahmen zur Minderung der Erschütterungsemissionen erforderlich.

Dafür wird u. a. eine Einschränkung der Geräteeinsatzzeit in Abhängigkeit des eingesetzten Baugeräts und der Bauphase, ein Verzicht auf erschütterungsintensive Arbeiten in bestimmten Bauphasen oder ein Angebot für die Kostenübernahme von Hotelübernachtungsmöglichkeiten für besonders betroffene Anwohner empfohlen (für Details siehe Abschnitt 7).

VERWEISE

1. **DIN 4150-1.** Erschütterungen im Bauwesen; Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen.
2. **DIN 4150-2.** Erschütterungen im Bauwesen; Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden. Juni 1999.
3. **Achmus.** Prognose und Bewertung von Bauwerkerschütterungen infolge Tiefbauarbeiten. 2015.
4. **Achmus und Kaiser.** Prognose von Bauwerkerschütterungen infolge Ramm- und Vibrationsverdichtungsarbeiten. *XIII. Donau-Europäische Konferenz, Ljubljana.* 2006.
5. **Attewell, P.** Estimation of ground vibration from driven piling based on statistical analyses of recorded data. *Geotechnical & Geological Engineering.* 1992, Bd. 10, 1, S. 41 ff.
6. **DIN 45633.** Präzisionsschallpegelmesser - Allgemeine Anforderungen. März 1970.
7. **BImSchG.** Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. 2021.
8. **DIN 4150-3.** Erschütterungen im Bauwesen; Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen. Dezember 2016.
9. **BauNVO.** Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO). 14. Juni 2021. Erstausgabe: 26.06.1962.
10. **TA Lärm.** *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm.* 2017.
11. **DIN 45680.** Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft.
12. **AVV Baulärm.** Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – . 1970.
13. **Breuer MB 1500.** Technische Daten - Hydraulik Hämmer MB & HB-Reihe. Abrufdatum: 04.02.2021.
14. **Wacker Neuson BPU5545.** Technische Daten - Rüttelplatte. Abrufdatum: 27.10.2021.
15. **Epiroc HC 850.** Technische Daten - Hydraulische Anbauverdichter. Abrufdatum: 16.05.2022.

Referenz / Auftrag-Nr.:
2022 007 009/5
Dateiname:
22-7009-G5b.docx



16. **BOMAG BMP 8500.** Technische Daten - Mehrzweckverdichter. Abrufdatum: 11.12.2023.

17. **BOMAG BW 211 D-5.** Technische Daten - Walzenzüge. Abrufdatum: 15.05.2022.

INHALTSVERZEICHNIS

Änderungsindex.....	ii
Zusammenfassung	iii
Verweise.....	iv
1 Aufgabenstellung	1
2 Grundlagen.....	3
2.1 Planungsunterlagen.....	3
2.2 Lage und Gebietsausweisung.....	4
2.3 Gebäudestruktur	4
2.4 Bauphasen	4
3 Immissionskennwerte	5
3.1 Erschütterungen	5
3.2 Körperschall.....	5
4 Beurteilungskriterien	6
4.1 Vorbemerkung	6
4.2 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden	7
4.3 Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke	10
4.4 Körperschalleinwirkungen auf Menschen.....	14
5 Erschütterungsemissionen.....	15
5.1 Vorbemerkung	15
5.2 Methodik.....	16
5.3 Abbrucharbeiten mit baggermontiertem Abbruchmeissel	17
5.4 Verdichtungsarbeiten.....	18
6 Erschütterungsimmissionen	20
6.1 Vorbemerkung	20
6.2 Bauphase 1 und 10.....	21
6.2.1 Abbrucharbeiten mit baggermontiertem Abbruchmeissel	22
6.2.2 Verdichtungsarbeiten.....	23
6.3 Bauphase 2 und 20.....	27

6.3.1	Abbrucharbeiten mit baggermontiertem Abbruchmeissel	28
6.3.2	Verdichtungsarbeiten	29
6.4	Bauphase 3	32
6.4.1	Abbrucharbeiten mit baggermontiertem Abbruchmeissel	33
6.4.2	Verdichtungsarbeiten	34
6.5	Bauphase 4	38
6.5.1	Abbrucharbeiten mit baggermontiertem Abbruchmeissel	39
6.5.2	Verdichtungsarbeiten	40
7	Schutzmassnahmen	44
7.1	Vorbemerkung	44
7.2	Baustelleneinrichtungsflächen	45
7.3	Bauphase 1 und 10.....	46
7.4	Bauphase 2 und 20.....	46
7.5	Bauphase 3	46
7.6	Bauphase 4	47
8	Anlagen	48

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Nürnberg als Vorhabensträgerin und die VAG planen den Bau einer neuen Straßenbahntrasse im südlichen Nürnberger Stadtgebiet. Die ca. 2,5 km lange Neubaustrecke umfasst den südlichen Teil der Allersberger Straße, beginnend ab der bestehenden Endhaltestelle Tristanstraße, Richtung Süden durch den neuen Stadtteil Lichtenreuth bis zur U-Bahnstation Bauernfeindstraße [U1].

Im Rahmen der Umsetzung wird die bestehende Straßenbahnwendeschleife am Hiroshimaplatz und die Straßenbahnunterführung unter der Allersberger Straße / Frankenstraße / Hiroshimaplatz („Bayernwanne“) rückgebaut [U1].

In diesem Zusammenhang wurde die FCP IBU GmbH damit beauftragt, eine Schall- und Schwingungstechnische Untersuchung für den geplanten Betrieb der Strecke, die zugehörigen Bautätigkeiten und den Betrieb der Unterwerke durchzuführen.

Im Hinblick auf die notwendige Genehmigung der Baumaßnahme ist eine schwingungstechnische Untersuchung zur Beurteilung der Schwingungsimmissionen während der Bauphasen durchzuführen. Für die Beurteilung der Schwingungsimmissionen der geplanten Bautätigkeiten sind in diesem Zusammenhang Prognosen für aufeinanderfolgende Arbeitsabläufe an mehreren Bauabschnitten durchzuführen.

Dem vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Schwingungstechnischen Beurteilung der Bautätigkeiten je Bauphase und Arbeitsablauf im Umbaugebiet zu entnehmen. Erforderliche Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungsimmissionen durch die Bautätigkeiten werden beschrieben.

Die Untersuchung besteht insgesamt aus den folgenden Gutachten:

- Teil 1N: Berechnung und Beurteilung der Luftschallimmissionen im Neubaugebiet
- Teil 1U: Berechnung und Beurteilung der Luftschallimmissionen im Umbaugebiet
- Teil 2N: Prognose und Beurteilung der Körperschall- und Erschütterungsimmissionen im Neubaugebiet
- Teil 2U: Prognose und Beurteilung der Körperschall- und Erschütterungsimmissionen im Umbaugebiet
- Teil 3N: Berechnung und Beurteilung der Schallimmissionen während der Bauarbeiten auf Basis der AVV Baulärm im Neubaugebiet
- Teil 3U: Berechnung und Beurteilung der Schallimmissionen während der Bauarbeiten auf Basis der AVV Baulärm im Umbaugebiet
- Teil 4: Berechnung und Beurteilung der Schallimmissionen während der Rückbauarbeiten der Bayernwanne auf Basis der AVV Baulärm
- **Teil 5: Beurteilung der Bauerschütterungen durch den Rückbau der Bayernwanne**
- Teil 6N: Untersuchung der Luftschallimmissionen der Unterwerke nach TA Lärm im Neubaugebiet
- Teil 6U: Untersuchung der Luftschallimmissionen des Unterwerks nach TA Lärm im Umbaugebiet

2 GRUNDLAGEN

2.1 PLANUNGSUNTERLAGEN

Die folgenden Unterlagen wurden für die schwingungstechnische Untersuchung herangezogen:

- [U1] Ausschreibung der schall- und erschütterungstechnischen Leistungen der VAG, Stand: 03.12.2021

- [U2] Bebauungspläne der Stadt Nürnberg
Bebauungsplan Nr. 3980
Bebauungsplan Nr. 4130
Bebauungsplan Nr. 4444
Bebauungsplan Nr. 4600 „Brunecker Straße“

- [U3] Lageplan Straßenbahnverlängerung Brunecker Straße
Blatt 1, Blatt 2 und Blatt 3
Arbeitsstand 18.10.2023

- [U4] Bauphasenpläne BPH 1 – 4 mit Sparten
Stand: 09.03.2022
Bauablauf Übersicht

- [U5] Geräteeinsatz (E-Mail vom 26.04.2022)

2.2 LAGE UND GEBIETSAUSWEISUNG

Die bestehende Straßenbahnwendeschleife am Hiroshimaplatz und die Straßenbahnunterführung unter der Allersberger Straße / Frankenstraße / Hiroshimaplatz („Bayernwanne“) wird rückgebaut. Eine neue Wendeschleife wird angrenzend an der neu geplanten Haltestelle Bauernfeindstraße angeordnet [U1].

In der Frankenstraße befindet sich die Baptistengemeinde am Südring (Sperberstraße 166). Die Kirche weist zur Frankenstraße hin eine große Glasfront auf. Im Z-Bau ist ein Tonstudio vorhanden. Die lärm- und erschütterungsempfindlichen Einrichtungen müssen bei der Betrachtung besondere Berücksichtigung finden, sowohl beim Schall- und Erschütterungsgutachten als auch während des Baugeschehens [U1].

Eine Übersicht über den Planbereich ist in Anlage-Nr. 1.1 dargestellt.

Eine Übersicht über die vorgenommene Gebietseinstufung ist in Anlage-Nr. 1.2 dargestellt.

2.3 GEBÄUDESTRUKTUR

Bei der Ortbegehung inklusive Fotodokumentation vom 02.05.2022 wurde festgestellt, dass die direkt angrenzende Bebauung vielfältig ist und übliche Strukturen für innerstädtische Bebauungen aufweist, welche nach gängigen Regelwerken (wie DIN 4150) eingeteilt und beurteilt werden können (siehe Abschnitt 4, Gebäudeeinteilung nach Tabelle 2). Insofern kann für die Immissionsprognose auf vorhandene Erkenntnisse über die Schwingungsausbreitung in Gebäuden zurückgegriffen werden.

2.4 BAUPHASEN

Der Abbruch des Tunnels ist in vier Bauphasen eingeteilt. In jeder dieser Bauphasen wird in einem örtlich getrennten Bauabschnitt der Tunnel abgebrochen und wieder verfüllt. Nach Verfüllung wird in dem nächsten Bauabschnitt (neue Bauphase) gearbeitet. Die Einteilung des Gebiets in die einzelnen Bauabschnitte (Bauphasen) ist in Anlage-Nr. 1.3 dargestellt (vgl. [U4]).

3 IMMISSIONSKENNWERTE

3.1 ERSCHÜTTERUNGEN

Erschütterungen bezeichnen mechanische Schwingungen. Die physikalische Größe, die zur Beschreibung der Erschütterungseinwirkungen überwiegend verwendet wird, ist die Schwinggeschwindigkeit (1).

Im Umfeld von Tiefbaustellen sind Erschütterungen z. B. durch Verdichtungs-, Ramm-, oder Abbrucharbeiten oft unvermeidbar. Die hiervon ausgehenden Erschütterungen breiten sich über den Baugrund aus und vermindern sich mit zunehmendem Abstand. Bauwerke im Einwirkungsbereich werden von den Erschütterungen am Fundament erfasst und ebenfalls zu Schwingungen angeregt, die sich innerhalb der Gebäude aufgrund deren dynamischer Eigenschaften verstärken oder abschwächen können. Diese Erschütterungen können von Menschen wahrgenommen werden, wenn eine bestimmte Fühlbarkeitsschwelle überschritten wird (2).

Die Einleitung der Schwingungsenergie in den Erdboden, die Ausbreitung im Boden und die Übertragung in Gebäude sind jeweils wegen unterschiedlicher Bodeneigenschaften, z. B. Inhomogenitäten, Filterwirkung eingeschlossener Lockerbodenschichten, Brechung und Reflexion von Wellen an Grenzschichten und Übergängen sehr komplex. In der Regel kann mit Hilfe von messtechnisch ermittelten Emissionen oder Literaturangaben anhand statistisch oder individuell ermittelter Gebäudeübertragungsfaktoren eine Aussage über die erschütterungstechnischen Einwirkungen auf die vorhandene Bebauung getroffen werden (1).

Um Aussagen zu erwartbaren Erschütterungen im Zuge des Bauvorhabens zu treffen, werden Literaturwerte herangezogen, welche auf Messungen beruhen (3), (4), (5).

3.2 KÖRPERSCHALL

Als Körperschall werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen im Hörbereich in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten. Die messbaren Körperschallsignale sind die Schwinggeschwindigkeit v des angeregten Mediums in mm/s und der vom Medium abgestrahlte Schallwechseldruck p in N/m² (Sekundärluftschall oder auch Körperschall-Schalldruckpegel). Der aus der Körperschallübertragung entstehende Innenraumpegel (Sekundärluftschall) wird als hörbarer Luftschall dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen mit der sogenannten A-Bewertung nach DIN 45633 (6) der Signale angepasst. Dieser Schallpegel wird zur Beurteilung der Körperschallimmissionen herangezogen.

4 BEURTEILUNGSKRITERIEN

4.1 VORBEMERKUNG

Baustellen gelten nach § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes BImSchG (7) als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Nach BImSchG (7) 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.

Es existieren zurzeit keine expliziten 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 (7) ist daher anhand von Regelwerken sachverständiger Organisationen oder von einzelfallbezogenen Gutachten vorzunehmen, wobei üblicherweise die Normenreihen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ (1), (2), (8) herangezogen werden.

Die DIN 4150 - Teil 1 (1) gibt eine Anleitung für die Vorermittlung von Erschütterungen und enthält Verfahren, Angaben und Hinweise, auf deren Grundlage die Werte von Erschütterungsgrößen vorausgesagt und beurteilt werden können.

Zweck der DIN 4150 - Teil 2 (2) ist es insbesondere, Anforderungen und Anhaltswerte aufzuzeigen, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden können.

Die DIN 4150 - Teil 3 (8) legt ein Verfahren für die Ermittlung und Beurteilung der durch Erschütterungen verursachten Einwirkungen auf bauliche Anlagen fest. Sie gilt für Bauwerke, die nicht nach spezifischen Normen und Richtlinien für dynamische Einwirkungen auszulegen sind. Insbesondere finden sich hierin Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung der Gebrauchstauglichkeit nicht zu erwarten sind.

4.2 ERSCHÜTTERUNGSEINWIRKUNGEN AUF MENSCHEN IN GEBÄUDEN

In der DIN 4150, Teil 2, von Juni 1999 - Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden - (2) sind Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen zusammengestellt. Ebenso sind Beurteilungsverfahren und Anhaltswerte für durch Baustellen verursachte Erschütterungsimmissionen festgelegt.

Die Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen zur Tagzeit erfolgt in drei Stufen:

- Eine untere Stufe I, bei deren Unterschreitung auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist.
- Eine mittlere Stufe II, bei deren Unterschreitung ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist, falls Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen ergriffen werden. Bei zunehmender Überschreitung auch dieser Stufe werden mit wachsender Wahrscheinlichkeit erhebliche Belästigungen auftreten. Ist zu erwarten, dass Erschütterungseinwirkungen auftreten, die oberhalb der Anhaltswerte der Stufe II liegen, so ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.
- Eine obere Stufe III, bei deren Überschreitung die Einwirkungen unzumutbar sind. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

Anhaltswerte für diese drei Stufen sind in Tabelle 1 (Tabelle 2 der DIN 4150-2 (2)) für verschiedene Einwirkungsauern D zusammengestellt. Dabei wird auf eine Unterteilung nach Baugebietsarten weit gehend verzichtet.

Dauer	$D \leq 1\text{Tag}$			$6\text{ Tage} < D \leq 26\text{ Tage}$			$26\text{ Tage} < D \leq 78\text{ Tage}$		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	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	1,0	5	0,6
*Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_o = 6$.									

Tabelle 1: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen (Tabelle 2 DIN 4150-2, (2))

Für die Erschütterungseinwirkungsauern zwischen 1 Tag und 6 Tagen dürfen die Werte aus Tabelle 1 interpoliert werden.

Für die Beurteilung ist zunächst die maximale bewertete Schwingstärke (KB_{Fmax}) heranzuziehen und mit den Anhaltswerten A_u und A_o zu vergleichen:

$$\begin{aligned} KB_{Fmax} &\leq A_u \rightarrow \text{Richtwert eingehalten} \\ KB_{Fmax} &> A_o \rightarrow \text{Richtwert überschritten} \end{aligned} \quad (1)$$

Falls KB_{Fmax} zwischen A_u und A_o liegt, ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} nach Gleichung 2 zu ermitteln (2):

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \sqrt{\frac{T_e}{T_r}} \quad (2)$$

T_r	Beurteilungszeit (Tag 16 h, Nacht 8 h)
T_e	Einwirkungszeit
KB_{FTm}	Taktmaximal-Effektivwert während der Einwirkzeit

Für die Beurteilung gilt dann:

$$A_u < KB_{Fmax} \leq A_o \text{ und } KB_{FTr} \leq A_r \rightarrow \text{Richtwert eingehalten} \quad (3)$$

Im Falle der Durchführung erschütterungsrelevanter Arbeiten im Nachtzeitraum gelten die Nacht-Anhaltswerte nach Tabelle 2 (Tabelle 1 der DIN 4150-2 (2)).

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	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 (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05
In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung - BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.							

Tabelle 2: Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-2 (2) in Anlehnung an die Gebietseinstufungen nach BauNVO (9).

4.3 ERSCHÜTTERUNGSEINWIRKUNGEN AUF BAUWERKE

Die Einwirkung von Erschütterungen auf Gebäude wird nach heutigem Stand der Technik auf der Grundlage der DIN-Norm 4150, Teil 3, "Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf bauliche Anlagen", Ausg. Dezember 2016, (8) beurteilt.

Diese Norm enthält Angaben für die Ermittlung und Beurteilung der durch Erschütterungen verursachten Einwirkungen auf bauliche Anlagen, die für vorwiegend ruhende Beanspruchung bemessen sind, soweit solche Angaben nicht in anderen Normen oder Richtlinien gegeben sind. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht eintreten.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne dieser Norm sind z. B.:

- Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen,
- Verminderung der Tragfähigkeit von Decken.

Bei Gebäuden nach Tabelle 3 (Tabelle 1 der DIN 4150-3, (8)), Zeilen 2 und 3, ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.

- Risse im Putz von Wänden auftreten,
- bereits vorhandene Risse in Gebäuden vergrößert werden,
- Trenn- und Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen.

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

Kurzzeitige Erschütterungen (Abschnitt 5 der Norm, (8)):

Aus zahlreichen Messungen der Schwinggeschwindigkeit an Gebäudefundamenten wurden Erfahrungswerte gewonnen, die einen Anhalt für die Beurteilung kurzzeitiger Gesamtbauwerksererschütterungen geben. Für diese Beurteilung wird der größte Wert der drei Einzelkomponenten (vertikale und horizontale Schwingrichtung) der Schwinggeschwindigkeit v_i am Fundament herangezogen. Für die Beurteilung geben darüber hinaus die Schwingungen in der Ebene der obersten Decke, die auf den Außenwänden aufliegt, wesentliche Hinweise.

In der Tabelle 3 (Tabelle 1 der DIN 4150-3, (8)) sind für die verschiedenen Gebäudearten Anhaltswerte für v_i am Fundament und in der obersten Deckenebene angegeben. Die Anhaltswerte gelten für Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet

ist, um in der betroffenen Struktur Resonanz zu erzeugen. Anderenfalls sind die Erschütterungen als stationäre Bauwerksschwingungen anzusehen und zu beurteilen.

Wenn die Anhaltswerte nach Tabelle 3 eingehalten werden, treten Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, deren Ursachen auf direkte Erschütterungseinwirkungen zurückzuführen wären, nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden trotzdem Schäden beobachtet, ist davon auszugehen, dass andere Ursachen für diese Schäden maßgebend sind.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s				
		Fundament alle Richtungen			Deckenebene des obersten Vollgeschosses	Decken vertikal
		Frequenzen			alle Frequenzen	
		< 10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 *) Hz		
1	Gewerbl. genutzte Bauten, Industriebauten und ähnl. strukturierte Bauten	20	20 – 40	40 – 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder ihrer Nutzung gleichartige Bauten	5	5 – 15	15 – 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 u.2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind.	3	3 – 8	8 – 10	8	20
*) Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.						

Tabelle 3: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke (Tabelle 1 der DIN 4150-3 (8))

Wenn bei kurzzeitigen Erschütterungen Deckenschwingungen auftreten, ist für $v \leq 20$ mm/s in vertikaler Messrichtung am Ort der größten Schwinggeschwindigkeit - dies ist im

Allgemeinen in Deckenmitte - eine Verminderung des Gebrauchswertes der Decken nicht zu erwarten.

Dauererschütterungen (Abschnitt 6 der Norm (8)):

In der Tabelle 4 (Tabelle 2 der DIN 4150-3, (8)) sind für die verschiedenen Gebäudearten Anhaltswerte für den größeren Wert der beiden horizontalen Einzelkomponenten v_i in der obersten Deckenebene angegeben.

Werden die Anhaltswerte nach Tabelle 4 eingehalten, treten Schäden nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden diese Werte überschritten, so folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen.

Wenn Bauwerke in Oberschwingungen angeregt werden, können die Höchstwerte auch in anderen Deckenebenen oder in der Fundamentebene auftreten. Für ihre Beurteilung dürfen ebenfalls die Anhaltswerte nach Tabelle 4 herangezogen werden.

Für die Verwendung anderer Referenzpunkte bedarf des besonderen Nachweises.

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

Tabelle 4: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke (Tabelle 2 der DIN 4150-3 (8))

Bei Bauteilschwingungen wie Geschossdecken- und Wandschwingungen darf die dynamische Belastung durch Dehnungsmessungen am schwingenden Bauteil bzw. durch Berechnung ermittelt werden.

Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschossdecken in Gebäuden nach Tabelle 3, Zeilen 1 und 2 erfahrungsgemäß nicht zu Schäden, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen sind. Diese Schwingungen sind sehr stark spürbar. Bei Gebäuden nach Tabelle 4, Zeile 3 kann kein Anhaltswert angegeben werden.

Etwa auftretende leichte Schäden können nicht ohne weiteres der dynamischen Belastung zugeordnet werden, es müssen vielmehr die näheren Umstände untersucht werden.

4.4 KÖRPERSCHALLEINWIRKUNGEN AUF MENSCHEN

Derzeit existiert keine gesetzliche Festlegung oder ein sonstiges Regelwerk zur Beurteilung von Körperschallimmissionen durch Baustellen. Hilfsweise kann eine Beurteilung in Anlehnung an die 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (10) herangezogen werden. Unter Abschnitt 6.2 der TA Lärm sind Immissionsrichtwerte für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden bei Körperschallübertragungen festgelegt. Die Beurteilungspegel für schutzbedürftige Räume dürfen folgende Richtwerte nicht überschreiten:

- tags: 35 dB(A)
- nachts: 25 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 10 dB(A) überschreiten. Die Beurteilungszeiten ergeben sich nach TA Lärm zu

- tags: 06:00 – 22:00 Uhr
- nachts: 22:00 – 06:00 Uhr

Für die Nachtzeit ist der höchste auf eine volle Nachtstunde bezogene Beurteilungspegel maßgebend.

Für Wohngebiete ist bei der Ermittlung des Beurteilungspegels "Tagzeit" für bestimmte Zeiträume ein Pegelzuschlag von 6 dB zu berücksichtigen. Weitere Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit sind bei der Berechnung des Beurteilungspegels gegebenenfalls zu berücksichtigen.

Beim Auftreten tieffrequenter Geräusche sind die Festlegungen der DIN 45680 – Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft (11)- zu beachten.

Zu beachten ist, dass laut der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) (12) die Tagzeit, abweichend von der TA Lärm (10), auf den Zeitraum 07:00 – 20:00 Uhr begrenzt ist. Bei prognostizierter Überschreitung der Hilfsweise herangezogenen Immissionsrichtwerte der TA Lärm ist zu prüfen, ob verhältnismäßige Maßnahmen zur Geräuschkürzung angeordnet werden können.

5 ERSCHÜTTERUNGSEMISSIONEN

5.1 VORBEMERKUNG

Die Einrichtung der Bauflächen sowie Tiefbau- und Abbrucharbeiten sind unvermeidbar mit Erschütterungs- und Körperschallimmissionen verbunden. Diese sind verfahrensbedingt und beispielsweise bei der Durchführung von Verdichtungsarbeiten zwingend erforderlich.

Es sollte daher unbedingt vorgesehen werden, die Anlieger über die Bautätigkeiten zu informieren. Hierzu sollte der Bauherr ein Anliegermanagement einrichten, welches vermittelnd zwischen Baustelle und Anliegern tätig ist. Bei Bedarf sollten Kontrollmessungen in besonders betroffenen Anliegergebäuden durchgeführt werden.

Im derzeitigen bekannten Planungsstadium ist nicht in vollem Umfang bekannt, welche Baumaschinen und -geräte (Arten) für den Rückbau eingesetzt werden. Als Grundlage wird daher eine Abschätzung der Geräteeinsätze herangezogen (vgl. [U5]). Im Rahmen dieses Berichtes wird insbesondere auf die Arbeiten eingegangen, die hier als relevant in Bezug auf zu erwartenden Erschütterungen bewertet werden. Diesbezüglich unkritische Arbeiten sind nicht Bestandteil dieses Berichtes. Für diese Bautätigkeiten gilt, dass die unter Abschnitt 2 beschriebenen Anhalts- und Richtwerte möglicherweise überschritten werden. Eine detaillierte Betrachtung der Emissionen erfolgt in den folgenden Abschnitten dieses Kapitels. Die Erschütterungsmissionen und die daraus resultierenden Betroffenheiten werden in Kapitel 6 erläutert. Eine Beurteilung erfolgt anschließend nach den Kriterien wie folgt:

- gering: keine wahrnehmbaren Immissionen zu erwarten
- mittel: wahrnehmbare Immissionen sind zu erwarten; die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für Baustellen und die Orientierungswerte für Körperschallimmissionen (10) werden voraussichtlich eingehalten
- hoch: deutlich wahrnehmbare Immissionen sind zu erwarten; eine Überschreitung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für Baustellen und der Orientierungswerte für Körperschallimmissionen (10) kann nicht mehr ausgeschlossen werden
- sehr hoch: deutlich wahrnehmbare Immissionen treten auf; eine Überschreitung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für Baustellen und der Orientierungswerte für Körperschallimmissionen (10) ist zu erwarten.

5.2 METHODIK

Die Prognose der Erschütterungsimmissionen an einem Immissionsort erfolgt grundsätzlich in mehreren Schritten:

Zunächst wird auf Grundlage von empirischen Studien in der Literatur (3), (4), (5) eine geräteabhängige Übertragungsfunktion der Emissionen im Erdreich ermittelt. Als Argumente der Übertragungsfunktionen werden Geräteeigenschaften, wie die Betriebsmasse, die Schlagzahl oder ähnliche, herangezogen. Die Übertragungsfunktionen sind abhängig von dem Abstand des Immissionspunktes zur Erschütterungsquelle. Der Ausgabewert entspricht der zu erwartenden Schwingung am Gebäudefundament.

Anschließend wird die Schwingungsübertragung innerhalb eines Gebäudes durch einen Faktor c_{Decke} prognostiziert. Dieser Faktor ist abhängig von der Betriebsfrequenz des Gerätes und der Deckeneigenfrequenz des Gebäudes. Bei nichtresonanter Anregung kann $c_{Decke} \leq 3$ angesetzt werden. Falls eine resonante Anregung der Gebäudedecken aufgrund der Betriebsfrequenz nicht auszuschließen ist, ist ein Wert von $c_{Decke} \geq 10$ anzusetzen (3).

Letztlich wird ein Umrechnungsfaktor c_F anhand der DIN 4150-2 (2) ermittelt, welcher maßgebend für die Umrechnung zwischen objektiver Schwinggeschwindigkeit und maximaler bewerteter Schwingstärke KB_{Fmax} ist.

5.3 ABBRUCHARBEITEN MIT BAGGERMONTIERTEM ABBRUCHMEISSEL

Für den Rückbau von Bestandsbauwerken (Ingenieurbauwerke, Widerlager, etc.) wird der Abriss vorhandener Bauteile mit Hilfe eines Abbruchhammers als mögliche Rückbautechnologie in Betracht gezogen. Üblicherweise werden bei vergleichbaren Rückbauarbeiten baggermontierte Stemmmeißel mit einem Schlaggewicht von ca. 1500 kg eingesetzt.

Als Emissionsansatz werden Geräteparameter eines typischen Abbruchmeißels des Typs Breuer MB 1500 (13) herangezogen, wobei die wesentlichen Geräteeigenschaften in der Tabelle 5 aufgelistet sind.

Beschreibung	Eigenschaft
Schlaggewicht	1,5 t
Hydraulische Antriebsleistung	48 kW
Schlagzahl	330 1/min – 680 1/min
Emittierte Energie	8,7 kJ

Tabelle 5: Geräteeigenschaften eines baggermontierten Abbruchhammers vom Typ Breuer MB 1500, Herstellerangaben (13)

Die Schwinggeschwindigkeit v in mm/s im Boden wird mithilfe einer empirischen Formel nach Attewell (5) abgeschätzt.

$$\log(v_B) = -0,519 + 1,38 \log\left(\frac{\sqrt{E}}{r}\right) - 0,234 \log^2\left(\frac{\sqrt{E}}{r}\right) \quad (4)$$

E Schlagenergie in J

r Abstand von der Erschütterungsquelle in m

In diesem Ansatz wird keine Überschreitungswahrscheinlichkeit angegeben, weshalb davon ausgegangen werden muss, dass einzelne Ereignisse über den ermittelten Werten liegen können. Im zeitlichen Mittel können diese Werte aber als realistisch angesehen werden.

Durch die niedrige Schlagfrequenz ist eine Resonanzbeteiligung nicht zu erwarten, wodurch der entsprechende Faktor $c_F = 0,7$ gewählt wird (nach DIN 4150-2 (2)). Um von der Schwinggeschwindigkeit im Boden nach Attewell auf die Schwinggeschwindigkeit im Fundament zu schließen, wird ein Faktor von $c_{Fundament} \approx 0,8$ angewendet (3).

Um von der Schwinggeschwindigkeit im Fundament auf die maßgebende vertikale Deckengeschwindigkeit zu schließen, wird ein Faktor von $c_{Decke} = 2,5$ angesetzt. Durch diesen Faktor wird in der Prognoseberechnung davon ausgegangen, dass die

Betriebsfrequenz des Geräts außerhalb typischer Deckeneigenfrequenzen betrieben wird (Betriebsfrequenz $f < 8 \text{ Hz} \cong 480 \text{ 1/min}$). Damit ergibt sich ein resultierender Faktor von der Schwinggeschwindigkeit im Boden auf die maßgebende vertikale Deckenschwinggeschwindigkeit von $c_{\text{Resultierend}} = c_{\text{Fundament}} c_{\text{Decke}} = 2$.

5.4 VERDICHTUNGSARBEITEN

Der Einsatz von Verdichtungsgeräten für die Vorschüttung im Tunnel oder Verdichtung nach Rückbau der Tunnelanlage ist als erschütterungsrelevant zu betrachten. Als Emissionsansatz wird eine gängige Rüttelplatte des Typs Wacker Neuson BPU5545 (14), ein baggermontierter hydraulischer Anbauverdichter des Typs Epiroc HC 850 (15), ein Mehrzweckverdichter des Typs BOMAG BMP 8500 (16) und eine gängige Vibrationswalze des Typs BOMAG BW 211 D-5 (17) ausgewählt und die Emission der Geräte über einen Ansatz nach Achmus (3), (4) quantifiziert. Die Gerätespezifikationen sind in Tabelle 6 angeführt.

Beschreibung	Wacker Neuson BPU5545	Epiroc HC 850	BOMAG BMP 8500	BOMAG BW 211 D-5
Betriebsmasse	340 kg	880 kg	1595 kg	12.890 kg
Antriebsfrequenz	69 Hz	37 Hz	42 Hz	30 Hz – 34 Hz

Tabelle 6: Geräteeigenschaften einer Rüttelplatte vom Typ Wacker Neuson BPU5545 (14), eines baggermontierten hydraulischen Anbauverdichters vom Typ Epiroc HC 850 (15), eines Mehrzweckverdichters vom Typ BOMAG BMP 8500 (16) und einer Vibrationswalze vom Typ BOMAG BW 211 D-5 (17)

Der Emissionsansatz nach Achmus (3), (4) ist nachfolgend angeführt.

$$v_{Fi,max} = k \frac{\sqrt{G}}{r} \quad (5)$$

- k Faktor in Abhängigkeit der Überschreitungswahrscheinlichkeit
- G Betriebsmasse in t
- r Abstand von der Erschütterungsquelle in m

Die errechnete Schwinggeschwindigkeit $v_{Fi,max}$ stellt dabei die maximal zu erwartende Schwinggeschwindigkeit in mm/s am Fundament mit der Überschreitungswahrscheinlichkeit aus dem Faktor k dar.

Als Überschreitungswahrscheinlichkeit wird 50 % angesetzt, da die Emissionsquelle Dauererschütterungen verursacht, was einer über die Betriebszeit durchschnittlichen Emission entspricht. Einzelne Erschütterungsereignisse, z. B. während eines Anfahrvorgangs, können

daher über der ermittelten Schwinggeschwindigkeit liegen. Der Faktor wird nach Achmus (3), (4) entsprechend angesetzt zu: $k_{50\%} = 4,3$.

Durch den Betriebsfrequenzbereich ist eine Resonanzbeteiligung bei Decken mit gleich hohen Eigenfrequenzen zu erwarten, wodurch der entsprechende Faktor $c_F = 0,8$ gewählt wird (nach DIN 4150-2 (2)). Nach den Übertragungsfunktionen nach Achmus (3), (4) ist bei der Betriebsfrequenz ein Verstärkungsfaktor von $c_{Decke} = 10$ zu erwarten (entspricht in etwa einer Verstärkung um 20 dB).

6 ERSCHÜTTERUNGSSIMMISSIONEN

6.1 VORBEMERKUNG

Im Folgenden wird für jede Bauphase und jedes der erschütterungsintensiven Baugeräte die entfernungsabhängige Erschütterungsimmission dargestellt. Dabei wird zunächst KB_{Fmax} in Abhängigkeit der Entfernung zur Erschütterungsquelle für repräsentative Gebäude ermittelt. Es erfolgt eine Gegenüberstellung mit dem unteren und oberen Anhaltswert nach DIN 4150 2 (2).

Bei Unterschreitung des unteren Anhaltswert sind keine unzumutbaren Erschütterungseinwirkungen zu erwarten (vgl. Abschnitt 2.3). Diese Unterschreitung tritt bei verschiedenen Entfernungen von der Erschütterungsquelle in Abhängigkeit der durchzuführenden Bautätigkeit auf.

Bei einer Überschreitung ist in einem zweiten Schritt die Beurteilungsschwingstärke zu bilden. Für die Berechnung der Beurteilungsschwingstärke ist die Dauer der tatsächlichen Einwirkung der erschütterungsintensiven Bautätigkeit und der Intensität der Erschütterungen erforderlich. Zu diesem Zweck wird die Einwirkzeit abgeschätzt (siehe [U5]) und mit der maximalen Einwirkzeit, welche der Beurteilungszeit entspricht, verglichen. Zu beachten ist dabei, dass sich die Baumaschinen im Falle der Wanderbaustelle entlang der Gleisachse bewegen und der Abstand eines Immissionsortes zur Erschütterungsquelle daher im zeitlichen Verlauf variiert. Eine Aussage zur maximalen Einwirkzeit ist daher trotz der Einteilung in Bauphasen in der Planungsphase mit Unsicherheiten behaftet.

Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf den Menschen in Gebäuden ist die Anzahl der Tage, an denen erschütterungsintensive Tätigkeiten durchgeführt werden, von Relevanz, da davon die Anhaltswerte nach der DIN 4150-2 (2) abhängig sind. Es wird daher die Einwirkdauer pro Objekt aufgrund des Baufortschritts abgeschätzt. In [U4] ist die angegebene Dauer der Baustelle mit insgesamt 301 Tagen angegeben. Unter Berücksichtigung der Einteilung der einzelnen Bauphasen können die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) aus Tabelle 1 für $26 \text{ Tage} < D \leq 78 \text{ Tage}$ herangezogen werden.

Anschließend werden zu jedem Baugerät die prognostizierten vertikalen Deckenschwinggeschwindigkeiten bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 50 % mit den Anhaltswerten nach der DIN 4150-3 (8) gegenübergestellt. Die horizontalen Schwingungen sind in der Regel nicht maßgebend, da der Übertragungsfaktor für die betrachteten Vorgänge wesentlich geringer ausfällt, als für vertikale Schwingungen.

6.2 BAUPHASE 1 UND 10

Für die Bewertung der Erschütterungsimmissionen in den Bauphasen 1 und 10 werden exemplarisch folgende Objekte untersucht:

Adresse	Gebietseinstufung	Nutzung
Sperberstraße 166	besonders schützenswert	Baptistengemeinde am Südring
Frankenstraße 210	Gemengelage (behandelt wie Mischgebiet)	Hauptzollamt Nürnberg
Frankenstraße 211	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 166	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 168 - 176	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 171	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 173	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 175	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 177	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 178	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	Gewerbegebiet	Gewerbe
Allersberger Straße 190	Gemeinbedarf Schule (behandelt wie Mischgebiet)	Karrierecenter der Bundeswehr
Jean-Paul-Platz 10	Gemeinbedarf Schule (behandelt wie Mischgebiet)	Schule

Tabelle 7: untersuchte Objekte für Bauphasen 1 und 10

6.2.1 ABBRUCHARBEITEN MIT BAGGERMONTIERTEM ABBRUCHMEISSEL

Die für die untersuchten Objekte aus Tabelle 7 prognostizierten maximalen bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} für den Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels sind in Tabelle 8 dargestellt. Zusätzlich wird die prognostiziert maximal mögliche Arbeitszeit pro Tag in Stunden angegeben, um die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} einzuhalten. Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe II sind zulässig, wenn die Hinweise der DIN 4150-2 eingehalten sind. Überschreitungen der Stufe III sind zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	3,064	Stufe III	Nein	0,25	0,50
Frankenstraße 210	1,972	Stufe III	Nein	0,75	1,50
Frankenstraße 211	0,681	Stufe II	Nein	5,50	12,50
Allersberger Straße 166	0,896	Stufe II	Nein	3,25	7,25
Allersberger Straße 168 - 176	2,658	Stufe III	Nein	0,25	0,75
Allersberger Straße 171	0,896	Stufe II	Nein	3,25	7,25
Allersberger Straße 173	0,604	Stufe II	Nein	7,00	15,75
Allersberger Straße 175	0,487	Stufe I	Nein	10,75	16,00
Allersberger Straße 177	0,442	Stufe I	Nein	13,25	16,00
Allersberger Straße 178	1,546	Stufe III	Nein	1,00	2,50
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	0,604	Stufe II	Nein	7,00	15,75
	1,972	Stufe III	Nein	0,75	1,50
	0,540	Stufe I	Nein	8,75	16,00
Allersberger Straße 190	2,658	Stufe III	Nein	0,25	0,75
Jean-Paul-Platz 10	0,238	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 8: Ergebnisse der Immissionsprognose für Abbrucharbeiten mit einem baggermontierten Abbruchmeißel in Bauphasen 1 und 10

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere bis hohe Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

6.2.2 VERDICHTUNGSARBEITEN

Die für die untersuchten Objekte aus Tabelle 7 prognostizierten maximalen bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} für den Einsatz einer Rüttelplatte sind in Tabelle 9 dargestellt. Für den Einsatz eines baggermontierten Anbauverdichters sind die Prognoseergebnisse in Tabelle 10, für den Einsatz eines Mehrzweckverdichters in Tabelle 11 und für den Einsatz einer Vibrationswalze in Tabelle 12 dargestellt. Zusätzlich wird jeweils die prognostiziert maximal mögliche Arbeitszeit pro Tag in Stunden angegeben, um die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} einzuhalten. Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe II sind zulässig, wenn die Hinweise der DIN 4150-2 eingehalten sind. Überschreitungen der Stufe III sind zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	1,091	Stufe III	Nein	2,25	4,75
Frankenstraße 210	0,709	Stufe II	Nein	5,00	11,50
Frankenstraße 211	0,284	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 166	0,355	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 168 - 176	0,946	Stufe II	Nein	2,75	6,50
Allersberger Straße 171	0,355	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 173	0,258	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 175	0,218	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 177	0,203	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 178	0,567	Stufe I	Nein	8,00	16,00
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	0,258	Nein	Nein	16,00	16,00
	0,709	Stufe II	Nein	5,00	11,50
	0,236	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 190	0,946	Stufe II	Nein	2,75	6,50
Jean-Paul-Platz 10	0,129	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 9: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte in Bauphasen 1 und 10

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz einer Rüttelplatte zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	1,755	Stufe III	Nein	0,75	1,75
Frankenstraße 210	1,141	Stufe III	Nein	2,00	4,50
Frankenstraße 211	0,456	Stufe I	Nein	12,25	16,00
Allersberger Straße 166	0,570	Stufe I	Nein	7,75	16,00
Allersberger Straße 168 - 176	1,521	Stufe III	Nein	1,00	2,50
Allersberger Straße 171	0,570	Stufe I	Nein	7,75	16,00
Allersberger Straße 173	0,415	Stufe I	Nein	14,75	16,00
Allersberger Straße 175	0,351	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 177	0,326	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 178	0,913	Stufe II	Nein	3,00	7,00
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	0,415	Stufe I	Nein	14,75	16,00
	1,141	Stufe III	Nein	2,00	4,50
	0,380	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 190	1,521	Stufe III	Nein	1,00	2,50
Jean-Paul-Platz 10	0,207	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 10: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einem baggermontierten hydraulischen Anbauverdichter in Bauphasen 1 und 10

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere bis hohe Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz eines baggermontierten Anbauverdichters zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	2,363	Stufe III	Nein	0,50	1,00
Frankenstraße 210	1,536	Stufe III	Nein	1,00	2,50
Frankenstraße 211	0,614	Stufe II	Nein	6,75	15,25
Allersberger Straße 166	0,768	Stufe II	Nein	4,25	9,75
Allersberger Straße 168 - 176	2,048	Stufe III	Nein	0,50	1,25
Allersberger Straße 171	0,768	Stufe II	Nein	4,25	9,75
Allersberger Straße 173	0,559	Stufe I	Nein	8,25	16,00
Allersberger Straße 175	0,473	Stufe I	Nein	11,50	16,00
Allersberger Straße 177	0,439	Stufe I	Nein	13,25	16,00
Allersberger Straße 178	1,229	Stufe III	Nein	1,75	3,75
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	0,559	Stufe I	Nein	8,25	16,00
	1,536	Stufe III	Nein	1,00	2,50
	0,512	Stufe I	Nein	9,75	16,00
Allersberger Straße 190	2,048	Stufe III	Nein	0,50	1,25
Jean-Paul-Platz 10	0,279	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 11: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einem Mehrzweckverdichter in Bauphasen 1 und 10

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere bis hohe Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz eines Mehrzweckverdichters zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	6,718	Stufe III	Ja	0,00	0,25
Frankenstraße 210	4,367	Stufe III	Nein	0,25	0,25
Frankenstraße 211	1,747	Stufe III	Nein	0,75	2,00
Allersberger Straße 166	2,183	Stufe III	Nein	0,50	1,25
Allersberger Straße 168 - 176	5,822	Stufe III	Ja	0,00	0,25
Allersberger Straße 171	2,183	Stufe III	Nein	0,50	1,25
Allersberger Straße 173	1,588	Stufe III	Nein	1,00	2,25
Allersberger Straße 175	1,344	Stufe III	Nein	1,50	3,25
Allersberger Straße 177	1,248	Stufe III	Nein	1,75	3,75
Allersberger Straße 178	3,493	Stufe III	Nein	0,25	0,50
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	1,588	Stufe III	Nein	1,00	2,25
	4,367	Stufe III	Nein	0,25	0,25
	1,456	Stufe III	Nein	1,25	2,75
Allersberger Straße 190	5,822	Stufe III	Nein	0,00	0,25
Jean-Paul-Platz 10	0,794	Stufe II	Nein	4,00	9,25

Tabelle 12: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze in Bauphasen 1 und 10

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind hohe bis sehr hohe Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz einer Vibrationswalze zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen können bei einigen Gebäuden oberhalb von 10 mm/s liegen. Bei dem Einsatz der Vibrationswalze sind in dieser Bauphase aufgrund der Nähe der umliegenden Bebauung Gebäudeschäden nicht mehr auszuschließen.

6.3 BAUPHASE 2 UND 20

Für die Bewertung der Erschütterungsimmissionen in den Bauphasen 2 und 20 werden exemplarisch folgende Objekte untersucht:

Adresse	Gebietseinstufung	Nutzung
Sperberstraße 166	besonders schützenswert	Baptistengemeinde am Südring
Frankenstraße 210	Gemengelage (behandelt wie Mischgebiet)	Hauptzollamt Nürnberg
Frankenstraße 211	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 176	Wohngebiet	Wohnbebauung
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	Gewerbegebiet	Gewerbe
Allersberger Straße 190	Gemeinbedarf Schule (behandelt wie Mischgebiet)	Karrierecenter der Bundeswehr

Tabelle 13: untersuchte Objekte für Bauphasen 2 und 20

6.3.1 ABBRUCHARBEITEN MIT BAGGERMONTIERTEM ABBRUCHMEISSEL

Die für die untersuchten Objekte aus Tabelle 13 prognostizierten maximalen bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} für den Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels sind in Tabelle 14 dargestellt. Zusätzlich wird die prognostiziert maximal mögliche Arbeitszeit pro Tag in Stunden angegeben, um die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} einzuhalten. Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe II sind zulässig, wenn die Hinweise der DIN 4150-2 eingehalten sind. Überschreitungen der Stufe III sind zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	3,064	Stufe III	Nein	0,25	0,50
Frankenstraße 210	1,258	Stufe III	Nein	1,50	3,75
Frankenstraße 211	0,340	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 176	0,254	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	0,442	Stufe I	Nein	13,25	16,00
	0,540	Stufe I	Nein	8,75	16,00
Allersberger Straße 190	2,658	Stufe III	Nein	0,25	0,75

Tabelle 14: Ergebnisse der Immissionsprognose für Abbrucharbeiten mit einem baggermontierten Abbruchmeißel in Bauphasen 2 und 20

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere bis hohe Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

6.3.2 VERDICHTUNGSARBEITEN

Die für die untersuchten Objekte aus Tabelle 13 prognostizierten maximalen bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} für den Einsatz einer Rüttelplatte sind in Tabelle 15 dargestellt. Für den Einsatz eines baggermontierten Anbauverdichters sind die Prognoseergebnisse in Tabelle 16, für den Einsatz eines Mehrzweckverdichters in Tabelle 17 und für den Einsatz einer Vibrationswalze in Tabelle 18 dargestellt. Zusätzlich wird jeweils die prognostiziert maximal mögliche Arbeitszeit pro Tag in Stunden angegeben, um die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} einzuhalten. Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe II sind zulässig, wenn die Hinweise der DIN 4150-2 eingehalten sind. Überschreitungen der Stufe III sind zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	1,091	Stufe III	Nein	2,25	4,75
Frankenstraße 210	0,473	Stufe I	Nein	11,50	16,00
Frankenstraße 211	0,167	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 176	0,135	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	0,203	Nein	Nein	16,00	16,00
	0,236	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 190	0,946	Stufe II	Nein	2,75	6,50

Tabelle 15: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte in Bauphasen 2 und 20

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere bis hohe Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz einer Rüttelplatte zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	1,755	Stufe III	Nein	0,75	1,75
Frankenstraße 210	0,761	Stufe II	Nein	4,50	10,00
Frankenstraße 211	0,268	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 176	0,217	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	0,326	Stufe I	Nein	16,00	16,00
	0,380	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 190	1,521	Stufe III	Nein	1,00	2,50

Tabelle 16: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einem baggermontierten hydraulischen Anbauverdichter in Bauphasen 2 und 20

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere bis hohe Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz eines baggermontierten Anbauverdichters zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	2,363	Stufe III	Nein	0,50	1,00
Frankenstraße 210	1,024	Stufe III	Nein	2,50	5,50
Frankenstraße 211	0,361	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 176	0,293	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	0,439	Stufe I	Nein	13,25	16,00
	0,512	Stufe I	Nein	9,75	16,00
Allersberger Straße 190	2,048	Stufe III	Nein	0,50	1,25

Tabelle 17: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einem Mehrzweckverdichter in Bauphasen 2 und 20

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere bis hohe Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz eines Mehrzweckverdichters zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Sperberstraße 166	6,718	Stufe III	Ja	0,00	0,25
Frankenstraße 210	2,911	Stufe III	Nein	0,25	0,75
Frankenstraße 211	1,027	Stufe III	Nein	2,50	5,50
Allersberger Straße 176	0,832	Stufe II	Nein	3,75	8,25
Allersberger Straße 185 (mehrere Gebäudeteile)	1,248	Stufe III	Nein	1,75	3,75
	1,456	Stufe III	Nein	1,25	2,75
Allersberger Straße 190	5,822	Stufe III	Nein	0,00	0,25

Tabelle 18: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze in Bauphasen 2 und 20

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind hohe bis sehr hohe Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz einer Vibrationswalze zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen können bei einigen Gebäuden oberhalb von 10 mm/s liegen. Bei dem Einsatz der Vibrationswalze sind in dieser Bauphase aufgrund der Nähe der umliegenden Bebauung Gebäudeschäden nicht mehr auszuschließen.

6.4 BAUPHASE 3

Für die Bewertung der Erschütterungsimmissionen in der Bauphase 3 werden exemplarisch folgende Objekte untersucht:

Adresse	Gebietseinstufung	Nutzung
Frankenstraße 210	Gemengelage (behandelt wie Mischgebiet)	Hauptzollamt Nürnberg
Sperberstraße 166	besonders schützenswert	Baptistengemeinde am Südring
Allersberger Straße 185	Gewerbegebiet	Gewerbe
Markomannstraße 11	Wohngebiet	Wohnbebauung
Markomannstraße 18	Wohngebiet	Wohnbebauung
Markomannstraße 20	Wohngebiet	Wohnbebauung
Markomannstraße 22	Wohngebiet	Wohnbebauung
Rankestraße 85	Wohngebiet	Wohnbebauung

Tabelle 19: untersuchte Objekte für Bauphase 3

6.4.1 ABBRUCHARBEITEN MIT BAGGERMONTIERTEM ABBRUCHMEISSEL

Die für die untersuchten Objekte aus Tabelle 19 prognostizierten maximalen bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} für den Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels sind in Tabelle 20 dargestellt. Zusätzlich wird die prognostiziert maximal mögliche Arbeitszeit pro Tag in Stunden angegeben, um die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} einzuhalten. Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe II sind zulässig, wenn die Hinweise der DIN 4150-2 eingehalten sind. Überschreitungen der Stufe III sind zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	0,540	Stufe I	Nein	8,75	16,00
Sperberstraße 166	0,776	Stufe II	Nein	4,25	9,50
Allersberger Straße 185	0,403	Stufe I	Nein	15,75	16,00
Markomannstraße 11	0,238	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 18	0,540	Stufe I	Nein	8,75	16,00
Markomannstraße 20	0,487	Stufe I	Nein	10,75	16,00
Markomannstraße 22	0,403	Stufe I	Nein	15,75	16,00
Rankestraße 85	0,187	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 20: Ergebnisse der Immissionsprognose für Abbrucharbeiten mit einem baggermontierten Abbruchmeißel in Bauphase 3

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind geringe bis mittlere Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

6.4.2 VERDICHTUNGSARBEITEN

Die für die untersuchten Objekte aus Tabelle 19 prognostizierten maximalen bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} für den Einsatz einer Rüttelplatte sind in Tabelle 21 dargestellt. Für den Einsatz eines baggermontierten Anbauverdichters sind die Prognoseergebnisse in Tabelle 22, für den Einsatz eines Mehrzweckverdichters in Tabelle 23 und für den Einsatz einer Vibrationswalze in Tabelle 24 dargestellt. Zusätzlich wird jeweils die maximal prognostiziert mögliche Arbeitszeit pro Tag in Stunden angegeben, um die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} einzuhalten. Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe II sind zulässig, wenn die Hinweise der DIN 4150-2 eingehalten sind. Überschreitungen der Stufe III sind zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	0,236	Nein	Nein	16,00	16,00
Sperberstraße 166	0,315	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 185	0,189	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 11	0,129	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 18	0,236	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 20	0,218	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 22	0,189	Nein	Nein	16,00	16,00
Rankestraße 85	0,109	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 21: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte in Bauphase 3

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind geringe bis mittlere Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz einer Rüttelplatte zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	0,380	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Sperberstraße 166	0,507	Stufe I	Nein	10,00	16,00
Allersberger Straße 185	0,304	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 11	0,207	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 18	0,380	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 20	0,351	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 22	0,304	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Rankestraße 85	0,176	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 22: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einem baggermontierten hydraulischen Anbauverdichter in Bauphase 3

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind geringe bis mittlere Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz eines baggermontierten Anbauverdichters zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	0,512	Stufe I	Nein	9,75	16,00
Sperberstraße 166	0,683	Stufe II	Nein	5,50	12,25
Allersberger Straße 185	0,410	Stufe I	Nein	15,25	16,00
Markomannstraße 11	0,279	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 18	0,512	Stufe I	Nein	9,75	16,00
Markomannstraße 20	0,473	Stufe I	Nein	11,50	16,00
Markomannstraße 22	0,410	Stufe I	Nein	15,25	16,00
Rankestraße 85	0,236	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 23: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einem Mehrzweckverdichter in Bauphase 3

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind geringe bis mittlere Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz eines Mehrzweckverdichters zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	1,456	Stufe III	Nein	1,25	2,75
Sperberstraße 166	1,941	Stufe III	Nein	0,75	1,50
Allersberger Straße 185	1,164	Stufe III	Nein	2,00	4,25
Markomannstraße 11	0,794	Stufe II	Nein	4,00	9,25
Markomannstraße 18	1,456	Stufe III	Nein	1,25	2,75
Markomannstraße 20	1,344	Stufe III	Nein	1,50	3,25
Markomannstraße 22	1,164	Stufe III	Nein	2,00	4,25
Rankestraße 85	0,672	Stufe II	Nein	5,75	12,75

Tabelle 24: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze in Bauphase 3

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere bis hohe Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz einer Vibrationswalze zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

6.5 BAUPHASE 4

Für die Bewertung der Erschütterungsimmissionen in der Bauphase 4 werden exemplarisch folgende Objekte untersucht:

Adresse	Gebietseinstufung	Nutzung
Frankenstraße 210	Gemengelage (behandelt wie Mischgebiet)	Hauptzollamt Nürnberg
Allersberger Straße 185	Gewerbegebiet	Gewerbe
Markomannstraße 18	Wohngebiet	Wohnbebauung
Markomannstraße 20	Wohngebiet	Wohnbebauung
Markomannstraße 22	Wohngebiet	Wohnbebauung
Markomannstraße 26	Wohngebiet	Wohnbebauung
Markomannstraße 28	Wohngebiet	Wohnbebauung
Rankestraße 85	Wohngebiet	Wohnbebauung

Tabelle 25: untersuchte Objekte für Bauphase 4

6.5.1 ABBRUCHARBEITEN MIT BAGGERMONTIERTEM ABBRUCHMEISSEL

Die für die untersuchten Objekte aus Tabelle 25 prognostizierten maximalen bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} für den Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels sind in Tabelle 26 dargestellt. Zusätzlich wird die prognostiziert maximal mögliche Arbeitszeit pro Tag in Stunden angegeben, um die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} einzuhalten. Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe II sind zulässig, wenn die Hinweise der DIN 4150-2 eingehalten sind. Überschreitungen der Stufe III sind zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	0,442	Stufe I	Nein	13,25	16,00
Allersberger Straße 185	0,442	Stufe I	Nein	13,25	16,00
Markomannstraße 18	0,776	Stufe II	Nein	4,25	9,50
Markomannstraße 20	0,776	Stufe II	Nein	4,25	9,50
Markomannstraße 22	0,896	Stufe II	Nein	3,25	7,25
Markomannstraße 26	0,604	Stufe II	Nein	7,00	15,75
Markomannstraße 28	0,540	Stufe I	Nein	8,75	16,00
Rankestraße 85	0,403	Stufe I	Nein	15,75	16,00

Tabelle 26: Ergebnisse der Immissionsprognose für Abbrucharbeiten mit einem baggermontierten Abbruchmeißel in Bauphase 4

Nach der Einstufung der Erschütterungsmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere Erschütterungsmissionen bei dem Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

6.5.2 VERDICHTUNGSARBEITEN

Die für die untersuchten Objekte aus Tabelle 25 prognostizierten maximalen bewerteten Schwingstärken KB_{Fmax} für den Einsatz einer Rüttelplatte sind in Tabelle 27 dargestellt. Für den Einsatz eines baggermontierten Anbauverdichters sind die Prognoseergebnisse in Tabelle 28, für den Einsatz eines Mehrzweckverdichters in Tabelle 29 und für den Einsatz einer Vibrationswalze in Tabelle 30 dargestellt. Zusätzlich wird jeweils die prognostiziert maximal mögliche Arbeitszeit pro Tag in Stunden angegeben, um die Anhaltswerte der DIN 4150-2 (2) für die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTT} einzuhalten. Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe II sind zulässig, wenn die Hinweise der DIN 4150-2 eingehalten sind. Überschreitungen der Stufe III sind zu vermeiden. Entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	0,203	Nein	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 185	0,203	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 18	0,315	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 20	0,315	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 22	0,355	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 26	0,258	Nein	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 28	0,236	Nein	Nein	16,00	16,00
Rankestraße 85	0,189	Nein	Nein	16,00	16,00

Tabelle 27: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einer Rüttelplatte in Bauphase 4

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind geringe bis mittlere Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz einer Rüttelplatte zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	0,326	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Allersberger Straße 185	0,326	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Markomannstraße 18	0,507	Stufe I	Nein	10,00	16,00
Markomannstraße 20	0,507	Stufe I	Nein	10,00	16,00
Markomannstraße 22	0,570	Stufe I	Nein	7,75	16,00
Markomannstraße 26	0,415	Stufe I	Nein	14,75	16,00
Markomannstraße 28	0,380	Stufe I	Nein	16,00	16,00
Rankestraße 85	0,304	Stufe I	Nein	16,00	16,00

Tabelle 28: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einem baggermontierten hydraulischen Anbauverdichter in Bauphase 4

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz eines baggermontierten Anbauverdichters zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	0,439	Stufe I	Nein	13,25	16,00
Allersberger Straße 185	0,439	Stufe I	Nein	13,25	16,00
Markomannstraße 18	0,683	Stufe II	Nein	5,50	12,25
Markomannstraße 20	0,683	Stufe II	Nein	5,50	12,25
Markomannstraße 22	0,768	Stufe II	Nein	4,25	9,75
Markomannstraße 26	0,559	Stufe I	Nein	8,25	16,00
Markomannstraße 28	0,512	Stufe I	Nein	9,75	16,00
Rankestraße 85	0,410	Stufe I	Nein	15,25	16,00

Tabelle 29: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einem Mehrzweckverdichter in Bauphase 4

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind mittlere Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz eines Mehrzweckverdichters zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

Adresse	KB_{Fmax}	Überschreitung		Arbeitszeit pro Tag (A_r eingehalten) [h]	
		A_u	A_o	Stufe II	Stufe III
Frankenstraße 210	1,248	Stufe III	Nein	1,75	3,75
Allersberger Straße 185	1,248	Stufe III	Nein	1,75	3,75
Markomannstraße 18	1,941	Stufe III	Nein	0,75	1,50
Markomannstraße 20	1,941	Stufe III	Nein	0,75	1,50
Markomannstraße 22	2,183	Stufe III	Nein	0,50	1,25
Markomannstraße 26	1,588	Stufe III	Nein	1,00	2,25
Markomannstraße 28	1,456	Stufe III	Nein	1,25	2,75
Rankestraße 85	1,164	Stufe III	Nein	2,00	4,25

Tabelle 30: Ergebnisse der Immissionsprognose für Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze in Bauphase 4

Nach der Einstufung der Erschütterungsimmissionen in Abschnitt 5.1 sind hohe Erschütterungsimmissionen bei dem Einsatz einer Vibrationswalze zu erwarten. Die prognostizierten vertikalen Deckenschwingungen liegen mit hoher Wahrscheinlichkeit unterhalb von 10 mm/s. Nach den Anhaltswerten der DIN 4150-3 (8) ist von Gebäudeschäden nicht auszugehen.

7 SCHUTZMASSNAHMEN

7.1 VORBEMERKUNG

Vor allem beim Einsatz von emissionsintensiven Geräten wie Rüttlern, Bodenverdichtern oder baggermontierten Abbruchmeißeln kann es aufgrund von Resonanzerscheinungen der Erschütterungsemissionen und Deckeneigenfrequenzen von Anliegergebäuden zu spürbaren Erschütterungsimmissionen kommen. Diese sind fast ausschließlich nur im Anlassfall durch Änderung der Erregerfrequenzen, durch die Wahl eines anderen Baugerätes oder eines anderen Bauverfahrens zu beeinflussen. Im Folgenden werden die empfohlenen Schutzmaßnahmen beschrieben.

Die folgenden organisatorischen und technischen Maßnahmen werden für Anwohner empfohlen, welche sich innerhalb eines 100 m Radius von Abbrucharbeiten mit einem baggermontierten Abbruchmeißel oder Verdichtungsarbeiten mit einer Vibrationswalze befinden. Für andere erschütterungsintensive Arbeiten (Einsatz von Rüttelplatten oder baggermontierten Anbauverdichtern) werden die Maßnahmen für Anwohner empfohlen, welche sich innerhalb eines Radius von 50 m zur Erschütterungsquelle befinden:

- Eine umfassende Information über die Art und Dauer (Gesamtdauer und Einsatzzeit) sowie über die Größe der zu erwartenden Erschütterungen wird den Betroffenen zur Verfügung gestellt.
- Über den Zweck und die Unvermeidlichkeit der Bauarbeiten und der damit verbundenen Erschütterungen werden die Betroffenen aufgeklärt.
- Betriebliche bzw. organisatorische Maßnahmen, z. B. Einhalten definierter Pausen- und Ruhezeiten, langsame Steigerung der dynamischen Anregung zur Vermeidung von Schreckreaktionen werden empfohlen.
- Eine Ansprechperson oder ein Ombudsmann wird benannt, welcher im Anlassfall kontaktiert werden kann,
- Die Betroffenen werden über die Schadenswirkung von Erschütterungen auf Gebäude aufgeklärt.
- Eine Beweissicherung wird für erschütterungsrelevante Bauarbeiten empfohlen, die im Abstand < 100 m zur Erschütterungsquelle liegen (bzw. 50 m, falls auf den Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels und einer Vibrationswalze verzichtet wird).
- Anpassen des Geräteeinsatzes an die jeweilige Situation abhängig von der Bauphase.
- Beim Einsatz eines baggermontierten Abbruchmeißels ist darauf zu achten, dass die Betriebsfrequenz außerhalb der typischen Eigenfrequenzen für Decken gehalten wird. Für die Betriebsfrequenz empfiehlt sich $f \ll 8$ Hz bzw. $f \ll 480$ 1/min.

- In Abhängigkeit von der Bauphase sind erschütterungsarme Bauverfahren zu bevorzugen (kleinteilige Abbrüche mittels einer hydraulischen Abbruchzange oder mittels Schneiden und Abkranen anstelle des Einsatzes eines baggermontierten Abbruchmeißels, Verdichten mittels einer Oszillationswalze oder einer leichteren Verdichterklasse wie Rüttler oder baggermontierte Anbauverdichter anstelle des Einsatzes einer Vibrationswalze).
- Ein Angebot zur Kostenübernahme für Hotelübernachtungsmöglichkeiten für stark betroffener Anlieger wird empfohlen, wenn die Überschreitung der Stufe III nach DIN 4150-2 erfolgt.
- Es werden begleitende Erschütterungsmessungen während der Bauausführung in den besonders betroffenen Objekten empfohlen.
- Nach Vorlage der Detailplanung ist einer Fortschreibung der Unterlagen mit dem detaillierten Geräteeinsatz vorzusehen.
- Der Einsatz eines Immissionsschutzbeauftragten zur Bauüberwachung wird empfohlen.

Im Folgenden wird für die einzelnen Bauphasen eine Empfehlung der genannten Maßnahmen formuliert.

7.2 BAUSTELLENEINRICHTUNGSFLÄCHEN

Zur Abwicklung des Bauvorhabens sind Baustelleneinrichtungsflächen vorgesehen. In der Regel sind relevante Erschütterungsemissionen hier nicht zu erwarten und werden daher nicht näher betrachtet.

Im Falle von Verdichtungsarbeiten auf Baustelleneinrichtungsflächen ist auf die Ausführungen zu den Verdichtungsarbeiten aus den Abschnitten 5.4 und 6 zu achten. Durch den Einsatz von Oszillationswalzen statt Vibrationswalzen können die Erschütterungen deutlich minimiert werden.

7.3 BAUPHASE 1 UND 10

In Bauphasen 1 und 10 sind die Einsatzzeiten für baggermontierte Abbruchmeißel und Vibrationswalzen stark zu reduzieren, um die Anhaltswerte A_r der DIN 4150-2 (2) einzuhalten. Zudem sind Gebäudeschäden bei dem Einsatz von Vibrationswalzen nicht auszuschließen. Es wird empfohlen, erschütterungsärmere Bauverfahren für den Abbruch und leichtere Geräte für die Verdichtung anzuordnen oder die Bauarbeiten erschütterungstechnisch zu überwachen. Durch den Einsatz von Oszillationswalzen statt Vibrationswalzen können die Erschütterungen deutlich minimiert werden.

Für die Baptistengemeinde (Sperberstraße 166) ist der Einsatz von anderen Verdichtungsgeräten ebenfalls stark einzuschränken. Es wird empfohlen, in Absprache mit der Gemeinde während der Gottesdienste, Messen oder ähnlichen Veranstaltungen auf erschütterungsintensive Arbeiten zu verzichten.

7.4 BAUPHASE 2 UND 20

In Bauphasen 2 und 20 sind die Einsatzzeiten für baggermontierte Abbruchmeißel und Vibrationswalzen stark zu reduzieren, um die Anhaltswerte A_r der DIN 4150-2 (2) einzuhalten. Zudem sind Gebäudeschäden bei dem Einsatz von Vibrationswalzen nicht auszuschließen. Es wird empfohlen, erschütterungsärmere Bauverfahren für den Abbruch und leichtere Geräte für die Verdichtung anzuordnen oder die Bauarbeiten erschütterungstechnisch zu überwachen. Durch den Einsatz von Oszillationswalzen statt Vibrationswalzen können die Erschütterungen deutlich minimiert werden.

Für die Baptistengemeinde (Sperberstraße 166) ist der Einsatz von anderen Verdichtungsgeräten ebenfalls stark einzuschränken. Es wird daher empfohlen, in Absprache mit der Gemeinde während der Gottesdienste, Messen oder ähnlichen Veranstaltungen auf den Betrieb erschütterungsintensiver Arbeiten zu verzichten.

7.5 BAUPHASE 3

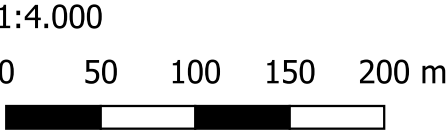
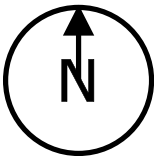
In Bauphase 3 sind die Einsatzzeiten für Vibrationswalzen stark zu reduzieren, um die Anhaltswerte A_r der DIN 4150-2 (2) einzuhalten. Es wird empfohlen leichtere Geräte für die Verdichtung anzuordnen. Durch den Einsatz von Oszillationswalzen statt Vibrationswalzen können die Erschütterungen deutlich minimiert werden.

7.6 BAUPHASE 4

In Bauphase 4 sind die Einsatzzeiten für Vibrationswalzen stark zu reduzieren, um die Anhaltswerte A_r der DIN 4150-2 (2) einzuhalten. Es wird empfohlen leichtere Geräte für die Verdichtung anzuordnen. Durch den Einsatz von Oszillationswalzen statt Vibrationswalzen können die Erschütterungen deutlich minimiert werden.

8 ANLAGEN

Anlage-Nr.	Beschreibung
1.1	Planungsumgriff
1.2	Gebietseinstufung
1.3	Übersicht der Bauabschnitte



Legende:

 Planungsumgriff



Projekt:
**Brunecker Straße
Rückbau Bayernwanne**

Titel:
Planungsumgriff

Plan- bzw. Anlagenummer:
A 1.1

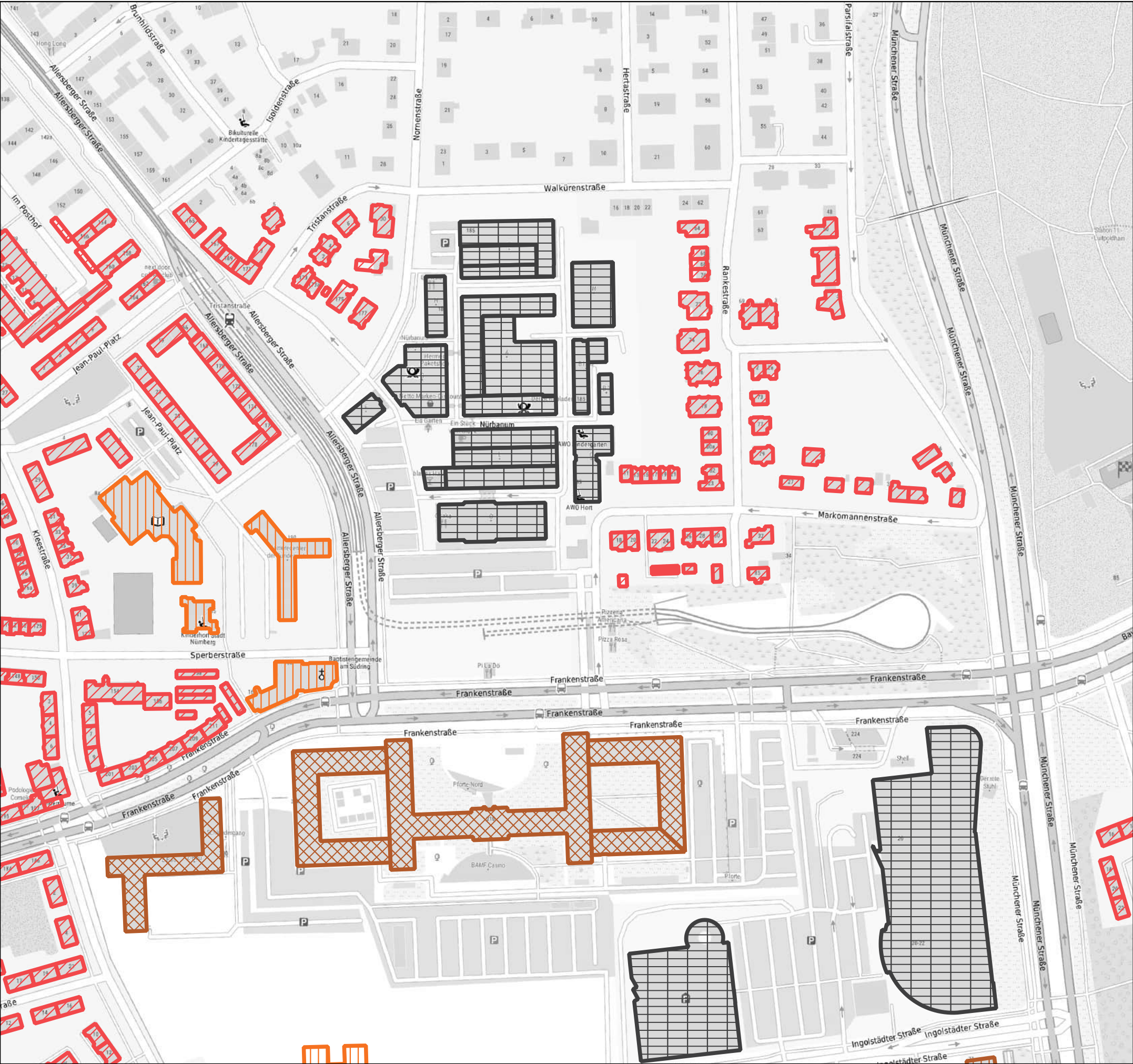
Bearbeiter:
T. Tietze

Projektnummer:
22/7009



FCP IBU GmbH

Immissionsschutz
Baudynamik
Umweltingenieurwesen



- Legende:
- Gebietseinstufung nach BauNVO
- Gewerbegebiet / Industriegebiet
 - Kerngebiet
 - Mischgebiet
 - allgemeines Wohngebiet
 - Sondergebiet

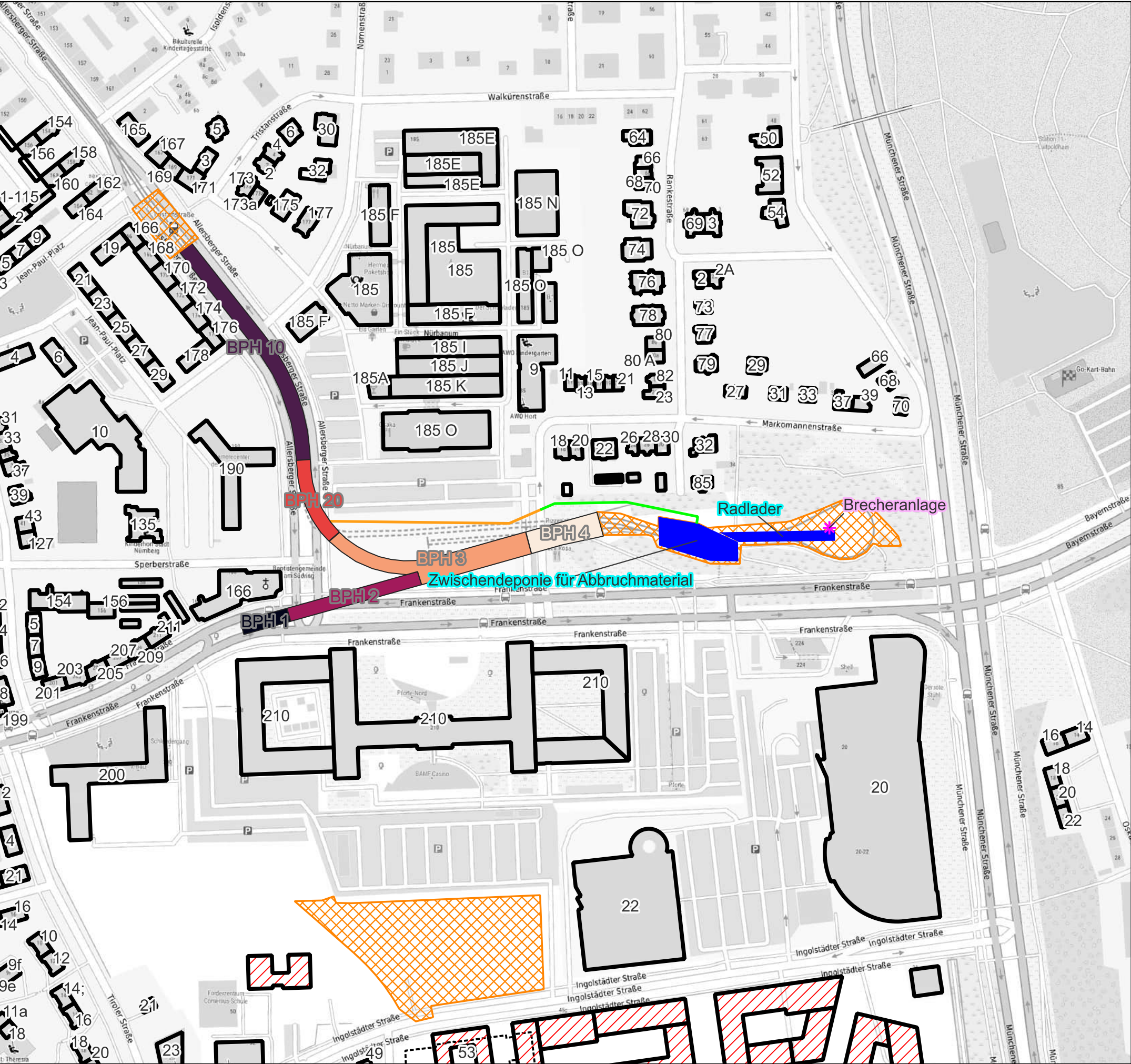
Projekt:
**Brunecker Straße
Rückbau Bayernwanne**

Titel:
Gebietseinstufung

Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.2

Bearbeiter:
T. Tietze

Projektnummer:
22/7009



- Legende:
- Immissionsorte
- Gebäude im Rechenmodell
- Baustellenflächen
- BPH 1
 - BPH 10
 - BPH 2
 - BPH 20
 - BPH 3
 - BPH 4
 - sonstige Baustellenfläche
- Brecheranlage
- Baustraße
- Baustraße mit Schallschutzwand
- Baustelleneinrichtungsfläche

Projekt:
**Brunecker Straße
Rückbau Bayernwanne**

Titel:
**Übersicht
Baustellenflächen**

Plan- bzw. Anlagennummer:
A 1.3

Bearbeiter:
T. Tietze

Projektnummer:
22/7009