

Erschütterungstechnische Untersuchung

Beseitigung des Bahnübergangs Nabburg

- Untersuchung zu baubedingten Immissionen -

Bericht Nr. 090-6119

im Auftrag von

Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach

Bamberg, im Oktober 2020

Erschütterungstechnische Untersuchung

Beseitigung des Bahnübergangs Nabburg
- Untersuchung zu baubedingten Immissionen -

Bericht-Nr.: 090-6119

Datum: 26.10.2020

Auftraggeber: Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach
Archivstraße 1
92224 Amberg

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Mußstraße 18
D-96047 Bamberg
T + 49 951 160 952 – 0
F + 49 951 160 952 – 99
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Hans Högg
B.A. Sascha Neumann

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung.....	8
2.	Örtliche Gegebenheiten.....	8
3.	Bauablauf	9
3.1	Bauablaufplan	9
3.2	Maschineneinsatzplan.....	10
4.	Grundlagen.....	10
4.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.....	10
4.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen.....	13
4.3	Einwirkungen auf empfindliche Geräte.....	15
5.	Untersuchungen	16
5.1	Geologie.....	16
5.2	Prognosemodell	16
5.3	Erschütterungsquellen	18
5.4	Prognose der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen	18
5.5	Bewertung.....	23
5.6	Minderung der baubedingten Immissionen	25
6.	Anlagen.....	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Auszug aus dem Bauwerksplan zur Darstellung des Bereichs der Baumaßnahme in der Stadt Nabburg.....	8
Abbildung 2:	Abstandsabhängige Amplitude der Schwinggeschwindigkeit am Gebäudefundament infolge von Vibrationsrammungen.....	20
Abbildung 3:	Abstandsabhängige Amplitude der Schwinggeschwindigkeit am Gebäudefundament infolge von Oberflächenverdichtungen	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2	11
Tabelle 2:	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach Tab. 1 der DIN 4150-2.....	12
Tabelle 3:	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen.....	14
Tabelle 4:	VC-Linien zur Bewertung empfindlicher Geräte.....	15
Tabelle 5:	Darstellung erschütterungsrelevanter Bautätigkeiten	18

Grundlagenverzeichnis

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 103 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- [2] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [3] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [4] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016
- [5] VDI-Richtlinie 2038 Blatt 2: Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik. Ausgabedatum: Januar 2013
- [6] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013
- [7] Prognose und Bewertung von Bauwerkserschütterungen infolge Tiefbauarbeiten, Achmus M., Bautechnik 92 (2015), Heft 9
- [8] Bauwerksplan, Unterlage/Blatt Nr. 6/1b, Planverfasser: Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach, Stand Oktober 2020
- [9] Lageplan Nutzung/Gebietscharakter, Unterlage/Blatt Nr. 3.1b, Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach, Stand: Mai 2020
- [10] Geräteliste bauzeitliche Umfahrung, Planungsgemeinschaft Geoversum, Stand: 21.10.2020
- [11] Geräteliste Brückenbau, Planungsgemeinschaft Geoversum, Stand: 21.10.2020
- [12] Geräteliste Straßenbau BW 1-01, Planungsgemeinschaft Geoversum, Stand: 21.10.2020
- [13] Beseitigung des Bahnüberganges in Nabburg, Konzeption Bauablaufplan, Planverfasser: Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach, Stand 06.10.2020
- [14] Geologisch-geotechnische Berichte, St 2040, Beseitigung des Bahnübergangs in Nabburg, Baugeologisches Büro Bauer, Stand: 06.05.2019
- [15] Ortsbesichtigung, Möhler + Partner Ingenieure AG, 10.07.2019
- [16] Geräteprogramme von Baumaschinen-Hersteller; <https://www.abi-gmbh.com/sitemap.html> bzw. <https://www.bomag.com/de-de/>; Abruf: 25.07.2019
- [17] Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)

Zusammenfassung

Um den Verkehrsfluss auf der Staatsstraße 2040 zu verbessern, plant das Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach die Beseitigung des bisherigen beschränkten Bahnübergangs und den Neubau einer Eisenbahnüberführung mit geänderter Straßenführung im Bereich der Stadt Nabburg.

Im Rahmen einer erschütterungstechnischen Untersuchung wurden die Einwirkungen der Baumaßnahme auf bauliche Anlagen, Menschen in Gebäuden sowie auf erschütterungsempfindliche Geräte prognostiziert und bewertet.

Demzufolge kann für die Anwesen in unmittelbarer Nähe zur Baumaßnahme nicht ausgeschlossen werden, dass zumindest zeitweise relevante baubedingte Erschütterungsimmissionen auftreten werden. Infolgedessen ist bei baubedingten Erschütterungen für diese Gebäude ein Schutzmaßnahmenkonzept zweckmäßig, um erhebliche Belästigungen für die Anwohner durch die Baumaßnahme zu vermeiden. Dieses Schutzmaßnahmenkonzept beinhaltet insbesondere folgende Maßnahmen:

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen. Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Erschütterungen weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

- Umfassende Information der betroffenen Gemeinden und Anwohner im Vorfeld der Baumaßnahmen

Die Information über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude kann insbesondere enthalten, dass etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten sind.

- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können.
- Durchführung von gebäudetechnischen Beweissicherungen vor bzw. nach Ende der Baumaßnahmen für ausgewählte Gebäude im Bereich der Baumaßnahmen.

Zur Dokumentation vorhandener Vorschädigungen und zur späteren Abwehr von Schadensersatzansprüchen werden gebäudetechnische Beweissicherungen an ausgewählten Gebäuden in einem 50 m-Korridor um die Baumaßnahme vorgeschlagen.

- Nachweis der tatsächlich aufgetretenen Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung.

Zur Dokumentation der tatsächlich auftretenden Erschütterungen werden für exponiert gelegene und besonders schützenswerte Gebäude erschütterungstechnische Überwachungsmessungen an folgenden Gebäuden vorgeschlagen.

- Alter Brückenweg 4
- Am Haberstroh 3
- Austraße 9
- Bahnweg 10
- Bahnhofstraße 21
- Mühlweg 4
- Oberviechtacher Straße 4
- Perschener Straße 1
- Ramgraben 18
- Rankenweg 7
- Regensburger Straße 44
- Turnhallenweg 8

Vorsorglich werden für den Baugrubenverbau und die Verdichtungsarbeiten zudem weitergehende Maßnahmen (z. B. Vorbohren beim Verbau, Beschränkung des Gewichts der eingesetzten Verdichtungsgeräte oder oszillierende Verdichtungsgeräte) vorgeschlagen.

Sofern unumgängliche, erschütterungsintensive Bautätigkeiten im nächtlichen Beurteilungszeitraum (22:00 bis 6:00 Uhr) stattfinden, ist für folgende Anwesen mit potentieller Überschreitung der Anhaltswerte Ersatzwohnraum zur Verfügung zu stellen:

- Alter Brückenweg 1, 2, 3, 4, 5, 7
- Austraße 3, 7, 9
- Mühlweg 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15
- Ramgraben 14, 16, 18
- Turnhallenweg 8, 10, 12, 14, 20

1. Aufgabenstellung

Das Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach plant aufgrund der erheblichen Beeinträchtigung des Verkehrsflusses die Beseitigung des Bahnübergangs für die Staatsstraße 2040 bei ca. Bahn-km 58,7 der Bahnlinie 5860 „Regensburg - Weiden“ in der Stadt Nabburg.

Für die durchzuführenden Baumaßnahmen ist im Rahmen einer Prognose eine Abschätzung der Erschütterungen aus dem Baubetrieb und die sich daraus ergebenden Betroffenheiten durchzuführen. In einem weiteren Schritt sollen Maßnahmen zur Minimierung aufgezeigt und ein Vorschlag für die messtechnische Überwachung gemacht werden.

Mit der Durchführung der erschütterungstechnischen Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG vom Staatlichen Bauamt Amberg-Sulzbach mit Schreiben vom 03.06.2019 beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Der nachfolgende Auszug aus dem Bauwerksplan zeigt den Bereich der Baumaßnahme in der Stadt Nabburg.

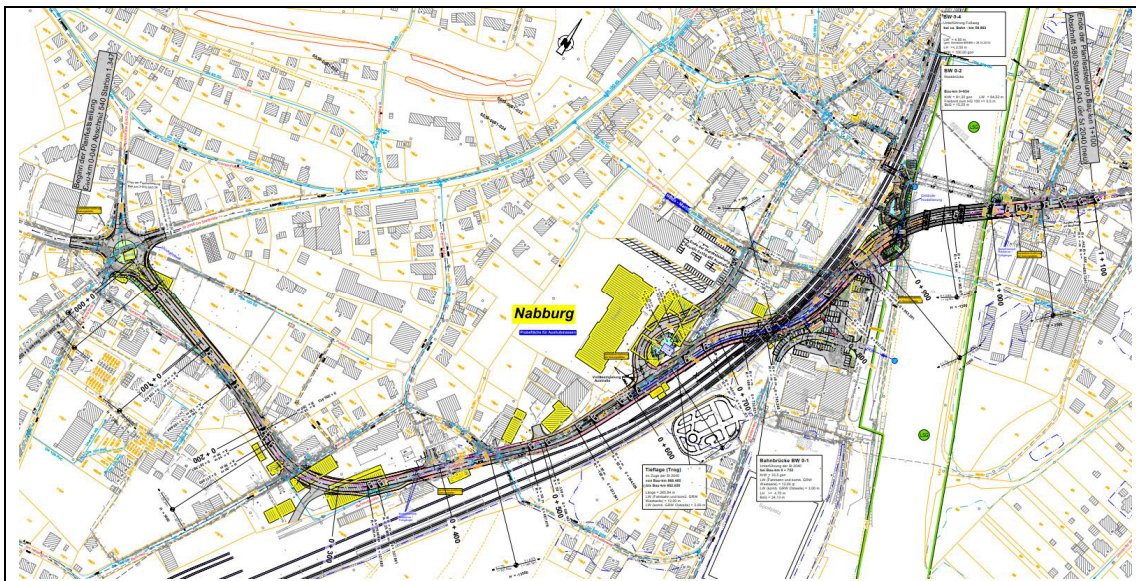


Abbildung 1: Auszug aus dem Bauwerksplan zur Darstellung des Bereichs der Baumaßnahme in der Stadt Nabburg

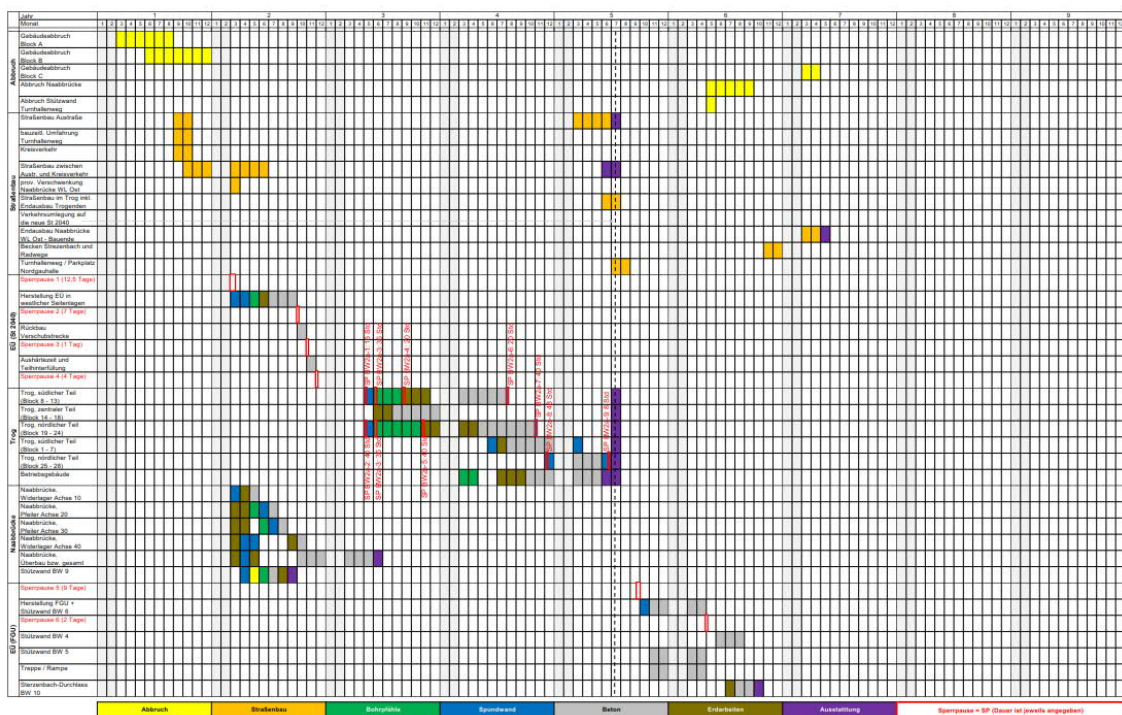
Gemäß den Beurteilungskriterien der DIN 4150-2 [3] sind für die Anwendung der Anhaltswerte die Festsetzungen in den Bebauungsplänen maßgeblich. Im Untersuchungsgebiet befinden sich nur wenige rechtskräftige Bebauungspläne, so dass die überwiegende Bebauung entsprechend der tatsächlichen Nutzung gemäß der Baunutzungsverordnung (BauNVO) [17] in Gebietskategorien eingestuft wurde.

Bestehende Festsetzungen zur Art der baulichen Nutzungen der Gebiete wurden aus dem Lageplan Nutzung/Gebietscharakter der Unterlage Nr. 3.1b [9] des Staatlichen Bauamtes Amberg-Sulzbach übernommen. Demzufolge ist die an die Baumaßnahme angrenzende Bebauung vorrangig als Allgemeines Wohngebiet (WA) bzw. Mischgebiet (MI) sowie teilweise als Gewerbegebiet (GE) einzustufen.

3. Bauablauf

3.1 Bauablaufplan

Der geplante Bauablauf ist seitens der vom Auftraggeber übermittelten Rahmenbedingungen [13] wie folgt geplant (siehe auch Anlage 3.1):



Der geplante Bauablaufplan des Staatlichen Bauamtes Amberg-Sulzbach sowie die Sperrzeitenpläne der Deutschen Bahn sind ebenfalls in der Anlage dargestellt.

Demzufolge können sich folgende erschütterungsrelevante Bautätigkeiten ergeben:

- Abbruch von Gebäuden und Brückenbauwerk
- Straßenbauarbeiten
- Neubau der Eisenbahnüberführung (St 2040)
- Herstellung des Trogbauwerks
- Erneuerung der Naabbrücke
- Neubau der Eisenbahnüberführung (Fußgängerunterführung)

Die Bautätigkeiten sind außerhalb der vorgesehenen Sperrpausen auf 8 Stunden pro Tag begrenzt.

Die Sperrpausen mit vorgesehenen Schichten von mehr als 8 Stunden pro Tag sind wie folgt geplant:

- Jahr 2: ca. 25 Tage
- Jahr 3: ca. 8 Tage
- Jahr 4: ca. 5 Tage
- Jahr 5: ca. 9 Tage
- Jahr 6: ca. 2 Tage

3.2 Maschineneinsatzplan

Für die Durchführung der Bautätigkeiten sind u. a. folgende Maschinen vorgesehen:

- Bagger (u. a. mit Abbruchmeißel und -zange), Zweiwegebagger
- Kran, Mobilkran, Gleiskran
- LKW
- Betonpumpe
- Großbohrgerät, Ankerbohrgerät
- Spundwandramme
- Verdichtungsgeräte (Rüttelplatte, Walze, Stopfmaschine)
- Asphaltfräse, Grader, Planierdraupe

4. Grundlagen

Baustellen gelten nach § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes BImSchG [1] 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.

Die Beurteilung der erschütterungstechnischen Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden erfolgt anhand der bewerteten Schwingstärke KB. Zudem bedingen die baubedingten Erschütterungsimmissionen eine Beurteilung auf bauliche Anlagen anhand der unbewerteten Schwinggeschwindigkeit v.

4.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach DIN 4150, Teil 2 [3]. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

4.1.1 Beurteilungsverfahren

Die Beurteilung erfolgt dabei anhand folgender zwei Beurteilungsgrößen:

- maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}
Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$, der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt und der zu untersuchenden Ursache zuzuordnen ist.
- Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr}
Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} berücksichtigt die Dauer und die Häufigkeit des Auftretens von Erschütterungen. Hinsichtlich der Dauer der Erschütterungsereignisse werden jeweils 30-s-Takte (Taktmaximalwertverfahren) gebildet.

4.1.2 Anhaltswerte zur Beurteilung

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch baubedingte Erschütterungen wird in Kapitel 6.5.4 der DIN 4150-2 [3] beschrieben. Bei der Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen sind tags (6:00 bis 22:00 Uhr) die durch den Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungen nach den folgend dargestellten Anhaltswerten gebietsunabhängig, mit Ausnahme besonders schutzwürdiger Nutzungen (z. B. Krankenhäuser o. ä.), zu bewerten.

Tabelle 1: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2									
Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tage < D ≤ 26 Tage			26 Tage < D ≤ 78 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	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:

- 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 ergriffen werden.
- Eine obere Stufe III, bei deren Überschreitung die Einwirkungen unzumutbar sind.

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkung in Tabelle 1 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.

Innerhalb der Beurteilungszeit werden tags folgende Ruhezeiten definiert, bei welchen die Zeiten mit Erschütterungseinwirkungen bei der Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{Fr} mit dem Faktor 2 gewichtet werden:

- werktags von 6:00 bis 7:00 Uhr und von 19:00 bis 22:00 Uhr
- sonn- und feiertags von 6:00 bis 22:00 Uhr

Im Beurteilungszeitraum nachts (22:00 bis 6:00 Uhr) sind baubedingte Erschütterungen gemäß DIN 4150-2 anhand der nachfolgend aufgeführten Anhaltswerte zu beurteilen:

Tabelle 2: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach Tab. 1 der DIN 4150-2							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A_u	A_r	A_o	A_u	A_r	A_o
1	Industriegebiete	0,4	0,2	6	0,3	0,15	0,6
2	Gewerbegebiete	0,3	0,15	6	0,2	0,1	0,4
3	Misch-, Dorf- bzw. Kerngebiete	0,2	0,10	5	0,15	0,07	0,3
4	Allgemeine bzw. Reine Wohngebiete	0,15	0,07	3	0,1	0,05	0,2
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. Krankenhäuser	0,1	0,05	3	0,1	0,05	0,15

4.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150, Teil 3 [4]. Dabei nennt die Norm Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, wie beispielsweise die

- Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen oder
- Verminderung der Tragfähigkeit von Decken

zu erwarten sind.

Bei Wohngebäuden nach den Tabellen 1, 4 oder B1, jeweils Zeilen 2 und 3, der DIN 4150, Teil 3 [4] ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben, wenn z. B.

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

Solche Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

4.2.1 Beurteilungsverfahren

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen. Dabei werden als Dauererschütterungen jene Einwirkungen bezeichnet, bei denen die Definition von kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft. Erschütterungen gelten als kurzzeitig, wenn sie für jedes Ereignis höchstens wenige Sekunden andauern und keine Materialermüdung oder Resonanzerscheinungen in den betroffenen Strukturen hervorrufen.

Werden beispielsweise Rammträger eingerüttelt, Pfahlwände gebohrt, Flächen verdichtet etc., ist vom Belastungsfall durch Dauererschütterungen auszugehen. Bei der Beurteilung nach DIN 4150-3 [4] werden folglich die messtechnisch erfassten oder durch Prognosemethoden ermittelten maximalen Schwinggeschwindigkeiten v_{\max} mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

4.2.2 Anhaltswerte zur Beurteilung

Einwirkungen auf bauliche Anlagen werden mittels der unbewerteten Schwinggeschwindigkeit v_i bewertet. Die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150-3 [4] für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen werden in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen			
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i [mm/s]	
		oberste Gebäude- decke, horizontal	vertikale Decken- schwingungen
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*

* Zur Verhinderung leichter Schäden kann eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden.

Anmerkung: Am Gebäudefundament werden für Dauererschütterungen in der DIN 4150-3 keine Anhaltswerte definiert. Das in Abschnitt 5.4 beschriebene Prognosemodell basiert auf der Bestimmung von Schwinggeschwindigkeitsamplituden am Gebäudefundament, daher sind die Anhaltswerte entsprechend umzurechnen oder die Fundament-Schwingungen auf die Geschossdecken zu projizieren. Hierzu werden Erfahrungswerte für die frequenzabhängige Übertragung von Schwingungen im Boden-Bauwerk System herangezogen, wobei gemäß DIN 4150-1 [2] die Fundamentabschwächung im Rahmen dieser Untersuchung nicht berücksichtigt wird.

Abhängig von der Art der Deckenkonstruktion sowie der Anregungsfrequenz ergeben sich Deckenüberhöhungen der berechneten Schwinggeschwindigkeits-Amplituden

- um Faktor 3 bis 8 in der vertikalen Achse sowie
- um Faktor 2 in der horizontalen Ebene.

4.3 Einwirkungen auf empfindliche Geräte

Befinden sich gegenüber Erschütterungen empfindliche Anlagen in Gebäuden (Installationen, Einbauten o. ä.), ist der Einfluss der Erschütterungen aus der Bautätigkeit auf entsprechende Geräte ebenfalls zu prüfen. Aus dieser Prüfung resultieren zum Teil deutlich höhere Anforderungen an den Erschütterungsschutz. In Abhängigkeit von typischen Nutzungen werden in der VDI 2038 [5] sogenannte VC-Linien (Vibration Criteria) zur Bewertung empfindlicher Geräte definiert.

Tabelle 4: VC-Linien zur Bewertung empfindlicher Geräte			
Kriterium	Terzschnelle (Effektivwert) [mm/s]	Frequenz	Anwendung
Menschliche Fühlschwelle	0,1	4...80 Hz	menschliche Fühlschwelle, für empfindliche Schlafbereiche, für Opernhäuser, Theater, für Mikroskope mit 100-facher Vergrößerung
VC-A	0,05	4...80 Hz	unter fast allen Umständen geeignet für optische Mikroskope mit bis zu 400-facher Vergrößerung
VC-B	0,025	1...80 Hz	ein geeigneter Standard für Inspektionsgeräte, allgemeine anspruchsvolle Labore, Lithografiegeräte (inklusive Stepper) bis zu 3 µm Strukturbreite
VC-C	0,0125	1...80 Hz	ein geeigneter Standard für Mikroskope mit bis zu 1000-facher Vergrößerung, ein guter Standard für die meisten Lithografie- und Inspektionsgeräte bis hinunter zu 1 µm Strukturbreite
VC-D	0,00625	1...80 Hz	unter fast allen Umständen passend für sehr hochwertige Elektronenmikroskope (REM, TEM), E-Beam-Systeme usw., die bis an ihre Leistungsgrenze eingesetzt werden

Etwaige höhere Anforderungen der VDI 2038-2 an empfindliche Geräte sind erfahrungsgemäß aufgrund gebäudeinterner Schwingungen bereits immissionsseitig mit Schutz-/Kompensationsmaßnahmen auszuführen, so dass diese im Regelfall nicht relevant werden.

5. Untersuchungen

5.1 Geologie

Die geologischen Verhältnisse im Bereich des Bauvorhabens können den geologisch-geotechnischen Berichten [14] entnommen werden.

Entsprechend der Darstellung ergibt sich ein kontinuierlicher Übergang der Festigkeit und Bodendichte von der locker gelagerten, weichen Schicht 0 (Mutterboden) hin zur festen Schicht 4 (Gneis). Aufgrund der beschriebenen Bodenverhältnisse ist anzunehmen, dass die Bodenimpedanz für die eingeleiteten Schwingungswellen ausreichend kontinuierlich zunimmt. Reflexionen und damit einhergehende Überhöhungen der Schwingungen aufgrund von Impedanzsprüngen an Schichtgrenzen sind somit für die zu untersuchende Baumaßnahme nicht zu erwarten.

5.2 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 aus der VDI 3837 [6]:

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

mit:

$L_{v\text{-Raum}}(f)$: Terzschnellespektrum 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 bei Verbau schwingungsmindernder Maßnahmen

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

5.2.1 Emission

Bei baubedingten Erschütterungen können vor der Baumaßnahme grundsätzlich sog. „in situ“ Messungen durchgeführt 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 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 zur geplanten Baudurchführung entnommen werden.

5.2.2 Transmission

Die Erschütterungen werden auf ihrem Ausbreitungsweg zwischen Erschütterungsquelle und Einwirkungsort in Abhängigkeit von der Entfernung reduziert. Verantwortlich für die Amplitudenabnahme sind sowohl die geometrische Dämpfung wie auch die Materialdämpfung im Erdreich.

Entsprechend der DIN 4150-1 [2] wird die Abnahme der Amplitude der Schwinggeschwindigkeit v näherungsweise durch folgende Gleichung beschrieben:

$$\bar{v} = \bar{v}_1 \cdot \left(\frac{R}{R_1}\right)^{-n} \cdot e^{-\alpha(R-R_1)}$$

Dabei ist

\bar{v}	die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s;
\bar{v}_1	die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s in der Entfernung R_1 ;
R_1	der Bezugsabstand, in m;
R	der Abstand zur Quelle, in m;
n	der Exponent der geometrischen Dämpfung (abhängig von Wellenart, Quellengeometrie und Art der Schwingung), einheitenlos;
α	der Abklingkoeffizient, in m^{-1} , $\alpha \approx 2\pi D / \lambda$;
D	der Dämpfungsgrad, einheitenlos;
λ	die maßgebende Wellenlänge, in m, $\lambda = c / f$;
c	die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle, in m/s;
f	die Frequenz, in Hz.

Im Rahmen von messtechnischen Untersuchungen vor Ort oder durch Annahmen für die jeweiligen Parameter aufgrund der geologischen Untergrundverhältnisse kann die Pegelabnahme der Schwingungen im Ausbreitungsweg ermittelt bzw. abgeschätzt werden.

5.2.3 Immission

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

5.3 Erschütterungsquellen

Die in das Erdreich übertragenen Erschütterungen hängen von einer Vielzahl von Parametern, wie z. B. den eingesetzten Baumaschinen, den in das Erdreich eingeleiteten Kräften und deren Anregungsfrequenzen, der Untergrundbeschaffenheit, der Bodenschichtung bzw. dem Konsolidierungsgrad, Grundwasserständen und den Abmessungen des einzubringenden Körpers etc., ab.

Auf der Grundlage des in Kapitel 3.1 beschriebenen Bauablaufplans werden nachfolgend erschütterungsrelevante Bautätigkeiten dargestellt:

Tabelle 5: Darstellung erschütterungsrelevanter Bautätigkeiten		
Baujahr	Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten	Dauer nach Bauablaufplanung ca.
1	Abbrucharbeiten, Verdichtungsarbeiten	44 Wochen
2	Abbrucharbeiten, Verdichtungsarbeiten, Verbauarbeiten, Bohrarbeiten	31 Wochen
3	Verdichtungsarbeiten, Verbauarbeiten, Bohrarbeiten	35 Wochen
4	Verbauarbeiten, Bohrarbeiten, Verdichtungsarbeiten	26 Wochen
5	Verbauarbeiten, Verdichtungsarbeiten	31 Wochen
6	Abbrucharbeiten, Verdichtungsarbeiten	31 Wochen
7	Abbrucharbeiten, Verdichtungsarbeiten	9 Wochen

Anmerkung: Die erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten erstrecken sich dabei nicht permanent auf das gesamte Baufeld, sondern sind örtlich und zeitlich auf bestimmte Bautätigkeiten begrenzt.

Signifikante Erschütterungen können bei Baumaßnahmen insbesondere auftreten durch:

- Bodenverdichtungen, insbesondere bei Straßenbauarbeiten und Herstellung des Bauplanums,
- Abbrucharbeiten, insbesondere beim Rückbau von Bauwerken,
- Rammarbeiten beim Einbringen der Verbauten oder
- Bohrarbeiten beim Einbringen von Bohrpfählen.

5.4 Prognose der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen

Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben zu den erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben (u. a. [7]) herangezogen.

Die Höhe der durch die diversen Quellen entstehenden Erschütterungsemissionen sowie deren Weiterleitung im Erdreich hängen zudem stark von den spezifischen geologischen Untergrundverhältnissen ab.

Anmerkungen: Aufgrund der baubedingten Schallimmissionen werden die notwendigen Bauarbeiten grundsätzlich in der Zeit von 7:00 bis 20:00 Uhr und über eine Zeitdauer bis zu acht Stunden durchgeführt. Einzig die von der DB AG durchzuführenden Bauarbeiten an der Eisenbahnüberführung bzw. Fußgängerunterführung sowie bei Bauarbeiten am Trog werden voraussichtlich wegen der zu minimierenden Sperrpausen im 24-Stunden-Betrieb oder über mehr als acht Stunden am Tag und somit auch im nächtlichen Beurteilungszeitraum (22:00 bis 6:00 Uhr) durchgeführt. Die Bewertung der erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten erfolgt im Weiteren auf der Grundlage der vorgesehenen organisatorischen Maßnahmen aufgrund der baubedingten Schallimmissionen.

5.4.1 Erschütterungsimmissionen infolge Vibrationsrammung

Bei der Vibrationsrammung wird die Spundbohle mittels eines aufgesetzten Vibrators in vertikale Schwingungen versetzt, wobei es durch die Übertragung der Schwingungen auf die Bodenkörner vor allem in nicht zu dichten bindigen Böden zu einer erheblichen Reduktion des Eindringwiderstands kommt und das Rammgut unter seinem Eigengewicht und dem Gewicht des Vibrators in den Boden eindringt. Im Boden entstehen dadurch periodische Schwingungen mit der Arbeitsfrequenz des Vibrators. Die Arbeitsfrequenz hängt dabei vom Eindringwiderstand ab und ist ca. 5 bis 20 % kleiner als die Nennfrequenz (typischerweise ca. 20 bis 55 Hz) des Verdichtungsgeräts [7].

Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben zu den erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben (u. a. [7]) herangezogen, wobei die Höhe der durch die diversen Quellen entstehenden Erschütterungsemissionen sowie deren Weiterleitung im Erdreich stark von den spezifischen geologischen Untergrundverhältnissen abhängen.

Die Ermittlung der maximalen Komponente der Fundament-Schwingungsgeschwindigkeitsamplitude $v_{F,max}$ erfolgt gemäß [7] nach der Formel:

$$v_{F,max} = K_F \cdot \frac{\sqrt{E}}{R^{n^*}}$$

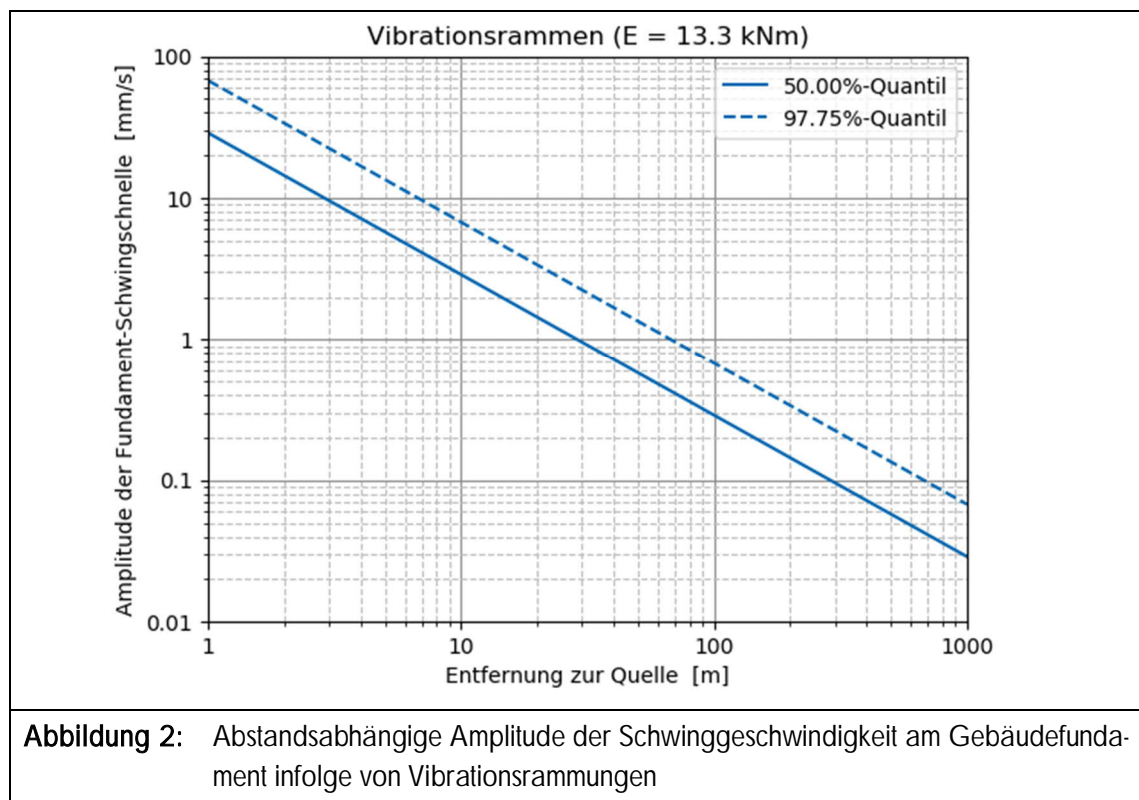
mit:

- K_F: statistisch abgesicherter Parameter für verschiedene Bodenarten, in angepasster Einheit (→ v_F in mm/s)
- E: Energieeintrag je Arbeitsvorgang in kNm (E = W/f)
- R: Abstand zur Erschütterungsquelle in m
- W: maximale Geräteleistung in kW
- f: Nennfrequenz des Vibrators in Hz
- n^{*}: Exponent (abhängig von Wellenart n und Abklingkoeffizient α)

Für die Vibrationsrammung sind in [7] die Parameter mit folgenden Werten angegeben:

- $n^* = 1$
- mittlerer Erwartungswert für $K_f = 7,9$ (in angepasster Einheit)
(50 % Überschreitungswahrscheinlichkeit / 50 %- Quantil)
- oberer Erwartungswert für $K_f = 18,5$ (in angepasster Einheit)
(2,25 % Überschreitungswahrscheinlichkeit / 97,75 %-Quantil)

Wird für die Nennleistung des Geräteträgers $W = 400$ kW bei einer Nennfrequenz von $f = 30$ Hz (z. B. Vibrationsramme ABI MRZV 16 V [16]) angesetzt, lässt sich ein Schwingungsenergieeintrag von $E \cong 13$ kNm ermitteln. Damit ergeben sich, abhängig vom Abstand eines Gebäudes zur Anregungsquelle, die nachfolgend dargestellten abstandsbedingten Amplitudenabnahmen für die Fundamentalschwingung $v_{F,max}$:



5.4.2 Erschütterungsimmissionen infolge Oberflächenverdichtung

Für eine wirtschaftliche Oberflächenverdichtung werden in der Regel Vibrationsverdichtungsgeräte eingesetzt. Über eine Platte oder Walze werden Vertikalschwingungen in den Baugrund eingetragen, wobei ein Teil der Energie in Form von Erschütterungswellen in den Boden abgestrahlt wird.

Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben zu den erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben (u. a. [7]) herangezogen, wobei die Höhe der durch die diversen Quellen entstehenden Erschütterungsemissionen sowie deren Weiterleitung im Erdreich stark von den spezifischen geologischen Untergrundverhältnissen abhängen.

Die Ermittlung der maximalen Komponente der Fundament-Schwinggeschwindigkeitsamplitude $v_{F,max}$ erfolgt gemäß [7] nach der Formel:

$$v_{F,max} = K_F \cdot \frac{\sqrt{G}}{R^{n^*}}$$

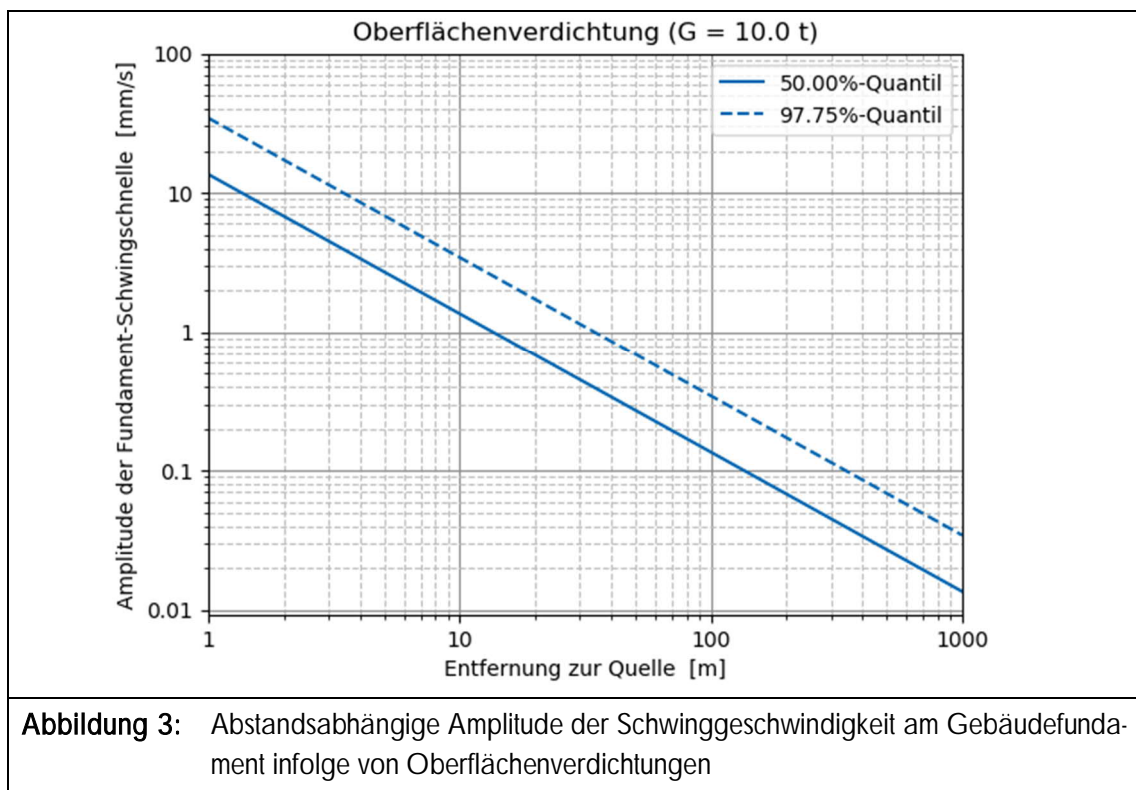
mit:

- K_F : statistisch abgesicherter Parameter für verschiedene Bodenarten, in angepasster Einheit ($\rightarrow v_f$ in mm/s)
- G : Gewicht des Verdichtungsgeräts in t
- R : Abstand zur Erschütterungsquelle in m
- n^* : Exponent (abhängig von Wellenart n und Abklingkoeffizient α)

Für Oberflächenverdichtung sind in [7] die Parameter mit folgenden Werten angegeben:

- $n^* = 1$
- mittlerer Erwartungswert für $K_F = 4,3$ (in angepasster Einheit)
(50 % Überschreitungswahrscheinlichkeit / 50 %-Quantil)
- oberer Erwartungswert für $K_F = 10,9$ (in angepasster Einheit)
(2,25 % Überschreitungswahrscheinlichkeit / 97,75 %-Quantil)

Wird für das Gewicht eines Verdichtungsgeräts für den Straßenbau beispielhaft $G = 10$ t (z. B. Tandemwalze Bomag BW 141 AD-5 [16]) angesetzt, ergeben sich, abhängig vom Abstand eines Gebäudes zur Anregungsquelle, die nachfolgend dargestellten abstandsbedingten Amplitudenabnahmen für die Fundamentalschwingung $v_{F,max}$:



5.4.3 Erschütterungsimmissionen infolge Abbrucharbeiten

Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz von Baggern mit Hydraulik- und Motorhammern sowie von Presslufthammern ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise geringen bis mäßigen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen sind Abbrucharbeiten als vergleichsweise unkritisch zu betrachten. Unabhängig davon können aufgrund der Situierung der rückzubauenden Gebäude eine höhere Anzahl von potenziellen Betroffenen im vorliegenden Fall nicht ausgeschlossen werden.

5.4.4 Erschütterungsimmissionen infolge Bohrarbeiten

Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz eines Großbohrgeräts zur Herstellung der Bohrpfähle ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise geringen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen werden die Bohrarbeiten als vergleichsweise unkritisch betrachtet.

5.5 Bewertung

Die Abschätzung von Art, Umfang und Dauer von potenziellen Betroffenheiten durch baubedingte Erschütterungsimmissionen beruht auf Annahmen zum voraussichtlichen Bauablauf sowie zu üblicherweise verwendeten Geräte und Bauverfahren.

5.5.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Mittels der im Abschnitt 5.4 beschriebenen Prognoseberechnungen sowie den Erfahrungswerten für die Übertragung der Fundamentalschwingungen auf die Geschossdecken kann ein Korridor von 50 m abgeschätzt werden, in welchem eine Überschreitung der Anhaltswerte der DIN 4150-3 nicht ausgeschlossen werden kann. Etwaige betroffene Gebäude sowie ein Vorschlag für einen Beweissicherungskorridor können der Anlage 2.1 entnommen werden.

5.5.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Wird für den Maschineneinsatz eine effektive Nutzung während 25% der Einsatzzeit von 8 Stunden am Tag angesetzt, lässt sich innerhalb der nachfolgend genannten Korridore nicht ausschließen, dass die Anhaltswerte der Stufe III für Bautätigkeiten am Tag überschritten werden und somit unzumutbare Immissionen für Menschen in Gebäuden auftreten:

- 20 m bei Bautätigkeiten mit Oberflächenverdichtung bzw. Bohrarbeiten
- 30 m bei Abbrucharbeiten
- 50 m bei erschütterungsintensiven Tätigkeiten wie Vibrationsrammen

Damit ergeben sich, abhängig von Beurteilungszeitraum und Bautätigkeit, die folgenden potentiellen Betroffenheiten, die ebenfalls in den Lageplänen in Anlage 1 dokumentiert sind:

Verdichtungsarbeiten (siehe Anlage 1.1):

- Am Haberstroh 3
- Austraße 9
- Bahnhofstraße 21
- Bahnweg 10, 10a
- Mühlweg 4, 6
- Oberviechtacher Straße 4, 4a, 6
- Perschener Straße 1, 3, 10
- Ramgraben 14
- Rankenweg 4, 7
- Regensburger Straße 43, 44
- Turnhallenweg 8, 10, 12, 14, 16, 16a

Bohrarbeiten (siehe Anlage 1.2):

- Austraße 9

Abbrucharbeiten (siehe Anlage 1.3):

- Alter Brückenweg 2, 4
- Am Haberstroh 3
- Austraße 9
- Bahnhofstraße 21
- Bahnweg 8, 10
- Mühlweg 4, 6
- Oberviechtacher Straße 2a, 4, 4a, 6
- Perschener Straße 1
- Ramgraben 16
- Turnhallenweg 8, 10, 12, 14

Rammarbeiten (siehe Anlage 1.4):

- Alter Brückenweg 1, 2, 3, 4, 5, 7
- Austraße 7, 9
- Mühlweg 4, 6
- Oberviechtacher Straße 2a, 4, 4a, 6
- Perschener Straße 1, 3, 5, 5a, 10
- Ramgraben 14, 16, 18
- Turnhallenweg 8, 10, 12, 14, 16, 16a

Aufgrund des höheren Schutzanspruchs im Beurteilungszeitraum Nacht und der geplanten Rammarbeiten in den Sperrpausen kann sich der Korridor potentieller Betroffenheiten nachts auf zumindest 100 m erweitern und demzufolge folgende Anwesen betreffen:

Nachtarbeit (siehe Anlage 1.5):

- Alter Brückenweg 1, 2, 3, 4, 5, 7
- Austraße 3, 7, 9
- Mühlweg 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15
- Ramgraben 14, 16, 18
- Turnhallenweg 8, 10, 12, 14, 20

Die Notwendigkeit von erschütterungsintensiven Bautätigkeiten, wie das Einbringen von Spundwänden im Beurteilungszeitraum Nacht, ist daher eingehend zu prüfen und zu bewerten. Können erschütterungsintensive Bautätigkeiten in der Nacht aufgrund des Betriebsablaufs nicht ausgeschlossen werden, ist durch Maßnahmen, wie z. B. Vorbohren, zumindest die Belästigung der Nachbarschaft auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

5.5.3 Einwirkungen auf empfindliche Geräte

Im Rahmen der Vor-Ort Besichtigung konnten keine Hinweise auf die Nutzung empfindlicher Geräte in relevanter Nähe zum Bauvorhaben festgestellt werden.

5.6 Minderung der baubedingten Immissionen

5.6.1 Beschreibung

Die notwendigen Baumaßnahmen sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen als nicht unproblematisch zu bewerten.

Nahe gelegenen Wohngebäuden oder vergleichbar genutzten Gebäuden ist besonders bei Tätigkeiten während der Ruhezeiten am Tag (werktags: 6:00 bis 7:00 Uhr bzw. 19:00 bis 22:00 Uhr) und in der Nacht eine höhere Schutzbedürftigkeit einzuräumen. Aufgrund der Nähe der schutzwürdigen Bebauung zu erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten, sind die Bautätigkeiten vorsorglich in der Regel außerhalb der werktäglichen Ruhezeiten am Tag (7:00 bis 19:00 Uhr) durchzuführen. Die geplanten Bautätigkeiten nachts während der Sperrpausen sind detailliert aus den bereits genannten Gründen auf ihre Notwendigkeit zu prüfen.

Zur Feststellung der zumutbaren Belästigungen von Bauerschütterungen kann als Maßstab die DIN 4150 Teil 2 [3] herangezogen werden. Die Erheblichkeit der Belastung hängt nicht ausschließlich vom Ausmaß der Erschütterungen, sondern auch von individuellen und situativen Faktoren ab, die die Zumutbarkeit für den betroffenen Menschen bestimmen. Hierzu zählen nach DIN 4150-2 [3] u. a.:

- der Gesundheitszustand
- die Tätigkeit während der Erschütterungsbelastung
- der Grad der Gewöhnung
- die Einstellung zum Erschütterungserzeuger
- die Einwirkungsdauer
- die Häufigkeit und Tageszeit des Auftretens und deren Auffälligkeit
- die Erwartungshaltung in Bezug auf ungestörtes Wohnen, die unter Umständen von der Art des Wohnumfelds abhängig ist

Belästigungen sind dabei grundsätzlich nur auszuschließen, wenn die einwirkenden Erschütterungen nicht wahrnehmbar sind. Erhebliche Belästigungen liegen im Allgemeinen nicht vor, wenn die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [3] eingehalten sind.

Die Durchführung gebäudetechnischer Beweissicherungen vor bzw. nach Umsetzung der Baumaßnahmen dient zur Feststellung potenzieller Verminderungen des Gebrauchswertes von baulichen Anlagen.

5.6.2 Maßnahmen

Die prognostizierten Erschütterungsimmissionen basieren auf Annahmen zur Baudurchführung und zum Maschineneinsatz, so dass nur beispielhaft Geräte und Bauverfahren herangezogen werden konnten. Zeitliche und örtliche konkretisierte Maßnahmen zur Minderung der Bauerschütterungen sind erst bei genauerer Kenntnis des Bauablaufs sowie der tatsächlich eingesetzten Maschinen sinnvoll.

Grundsätzlich zeigen die bisherigen Bewertungen, dass es darüber hinaus durchaus sinnvoll erscheint, nachfolgende von Bauzeiten und Bauphasen unabhängige Maßnahmen für die o. g. Gebäude ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von erschütterungsarmen Baumaschinen und Bauverfahren

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen. Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Erschütterungen weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

- Umfassende Information der betroffenen Gemeinden und Anwohner im Vorfeld der Baumaßnahmen

Die Information über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude kann insbesondere enthalten, dass etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 aufgrund der örtlichen Gegebenheiten für keines der Gebäude bei den geplanten Bauverfahren zu erwarten sind.

- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können.
- Durchführung von gebäudetechnischen Beweissicherungen vor bzw. nach Ende der Baumaßnahmen für ausgewählte Gebäude im Bereich der Baumaßnahmen.

Zur Dokumentation vorhandener Vorschädigungen und zur späteren Abwehr von Schadensersatzansprüchen werden gebäudetechnische Beweissicherungen an ausgewählten Gebäuden in einem 50 m-Korridor um die Baumaßnahme vorgeschlagen (siehe Anlage 2.1).

- Nachweis der tatsächlich aufgetretenen Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung.

Zur Dokumentation der tatsächlich auftretenden Erschütterungen werden für exponiert gelegene und besonders schützenswerte Gebäude stichprobenartige erschütterungstechnische Überwachungsmessungen an folgenden Gebäuden vorgeschlagen.

- Alter Brückenweg 4
- Am Haberstroh 3
- Austraße 9
- Bahnweg 10
- Bahnhofstraße 21
- Mühlweg 4
- Oberviechtacher Straße 4
- Perschener Straße 1
- Ramgraben 18
- Rankenweg 7
- Regensburger Straße 44
- Turnhallenweg 8

Vorsorglich werden für den Baugrubenverbau und die Verdichtungsarbeiten weitergehende Maßnahmen (z. B. Vorbohren beim Verbau, Beschränkung des Gewichts der eingesetzten Verdichtungsgeräte oder oszillierende Verdichtungsgeräte) vorgeschlagen.

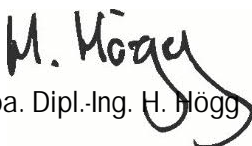
Sofern unumgängliche, erschütterungsintensive Bautätigkeiten im nächtlichen Beurteilungszeitraum (22:00 bis 6:00 Uhr) stattfinden, ist für folgende Anwesen mit potentieller Überschreitung der Anhaltswerte Ersatzwohnraum zur Verfügung zu stellen.

- Alter Brückenweg 1, 2, 3, 4, 5, 7
- Austraße 3, 7, 9
- Mühlweg 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15
- Ramgraben 14, 16, 18
- Turnhallenweg 8, 10, 12, 14, 20

Diese Untersuchung umfasst 29 Seiten und drei Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung der Untersuchung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Bamberg, den 26.10.2020

Möhler + Partner
Ingenieure AG


ppa. Dipl.-Ing. H. Högg


i. A. B.A. Sascha Neumann

6. Anlagen

- Anlage 1.1 bis 1.5 Lagepläne mit Kennzeichnung der potentiellen Betroffenheiten in Abhängigkeit von den Bautätigkeiten
- Anlage 2.1: Lageplan mit gebäudetechnischen Beweissicherungskorridor und Vorschlag von Gebäuden für erschütterungstechnische Beweissicherungs-messungen
- Anlage 3.1: Dokumentation des Bauablaufplans

**Erschütterungstechnische
Untersuchung
zur Beseitigung des
Bahnübergangs in Nabburg**

Zeichenerklärung

Lageplan
zu den prog. Erschütterungsimmissionen
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)
Beurteilungszeitraum Tag, Verdichtungsarbeiten

Maßstab 1:3000

Legende

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- potentielle betroffene Anwesen

Quellen

- Flächenquelle
- Rückbaufläche / Abbruch

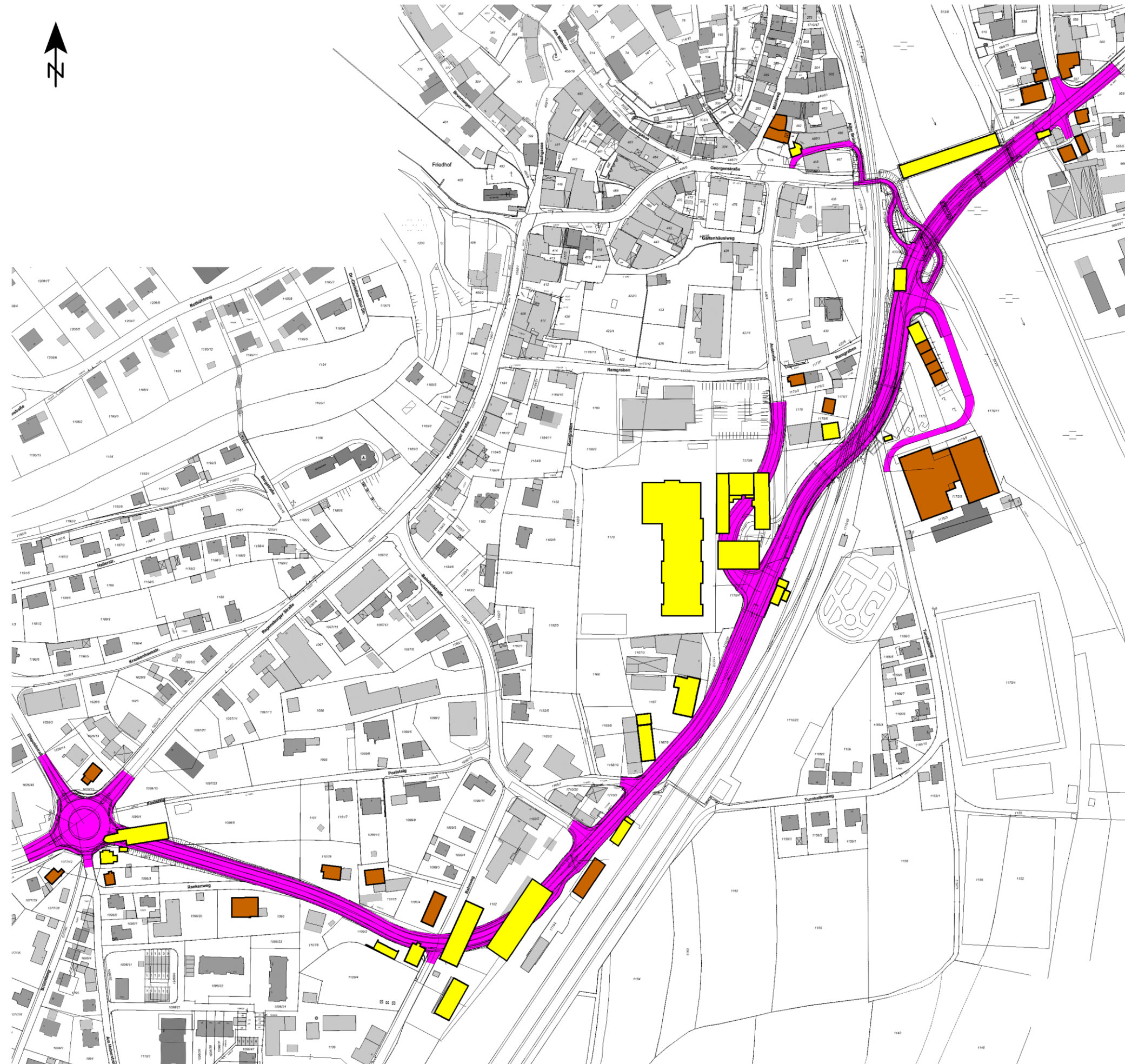
Beurteilungsgrundlage:
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen -
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:
Digitale Grundkarte der Stadt Nabburg

Bamberg, 26.10.2020
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Mußstr. 18 T +49 951 160952-0
D-96047 Bamberg F +49 951 160952-99
www.mopa.de info@mopa.de



Maßstab ca. 1:3000
0 10 20 40 60 80 100 m




**Erschütterungstechnische
Untersuchung
zur Beseitigung des
Bahnübergangs in Nabburg**

Zeichenerklärung



Lageplan
zu den prog. Erschütterungsimmissionen
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)
Beurteilungszeitraum Tag, Bohrarbeiten

Maßstab 1:3000

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  potentielle betroffene Anwesen

Quellen

-  Flächenquelle
-  Rückbaufläche / Abbruch

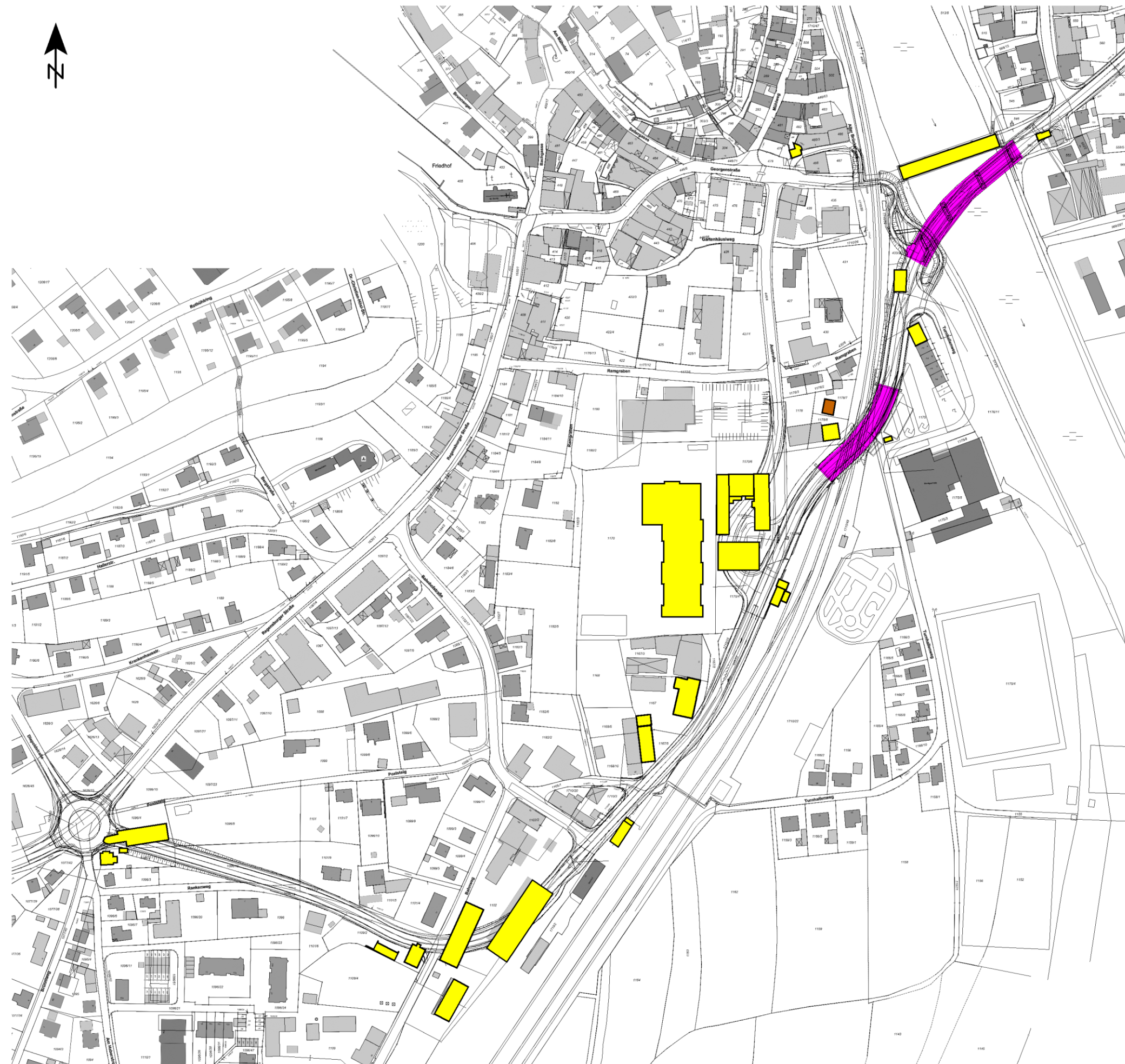
Beurteilungsgrundlage:
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen -
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:
Digitale Grundkarte der Stadt Nabburg

Bamberg, 26.10.2020
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

MÖHLER+PARTNER
 **INGENIEURE AG**

Mußstr. 18 T +49 951 160952-0
D-96047 Bamberg F +49 951 160952-99
www.mopa.de info@mopa.de



Maßstab ca. 1:3000
0 10 20 40 60 80 100 m

**Erschütterungstechnische
Untersuchung
zur Beseitigung des
Bahnübergangs in Nabburg**

Zeichenerklärung

Lageplan
zu den prog. Erschütterungsimmissionen
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)
Beurteilungszeitraum Tag, Abbrucharbeiten

Maßstab 1:3000

Legende

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- potentielle betroffene Anwesen

Quellen

- Flächenquelle
- Rückbaufläche / Abbruch

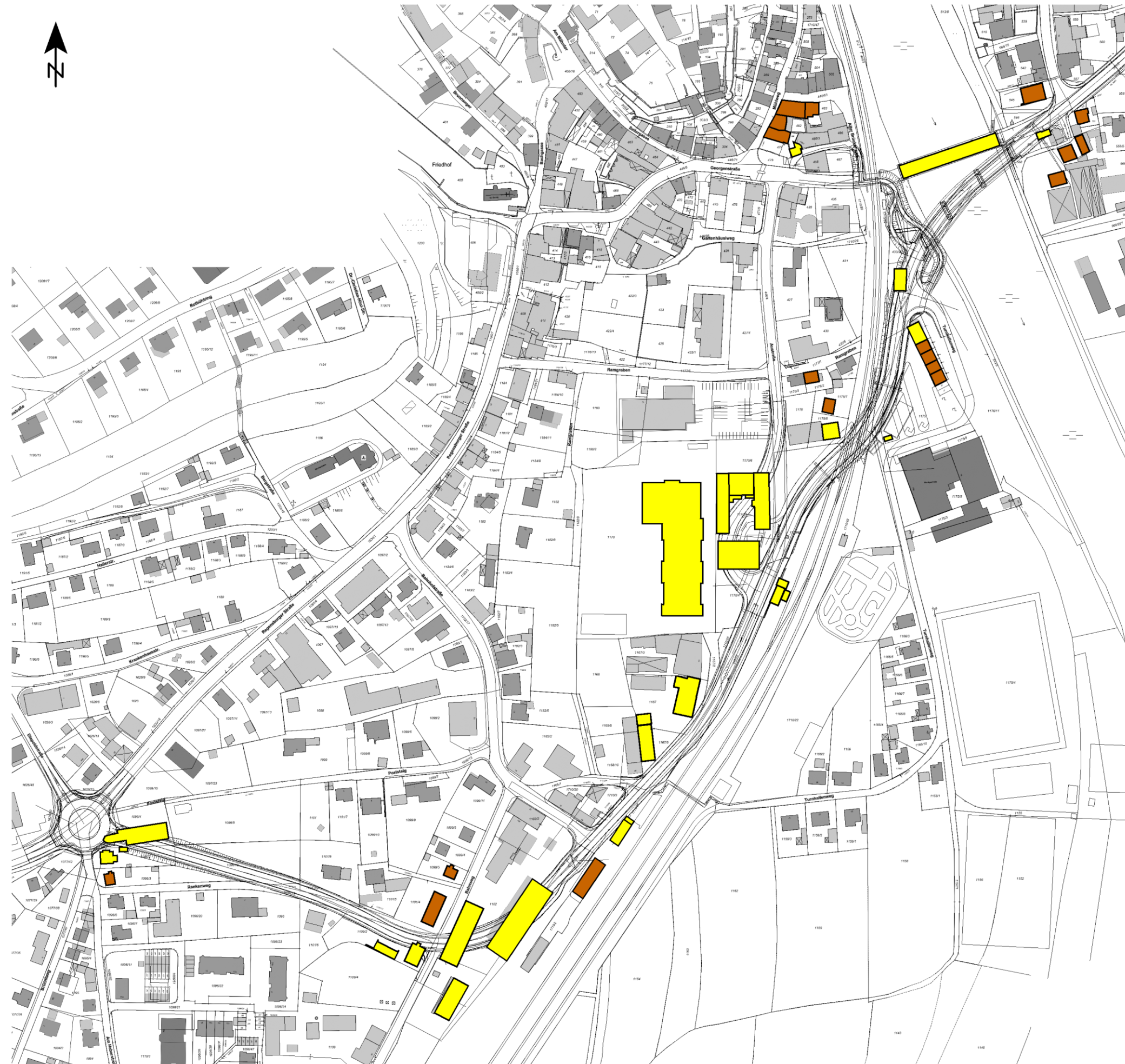
Beurteilungsgrundlage:
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen -
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:
Digitale Grundkarte der Stadt Nabburg

Bamberg, 26.10.2020
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Mußstr. 18 T +49 951 160952-0
D-96047 Bamberg F +49 951 160952-99
www.mopa.de info@mopa.de



Maßstab ca. 1:3000
0 10 20 40 60 80 100 m




**Erschütterungstechnische
Untersuchung
zur Beseitigung des
Bahnübergangs in Nabburg**



Zeichenerklärung

Lageplan
zu den prog. Erschütterungsimmissionen
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)
Beurteilungszeitraum Tag, Rammarbeiten

Maßstab 1:3000

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  potentielle betroffene Anwesen

- Quellen
-  Flächenquelle
 -  Rückbaufläche / Abbruch

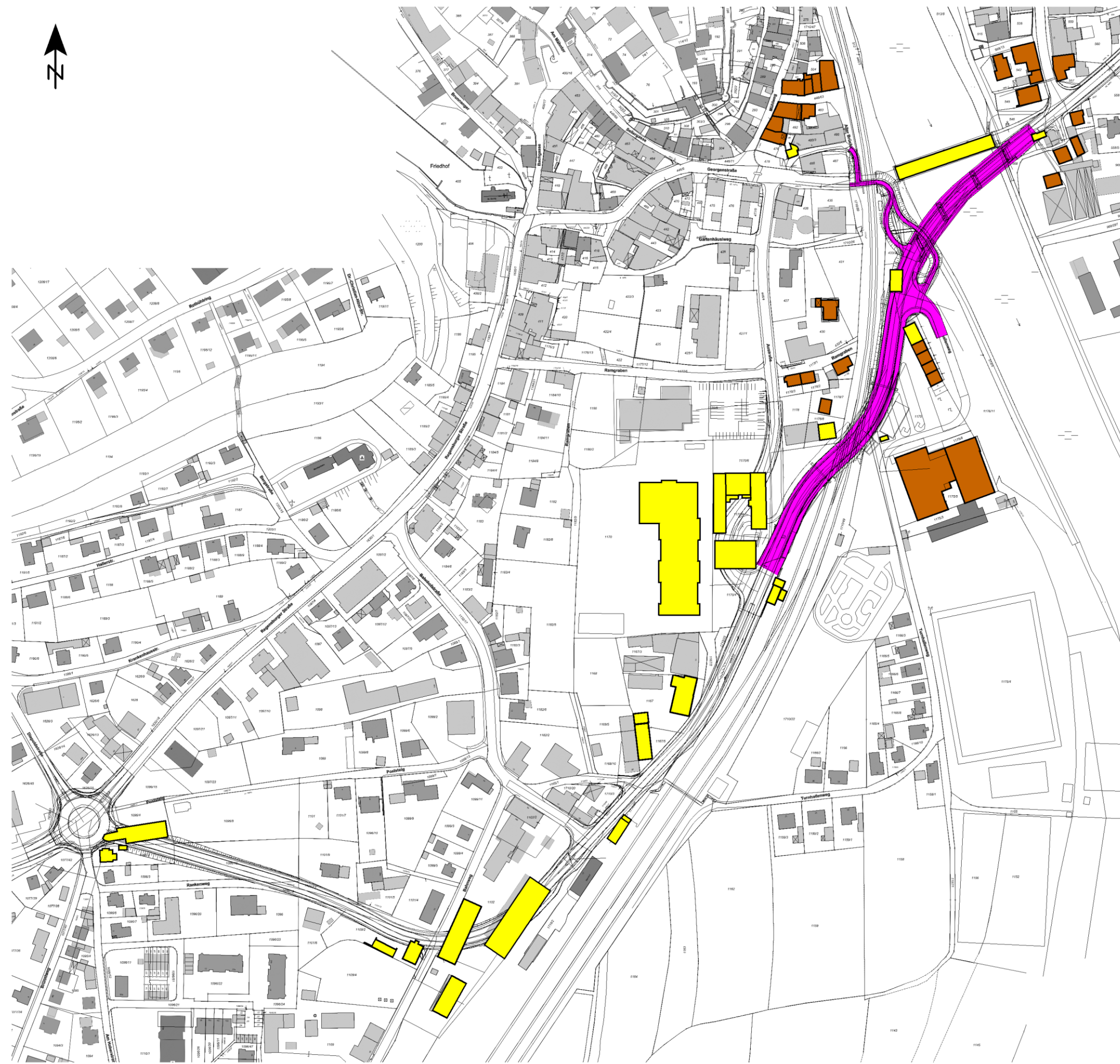
Beurteilungsgrundlage:
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen -
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:
Digitale Grundkarte der Stadt Nabburg

Bamberg, 26.10.2020
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

MÖHLER+PARTNER
 **INGENIEURE AG**

Mußstr. 18 T +49 951 160952-0
D-96047 Bamberg F +49 951 160952-99
www.mopa.de info@mopa.de



Maßstab ca. 1:3000
0 10 20 40 60 80 100 m



**Erschütterungstechnische
Untersuchung
zur Beseitigung des
Bahnübergangs in Nabburg**

Zeichenerklärung

Lageplan
zu den prog. Erschütterungsimmissionen
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)
Beurteilungszeitraum Nacht, Rammarbeiten

Maßstab 1:3000

Legende

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- potentielle betroffene Anwesen

Quellen

- Flächenquelle
- Rückbaufläche / Abbruch

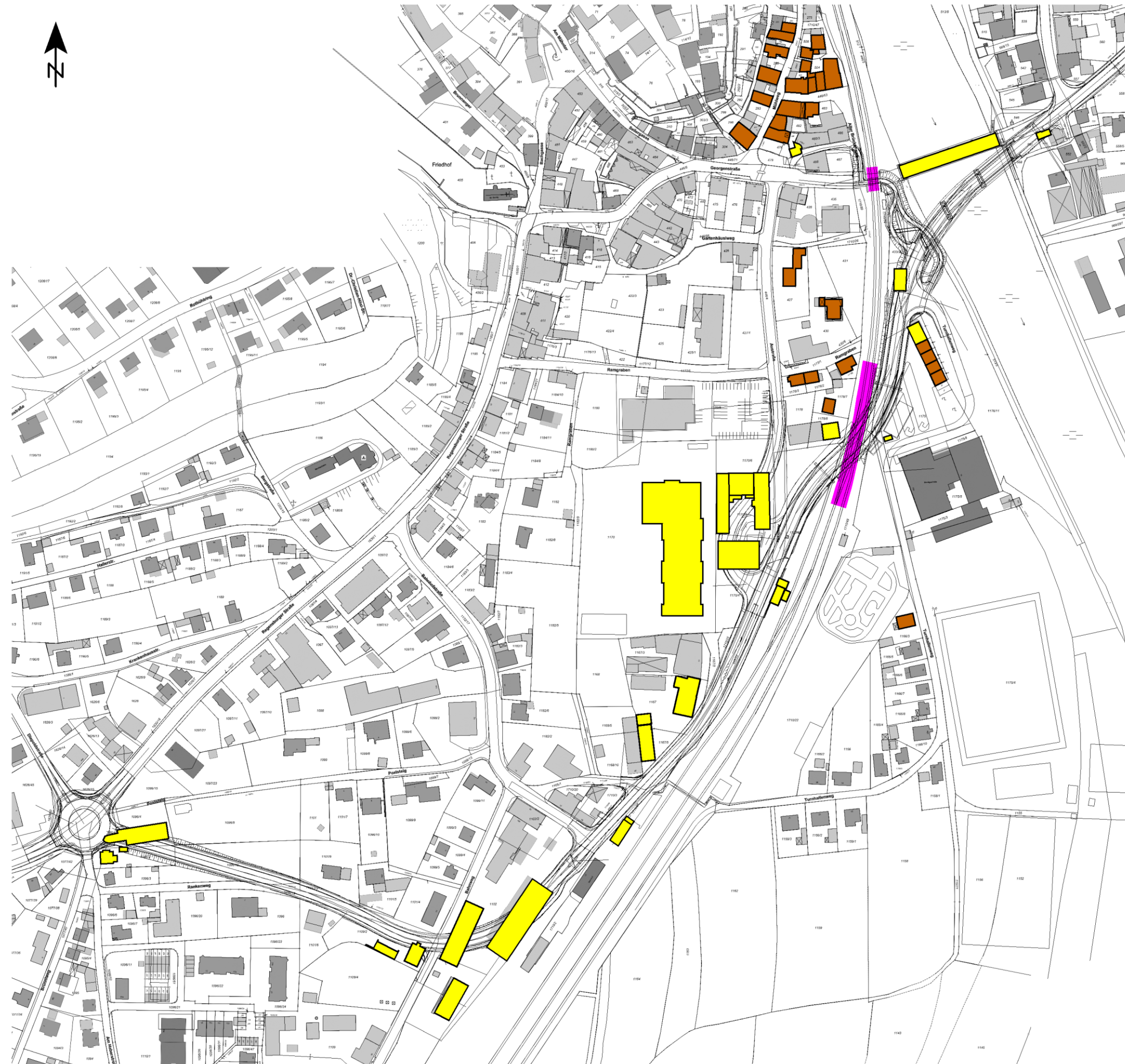
Beurteilungsgrundlage:
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen -
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:
Digitale Grundkarte der Stadt Nabburg

Bamberg, 26.10.2020
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Mußstr. 18 T +49 951 160952-0
D-96047 Bamberg F +49 951 160952-99
www.mopa.de info@mopa.de



Maßstab ca. 1:3000
0 10 20 40 60 80 100 m

**Erschütterungstechnische
Untersuchung
zur Beseitigung des
Bahnübergangs in Nabburg**

Zeichenerklärung

Lageplan
zu den prog. Erschütterungsimmissionen
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)
Vorschlag von Beweissicherungskorridoren
sowie Gebäuden für Überwachungsmessungen

Maßstab 1:3500

Legende

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- Erschütterungstechn. Beweissicherungsmessung (Vorschlag)
- Schallquellen/Immissionsorte**
- Flächenquelle
- Rückbaufäche / Abbruch
- Beweissicherungskorridor
- Gebäudetechnische Beweissicherung (Vorschlag)

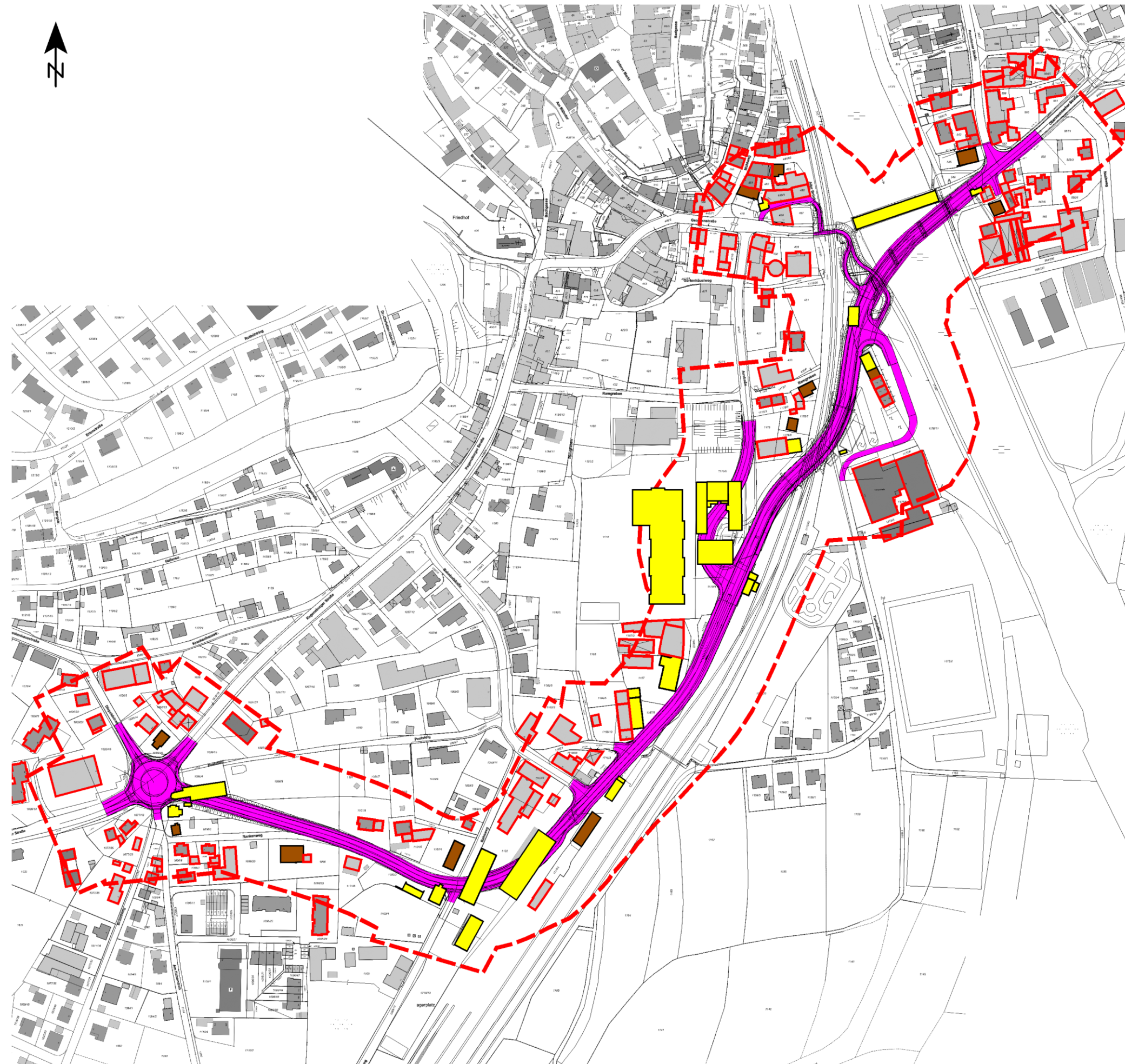
Beurteilungsgrundlage:
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen -
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:
Digitale Grundkarte der Stadt Nabburg

Bamberg, 26.10.2020
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

MÖHLER+PARTNER
INGENIEURE AG

Mußstr. 18 T +49 951 160952-0
D-96047 Bamberg F +49 951 160952-99
www.mopa.de info@mopa.de



Maßstab ca. 1:3500
0 15 30 60 90 120 150 m

