

Staatliches Bauamt Amberg – Sulzbach im Auftrag der Großen Kreisstadt Schwandorf

Straße / Abschnittsnummer / Station: St 2397 / Abs. 160 / Stat. 0,925 bis 1,175

## Erneuerung Große Naabbrücke, Mittlere Naabbrücke und Verkehrsanlagen in der OD Schwandorf

PROJIS-Nr.:

# FESTSTELLUNGSENTWURF

## Unterlage 17.2.3

- Erschütterungstechnische Untersuchung (baubedingt) -

aufgestellt:  
Staatliches Bauamt Amberg – Sulzbach  
im Auftrag der Großen Kreisstadt Schwandorf

  
Wasmuth, Ltd. Baudirektor  
Amberg, den 03.07.2020

Festgestellt gemäß Art.39 BayStrWG  
durch Beschluss vom 02.05.2022

**ROP-SG31-4354.3-5-2-115**

Regensburg, den 02.05.2022

**Regierung der Oberpfalz**

**Meisel**  
Baudirektor

## Erschütterungstechnische Untersuchung

St 2397, Erneuerung der Großen und  
Mittleren Naabbrücke in Schwandorf

- Untersuchung zu den baubedingten  
Immissionen -

Bericht Nr. 090-5433\_BauER\_01

im Auftrag von

Staatliches Bauamt Amberg-Sulzbach

Bamberg, im Januar 2020

## Erschütterungstechnische Untersuchung

St 2397, Erneuerung der Großen und Mittleren Naabbrücke in Schwandorf  
- Untersuchung zu den baubedingten Immissionen -

Bericht-Nr.: 090-5433\_BauER\_01

Datum: 20.01.2020

Dieser Bericht ersetzt Bericht-Nr. 090-5433\_BauER vom 16.11.2018

Auftraggeber: Staatliches Bauamt Amberg - Sulzbach  
Archivstraße 1  
92224 Amberg

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG  
Mußstraße 18  
D-96047 Bamberg  
T + 49 951 299 0989 – 0  
F + 49 951 299 0989 – 9  
[www.mopa.de](http://www.mopa.de)  
[info@mopa.de](mailto:info@mopa.de)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Hans Högg  
Dipl.-Ing. (FH) Volker Scherbel

## Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung .....	9
2. Örtliche Gegebenheiten.....	10
3. Grundlagen.....	12
3.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden .....	12
3.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen.....	14
3.2.1 Beurteilungsverfahren.....	14
3.2.2 Anhaltswerte zur Beurteilung.....	15
4. Baubetriebsablauf.....	16
4.1 Baudurchführung .....	16
4.2 Maschineneinsatz .....	18
5. Untersuchung zu Bauerschütterungen .....	19
5.1 Geologie.....	19
5.2 Prognosemodell .....	19
5.2.1 Emission .....	20
5.2.2 Transmission.....	20
5.2.3 Immission .....	21
5.3 Erschütterungsquellen .....	21
5.4 Erschütterungsimmissionen.....	22
5.4.1 Bodenverdichtungen .....	22
5.4.2 Abbrucharbeiten.....	23
5.4.3 Bohrarbeiten.....	23
5.4.4 Rammarbeiten .....	23
5.5 Bewertung.....	24
5.6 Minderung der baubedingten Immissionen.....	26
5.6.1 Beschreibung .....	26
5.6.2 Maßnahmen .....	26
6. Anlagen.....	29

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b>	Übersichtslageplan mit Darstellung zur Lage der Baumaßnahme (Quelle: geoportal.bayern.de) .....	10
<b>Abbildung 2:</b>	Art der baulichen Nutzung nach BauNVO im Bereich der Brückenerneuerungen .....	11

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b>	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2.....	13
<b>Tabelle 2:</b>	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach Tab. 1 der DIN 4150-2.....	13
<b>Tabelle 3:</b>	Anhaltswerte für Dauererschütterungen zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 .....	15
<b>Tabelle 4:</b>	Darstellung erschütterungsrelevanter Bautätigkeiten.....	21

## Grundlagenverzeichnis

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG, in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist
- [2] Digitale Grundlagen (Lageplan, voraussichtlicher Rahmenterminplan und Bauablauf), Stand: August 2018
- [3] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO), in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)
- [4] Rechtskräftige Bebauungspläne der Großen Kreisstadt Schwandorf im Bereich der Baumaßnahme, Quelle: <https://www.schwandorf.de/Wirtschaft-Bauen/Stadtplanung/Karten-und-Pläne>, Abruf: 04.09.2018
- [5] Gerhard Müller, Michael Möser (Hrsg.): Taschenbuch der technischen Akustik, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Springer Verlag 2004
- [6] Baugesetzbuch (BauGB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634)
- [7] Bayerisches Verwaltungsverfahrensgesetz (BayVwVfG) in der in der Bayerischen Rechtsammlung (BayRS 2010-1-I) veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch § 1 des Gesetzes vom 24. Juli 2018 (GVBl. S. 604) geändert worden ist
- [8] „Geotechnischer Bericht, A1 – St2397 Erneuerung der Brücken über die Naab in Schwandorf“, Ingenieurbüro Jung GEOTECHNIK GMBH, 11.07.2016
- [9] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [10] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [11] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2016

- [12] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, Ausgabedatum: Januar 2013
- [13] Ortsbesichtigung für die Erhebung der örtlichen Gegebenheiten zur Art der baulichen Nutzungen, Gebäudehöhen/-konstruktionen etc., Möhler + Partner Ingenieure AG, 05.04.2017 und 13.09.2017

## Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden die baubedingten Erschütterungsimmissionen durch die Baumaßnahmen an den Naabbrücken in Schwandorf für die schutzbedürftige Nachbarschaft auf der Grundlage einer Prognose ermittelt und bewertet.

Die Höhe der durch die diversen Quellen entstehenden Erschütterungsemissionen sowie deren Weiterleitung im Erdreich hängen stark von den spezifischen geologischen Untergrundverhältnissen ab. Die geologischen Untergrundverhältnisse können hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht unkritisch bewertet werden.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren sind durch die baubedingten Erschütterungen tagsüber potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150) bei Gebäuden mit geringerem Abstand als 50 m zur Baumaßnahme nicht auszuschließen.

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 Schutzkonzept kann insbesondere folgende Maßnahmen beinhalten:

- 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 vorgeschlagen. Dabei wird unabhängig etwaiger abgeschätzter Betroffenheitskorridore zwingend vorgeschlagen, die unter Denkmalschutz stehende Spitalkirche (mittlerweile profaniert und als Veranstaltungsraum genutzt) zu berücksichtigen.

- Nürnberger Str. 3, 5
- Spitalkirche (Spitalgarten 1)
- Wöhrvorstadt 2a, 6

## 1. Aufgabenstellung

Das Staatliche Bauamt Amberg-Sulzbach plant die Erneuerung der bestehenden Großen und Mittleren Naabbrücke der Nürnberger Straße (St 2397) über die Naab in der Großen Kreisstadt Schwandorf.

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 dem Schreiben vom 04.08.2017 beauftragt.

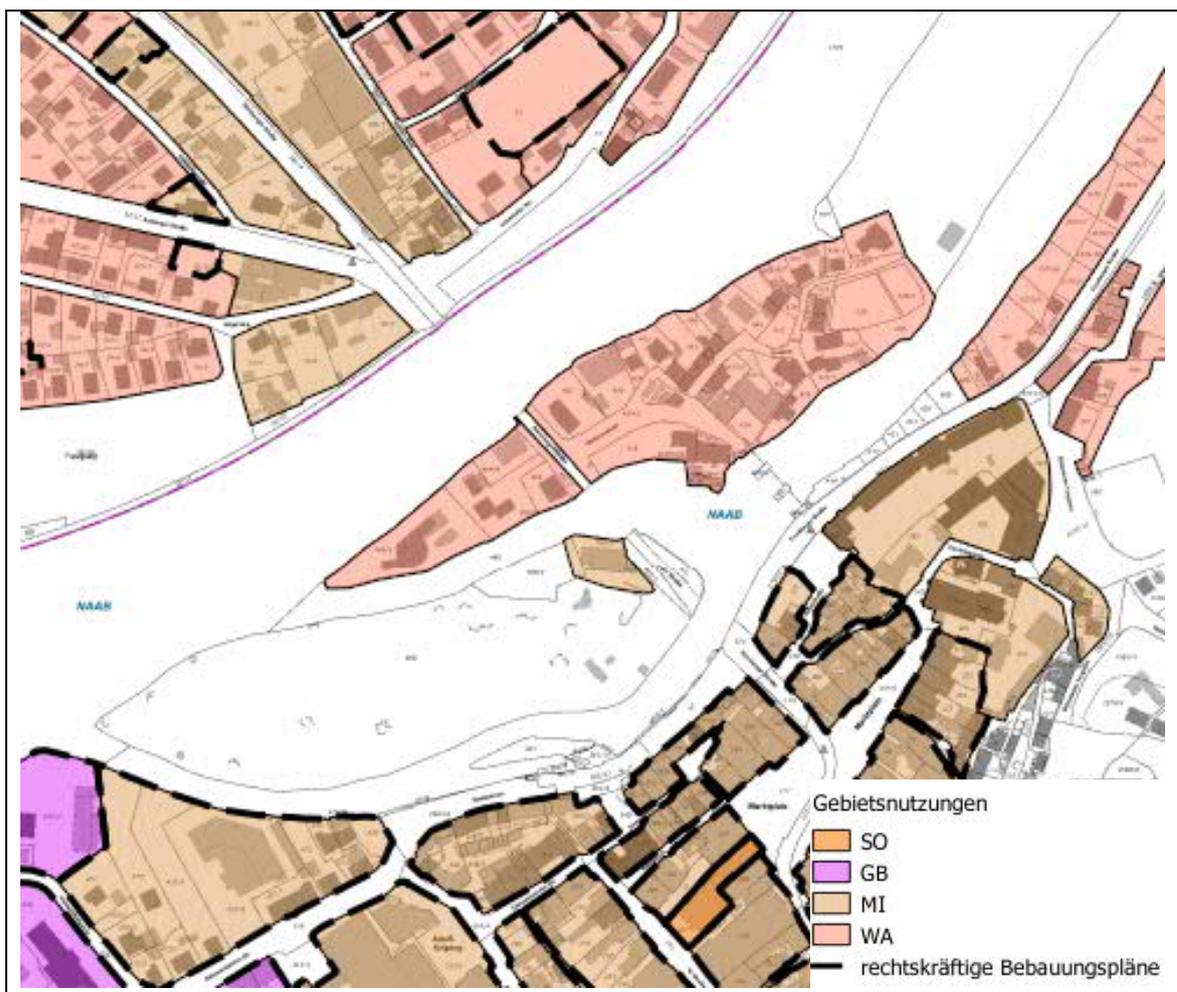


Demzufolge sind im Umfeld der Naabbrücken in Schwandorf folgende schutzbedürftige Nutzungen vorhanden:

Demzufolge sind folgende schutzwürdige Nutzungen vorhanden:

- Nordwestlich der Naab befinden sich entlang des Ufers Gebiete, die planungsrechtlich bzw. anhand der tatsächlichen Nutzung als Mischgebiete (MI) bzw. allgemeine Wohngebiete (WA) einzustufen sind.
- Auf der Insel Wörth befinden sich vorrangig Gebiete, die anhand der tatsächlichen Nutzung als allgemeine Wohngebiete (WA) einzustufen sind.
- Südöstlich der Naab befinden sich vorrangig Gebiete, die planungsrechtlich bzw. anhand der tatsächlichen Nutzung als Mischgebiete (MI) einzustufen sind.

In nachfolgender Abbildung ist im Bereich der Brückenerneuerungen die Einstufung zur Art der baulichen Nutzung nach BauNVO [3] der Nachbarschaft dargestellt.



**Abbildung 2:** Art der baulichen Nutzung nach BauNVO im Bereich der Brückenerneuerungen

Zur Ermittlung etwaiger Betroffenheiten wurde zudem eine Ortsbegehung zur Erhebung erschütterungsrelevanter Gebäudeparameter in einem Korridor von 100 m um die geplante Baumaßnahme an der Großen bzw. Mittleren Naabbrücke durchgeführt [13].

### 3. 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  $v$ .

#### 3.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2 [10]. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

Die Beurteilung erfolgt dabei anhand folgender zwei Beurteilungsgrößen:

- maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{F_{max}}$   
Die maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{F_{max}}$  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  $KB_{F_{Tr}}$   
Die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{F_{Tr}}$  berücksichtigt die Dauer und die Häufigkeit des Auftretens von Erschütterungen. Hinsichtlich der Dauer der Erschütterungsereignisse werden jeweils 30-s-Takte (Taktmaximalwertverfahren) gebildet.

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch baubedingte Erschütterungen wird in Kapitel 6.5.4 der DIN 4150-2 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 der DIN 4150-2 [10] gebietsunabhängig zu bewerten.

<b>Tabelle 1:</b> 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.

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkung in der oben stehenden Tabelle 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.

Baubedingte Erschütterungen nachts (22:00 bis 6:00 Uhr) werden in schutzbedürftigen Einwirkungsorten anhand der Anhaltswerte beurteilt, die nachfolgend dargestellt sind:

<b>Tabelle 2:</b> 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

## 3.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150, Teil 3 [11]. Dabei nennt die Norm Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes zu erwarten sind.

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

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

Bei Wohngebäuden nach den Tabellen 1, 4 oder B1, jeweils Zeilen 2 und 3, der DIN 4150-3 [11] 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.

### 3.2.1 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 Materialermüdungen oder Resonanzerscheinungen in den betroffenen Strukturen erzeugen.

Werden beispielsweise Pfahlwände gebohrt, Flächen verdichtet etc., ist vom Belastungsfall durch Dauererschütterungen auszugehen. Bei der Beurteilung nach der DIN 4150-3 [11] werden folglich die messtechnisch erfassten maximalen Schwinggeschwindigkeiten  $v_{\max}$  mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

### 3.2.2 Anhaltswerte zur Beurteilung

Einwirkungen auf bauliche Anlagen werden mittels der unbewerteten Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  bewertet. In Abhängigkeit von der Gebäudeart erfolgt die Beurteilung nach unterschiedlich hohen Anhaltswerten. Die Zuordnung der Gebäude erfolgt grundsätzlich durch Inaugenscheinnahme. Die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150-3 [11] für die Schwinggeschwindigkeit  $v_i$  zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen werden in nachfolgender Tabelle dargestellt.

<b>Tabelle 3:</b> Anhaltswerte für Dauererschütterungen zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3			
Spalte/ Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ in mm/s	
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen	Decken, vertikal, alle Frequenzen
	1	2	3
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10*

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

## 4. Baubetriebsablauf

### 4.1 Baudurchführung

Die regulär geplante Baudurchführung stellt sich gemäß den von der technischen Planung übermittelten Rahmenbedingungen wie folgt dar [2]:

#### **Phase 0 – Vorwegmaßnahme Leitungsverlegung** (Dauer: 10 Wochen):

- Leitungsverlegungen

#### **Phase 1 – Baubeginn** (Dauer: 4 Wochen):

- Baufeld freimachen
- Baustelleneinrichtung

#### **Phase 2 – Behelfsbrücken/Behelfsumfahrung** (Dauer: 14 Wochen):

- Herstellung Vorschüttung/Arbeitsebenen
- Gründung und Unterbauten
- Rückbau Arbeitsebenen
- Überbau
- Straßenanbindungen
- Verkehrsumlegung auf Behelfsumfahrung

#### **Phase 3a – Vorbereitende Arbeiten** (Dauer: 16 Wochen):

- Herstellung Vorschüttung/Arbeitsebenen, Aushub Widerlager
- Herstellung Gerüst für Abbruch
- Abbruch Überbau, Widerlager, Pfeilerköpfe
- Rückbau Gerüst für Abbruch
- Rückbau Arbeitsebenen

#### **Phase 3b – Unterbauten** (Dauer: 18 Wochen):

- Bohrpfähle
- Verbau
- Aushub Baugruben, Pfähle herrichten

- Pfahlkopfplatten
- Aufgehendes Widerlager/Aufgehender Pfeiler
- Hinterfüllung

**Phase 3c – Überbau (Dauer: 15 Wochen):**

- Aufbau Traggerüst und Schalung
- Bewehrung und Betonage Überbau
- Vorspannung
- Nachbehandlung, Ruhezeit
- Ausbau Traggerüst

**Phase 3d – Restarbeiten/Ausstattung (Dauer: 17 Wochen):**

- Herstellung Vorschüttung/Arbeitsebenen Abbruch
- Abbruch Bestands Pfeiler
- Verfüllung Baugrube
- Verbauten gewässerseitig schneiden
- Rückbau Arbeitsebenen
- Hinterfüllung Widerlager, Herstellung Schleppplatten
- Übergangskonstruktionen
- Abdichtung
- Herstellung Kappen
- Geländer
- Böschungstreppen, Pflaster, Restarbeiten

**Phase 4a – Straßenanbindungen (Dauer: 13 Wochen):**

- Straßenangleichungen
- Deckenbau gesamter Bereich inkl. Brücken

**Phase 4b – Rückbau Behelfsbrücken/Behelfsumfahrung, Restarbeiten (Dauer: 24 Wochen):**

- Rückbau Straßenanbindung zwischen den Behelfsbrücken
- Rückbau Überbau Behelfsbrücken

- Herstellung Vorschüttung/Arbeitsebenen
- Rückbau Unterbauten Behelfsbrücken
- Rückbau Arbeitsebenen
- Restarbeiten

Es wird von einer ungefähren Gesamtbauzeit inkl. Unterbrechungen durch Hochwasserereignisse von ca. 3 Jahren ausgegangen. Die Bautätigkeiten in der Bauphase 3 (a bis d) finden dabei parallel an der Großen und Mittleren Naabbrücke statt.

Die Bautätigkeiten sind zunächst sowohl in der Tagzeit (7:00 bis 20:00 Uhr) als auch in der Nachtzeit (20:00 bis 7:00 Uhr) uneingeschränkt vorgesehen.

#### 4.2 Maschineneinsatz

Es werden zur Durchführung der Bautätigkeiten u. a. folgende Maschinen in Ansatz gebracht:

- Bagger, Bagger mit Meißel
- LKW
- Turmdrehkran, Mobilkran
- Vibrationsramme
- Bohrgerät
- Transportbetonmischer, Betonpumpe, Flaschenrüttler
- Trennschleifer, Schlagschraubmaschine
- Presslufthammer mit Meißel
- Motorkompressor
- Walze, Rüttelplatte
- Asphaltfertiger, Asphaltfräse
- Gerät für Rohrvortrieb (Verdrängungshammer)
- Kleingeräte

## 5. Untersuchung zu Bauerschütterungen

### 5.1 Geologie

Die geologische Situation im Bereich des Bauvorhabens kann dem „Geotechnischen Bericht“ des Ingenieurbüros Jung GEOTECHNIK GMBH [8] entnommen werden.

„Nach der geologischen Karte [...] liegen im unmittelbaren Baugebiet fluviatile Quartärablagerungen der Naab vor. Diese decken die gesamte Körnungsbandbreite ab und sind als Tone, Schluffe, Sande und Kiese ausgeprägt. Teilweise sind zusätzlich steinige Komponenten vorhanden. Hier sind Mächtigkeiten von 6,0 m bis 12,0 m zu erwarten. Im Liegenden folgen auf die quartären Sedimente jurassische Schichten des Doggers. In der Nähe des Baugrundes bilden diese sich hauptsächlich als mittel- bis feinkörnige Eisensandsteine des Oberen Aalen aus. Ein Schnitt in der geologischen Karte ca. 2,6 km nordwestlich des Baugrundes zeigt maximale Mächtigkeiten von bis zu ca. 70,0 m für den Sandstein. In der direkten Nähe der zu sanierenden Bauwerke beträgt diese Mächtigkeit durch Einschneiden der Naab nur noch wenige Meter. Stellenweise stehen an den Flanken des Naabtals auch Schichten des Unteren Aalen und des Oberen Toarc in Form des Opalinuston bzw. Jurensismergels an. Aus dem geologischen Schnitt gehen ebenfalls Mächtigkeiten von bis zu ca. 50,0 m für den Opalinuston hervor.“

Im Bereich der Baumaßnahme sind demnach folgende Schichten vorhanden:

- Verwitterungsbildungen des Sandsteins/Flussablagerung
- Eisensandstein
- Verwitterungsbildungen des Tonsteins
- Opalinuston

### 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 [12]:

$$L_{\text{v-Raum}}(f) = L_{\text{E}}(f) + \Delta L_{\text{B}}(f) + \Delta L_{\text{G}}(f) + \Delta L_{\text{M}}(f)$$

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

### 5.2.2 Transmission

Die Erschütterungen werden auf ihrem Ausbreitungsweg zwischen Erschütterungsquelle und Einwirkungsort in Abhängigkeit von der Entfernung reduziert. Verantwortlich hierfür ist die Amplitudenabnahme aufgrund der Geometrie und der Materialdämpfung des Erdreichs.

Entsprechend der DIN 4150-1 [9] wird die Abnahme der Amplitude der Schwinggeschwindigkeit  $v$  näherungsweise durch folgende Gleichung beschrieben:

$$\bar{v} = \bar{v}_1 * \left(\frac{R}{R_1}\right)^{-n} * \exp[-\alpha * (R - R_1)]$$

mit:

$\bar{v}$	Amplitude der Schwinggeschwindigkeit (in mm/s)
$\bar{v}_1$	Amplitude der Schwinggeschwindigkeit in der Entfernung $R_1$ (in mm/s)
$R_1$	Bezugsabstand (in m)
$R$	Entfernung von der Quelle (in m)
$n$	Exponent in Abhängigkeit von der Wellenart, Quellengeometrie und Art der Schwingung
$\alpha$	Abklingkoeffizient ( $\alpha = 2\pi * D / \lambda$ )
$D$	Dämpfungsgrad
$\lambda$	Wellenlänge ( $\lambda = c / f$ ) in m

- c      Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle (in m/s)  
f      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 Geschossdecken beantwortet. Die durch Resonanz bei den Eigenfrequenzen der Decken auftretenden Vergrößerungsfaktoren hängen insbesondere auch vom zeitlichen Verlauf (harmonisch/stationär oder impulsförmig) der Schwingungen ab.

### 5.3 Erschütterungsquellen

Signifikante Erschütterungen können bei Baumaßnahmen insbesondere z. B. beim Einbringen von Verbauten und Bohrpfählen, bei Abbrucharbeiten und dergleichen sowie bei Bodenverdichtungen auftreten. 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, den Untergrundbeschaffenheiten, der Bodenschichtung bzw. deren Konsolidierungsgrad, Grundwasserständen und den Abmessungen des einzubringenden Körpers etc., ab.

Auf Grundlage der in Kapitel 4.1 beschriebenen Bauphasen werden nachfolgend erschütterungsrelevante Bautätigkeiten dargestellt:

<b>Tabelle 4:</b> Darstellung erschütterungsrelevanter Bautätigkeiten		
Bauphase	Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten	Dauer der Bauphase
0	Rohrvortrieb	10 Wochen
1	*	4 Wochen
2	Verdichtungsarbeiten, Rammarbeiten, Bohrarbeiten, Fräsarbeiten	14 Wochen
3a	Abbrucharbeiten, Verdichtungsarbeiten	17 Wochen
3b	Rammarbeiten, Bohrarbeiten, Verdichtungsarbeiten	19 Wochen
3c	*	15 Wochen
3d	Abbrucharbeiten, Verdichtungsarbeiten	17 Wochen
4a	Verdichtungsarbeiten	13 Wochen
4b	Verdichtungsarbeiten, Fräsarbeiten	24 Wochen

\* keine erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten vorhanden

Insofern können relevante Erschütterungsemissionen bei folgenden Bautätigkeiten auftreten:

- Bodenverdichtungen insbesondere bei Straßenbauarbeiten und Vorschüttungen
- Abbrucharbeiten insbesondere beim Rückbau der Brücken (Überbau, Widerlager, Pfeiler)
- Rammarbeiten beim Einbringen der Verbauten
- Bohrarbeiten zum Herstellen der Bohrpfähle

#### 5.4 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. [5]) 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 ausschließlich in der Zeit von 7:00 bis 20:00 Uhr und über eine Zeitdauer bis zu acht Stunden durchgeführt. Die Bewertung der erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten erfolgt im Weiteren auf der Grundlage der vorgesehenen organisatorischen Maßnahmen durch die baubedingten Schallimmissionen.

##### 5.4.1 Bodenverdichtungen

Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz einer Vibrationswalze zur Verdichtung von Asphalt für die Fahrbahnanbindung/Straßenanbindung sowie der Vorschüttungen 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 werden die Verdichtungsarbeiten als vergleichsweise unkritisch betrachtet.

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch Verdichtungsarbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Korridor von maximal ca. 25 m zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

#### 5.4.2 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 werden die Abbrucharbeiten als vergleichsweise kritisch betrachtet.

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch Abbrucharbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Korridor von ca. 30 m zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

#### 5.4.3 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.

Etwaige Betroffenheiten sind demnach bei Erschütterungseinwirkungen durch Bohrarbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Korridor von ca. 20 m zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

#### 5.4.4 Rammarbeiten

Es wird u. a. von Erschütterungsanregungen durch den Einsatz von Rammen zum Einbringen der Verbauten ausgegangen. Dabei handelt es sich um Baumaßnahmen mit einem vergleichsweise hohen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Im Hinblick auf die Einhaltung der zulässigen Anhaltswerte für Erschütterungsimmissionen werden die Rammarbeiten als vergleichsweise kritisch betrachtet, ggf. kann durch Vorbohrungen die notwendige einzubringende Energie und in weiterer Folge die entstehenden Schwingungen deutlich reduziert werden.

Etwaige Betroffenheiten sind bei Erschütterungseinwirkungen durch Rammarbeiten an umliegenden Gebäuden mit Räumen zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen in einem Korridor von ca. 50 m zur Baumaßnahme erfahrungsgemäß nicht auszuschließen.

## 5.5 Bewertung

Die Abschätzung von Art, Umfang und Dauer von potenziellen Betroffenheiten durch baubedingte Erschütterungsimmissionen beruht auf Annahmen zum voraussichtlichen Bauablauf.

Unter Berücksichtigung der Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 bzw. Teil 3 ist zu erwarten, dass die Bautätigkeiten sowohl zeitlich als auch räumlich begrenzte potenzielle Betroffenheiten auslösen könnten.

Entsprechend den Beschreibungen der Baugrundverhältnisse im „Geotechnischen Bericht“ [8] ist die in Kapitel 5.1 dargelegte geologische Situation im Bereich der Baumaßnahme in Schwandorf zu erwarten. Die geologischen Untergrundverhältnisse können hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen als nicht unkritisch bewertet werden.

Auf Basis der geplanten Bauverfahren (insbesondere aufgrund der Rammarbeiten) sind durch die baubedingten Erschütterungen tagsüber potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150 [10]) bei Gebäuden mit geringerem Abstand als 50 m zur Baumaßnahme nicht auszuschließen (s. a. Anlage 1).

### Bodenverdichtungen:

Der Abstand zwischen Erregerquellen während der Bodenverdichtungsarbeiten und der schutzbedürftigen Bebauung beträgt an den nachfolgenden Gebäuden weniger als 25 m:

- Angerring 1
- Krondorfer Str. 1, 3
- Naabstr. 1, 2, 13a, 16
- Nürnberger Str. 3, 5
- Richter Weg 1, 3
- Wöhrvorstadt 1, 2, 2a, 3, 7, 9, 11

### Abbrucharbeiten:

Der Abstand zwischen Erregerquellen während der Abbrucharbeiten und der schutzbedürftigen Bebauung beträgt dabei an den nachfolgenden Gebäuden weniger als 30 m:

- Angerring 1
- Krondorfer Str. 1, 3
- Naabstraße 1, 2, 13a, 16
- Nürnberger Str. 3, 5
- Pfleghofstufen 2, 5

- Richter Weg 1, 3
- Spitalstr. 1, 6
- Wöhrvorstadt 1, 2, 2a, 3, 5, 7, 9, 11

#### Bohrarbeiten:

Der Abstand zwischen Erregerquellen während der Bohrarbeiten und der schutzbedürftigen Bebauung beträgt an den nachfolgenden Gebäuden weniger als 20 m:

- Naabstr. 13a
- Nürnberger Str. 3, 5
- Wöhrvorstadt 1, 2, 2a, 11

#### Rammarbeiten:

Der Abstand zwischen Erregerquellen während der Rammarbeiten und der schutzbedürftigen Bebauung beträgt dabei an den nachfolgenden Gebäuden weniger als 50 m:

- Angerring 1
- Kirchgasse 1
- Krondorfer Str. 1, 3, 5
- Naabstr. 1, 2, 2 ½, 3, 13a, 14, 16
- Nürnberger Str. 3, 3a, 5
- Pflughofstufen 2, 5
- Richter Weg 1, 3
- Spitalstr. 1, 6
- Wöhrvorstadt 1, 2, 2a, 3, 5, 7, 9, 11

Infolgedessen ist bei baubedingten Erschütterungen für diese Gebäude in dem entsprechenden Korridor ein Schutzmaßnahmenkonzept zweckmäßig, um erhebliche Belästigungen für die Anwohner durch die Baumaßnahme zu vermeiden.

## 5.6 Minderung der baubedingten Immissionen

### 5.6.1 Beschreibung

Die Bauphasen zur Realisierung des Vorhabens sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen zum Teil als nicht unproblematisch zu bewerten. Den 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) eine höhere Schutzbedürftigkeit einzuräumen, wobei Arbeiten in diesen Tagesrandzeiten in der Regel nicht durchgeführt werden.

Zur Feststellung der zumutbaren Belästigungen von Bauerschütterungen kann dabei als Maßstab die DIN 4150 Teil 2 herangezogen werden. Die Erheblichkeit der Belastung hängt demnach 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 [10] u. a.:

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

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 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

Im Rahmen des gegenwärtigen Planungsstands und der dadurch bedingten Prognoseberechnungen wurden Annahmen zum vorläufigen Bauphasenkonzept, zum voraussichtlichen Bauablauf sowie beispielhafte bzw. üblicherweise verwendbare Geräte und Bauverfahren herangezogen. 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).

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

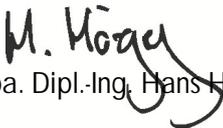
Zur Dokumentation der tatsächlich auftretenden Erschütterungen werden für exponiert gelegene und besonders schützenswerte Gebäude erschütterungstechnische Überwachungsmessungen vorgeschlagen. Dabei wird unabhängig etwaiger abgeschätzter Betroffenheitskorridore zwingend vorgeschlagen, die unter Denkmalschutz stehende Spitalkirche (mittlerweile profaniert und als Veranstaltungsraum genutzt) zu berücksichtigen.

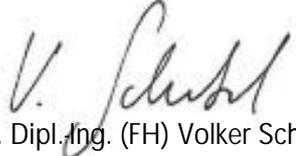
- Nürnberger Str. 3, 5
- Spitalkirche (Spitalgarten 1)
- Wöhrvorstadt 2a, 6

Diese Untersuchung umfasst 29 Seiten und 2 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung der Untersuchung ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Bamberg, den 20.01.2020

Möhler + Partner  
Ingenieure AG

  
ppa. Dipl.-Ing. Hans Högg

  
i. V. Dipl.-Ing. (FH) Volker Scherbel

## 6. Anlagen

- Anlage 1.1 – 1.4: Übersichtslageplan mit Darstellung von potenziellen Betroffenheiten bei erschütterungsrelevanten Bautätigkeiten nach Teil 2 der DIN 4150
- Anlage 2.1: Übersichtslageplan mit Vorschlag von Beweissicherungskorridoren für den Erschütterungsschutz sowie Vorschlag von Gebäuden für erschütterungstechnische Überwachungsmessungen

Erschütterungstechnische  
Untersuchung  
zur Erneuerung der Naabbrücken  
in Schwandorf



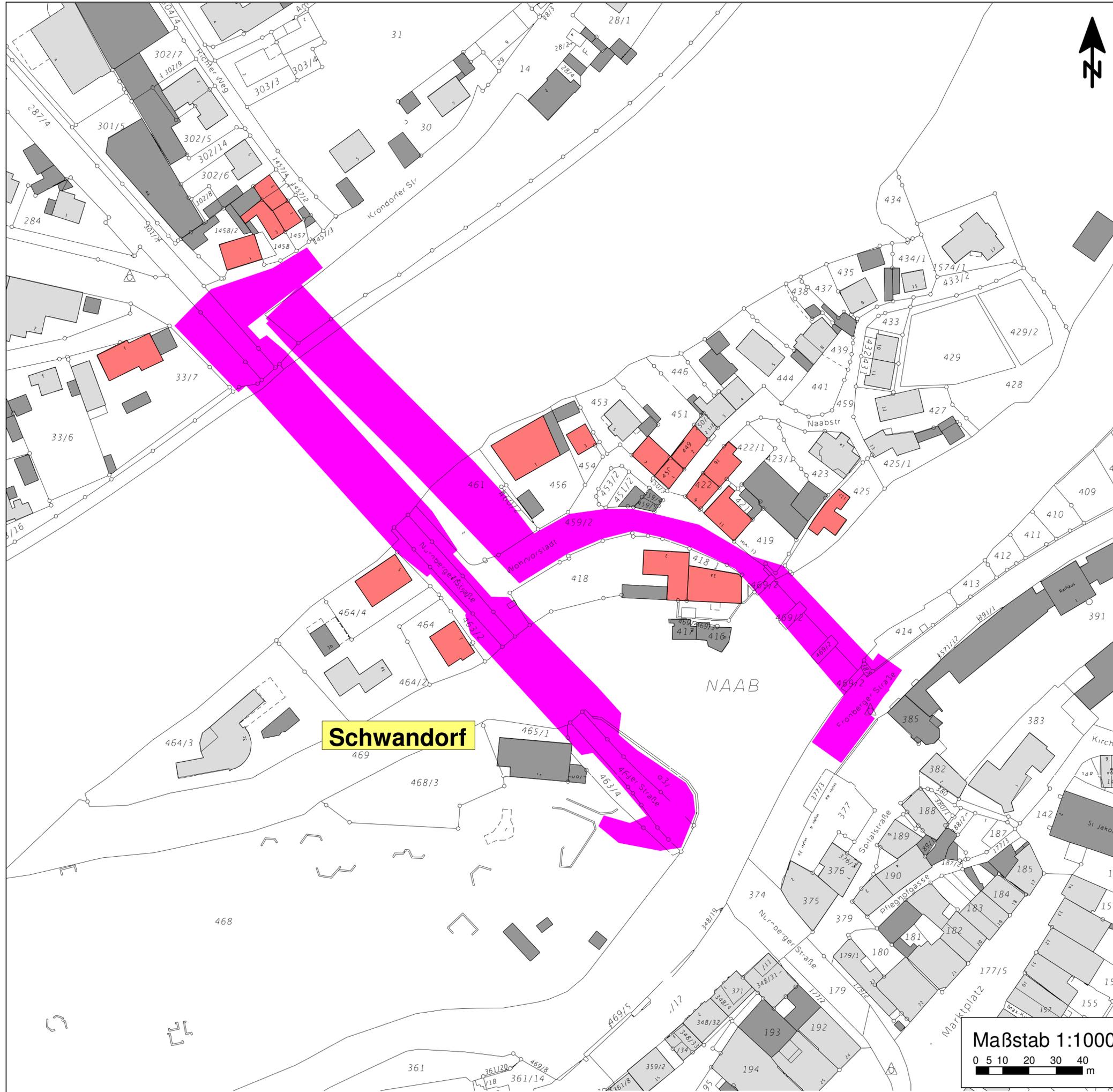
Lageplan  
zu den prog. Erschütterungsimmissionen  
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)  
Beurteilungszeitraum Tag, Verdichtungsarbeiten

Legende

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- potenziell betroffene Anwesen

Quellen

- Flächenquelle



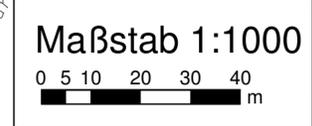
Beurteilungsgrundlage:  
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen  
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:  
digitale Grundkarte der Gemeinde Schwandorf

Bamberg, den 20.01.2020  
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

**MÖHLER+PARTNER**  
INGENIEURE AG

Mußstr. 18 T +49951 2990989-0  
D-96047 Bamberg F +49951 2990989-9  
www.mopa.de info@mopa.de



Erschütterungstechnische  
Untersuchung  
zur Erneuerung der Naabbrücken  
in Schwandorf



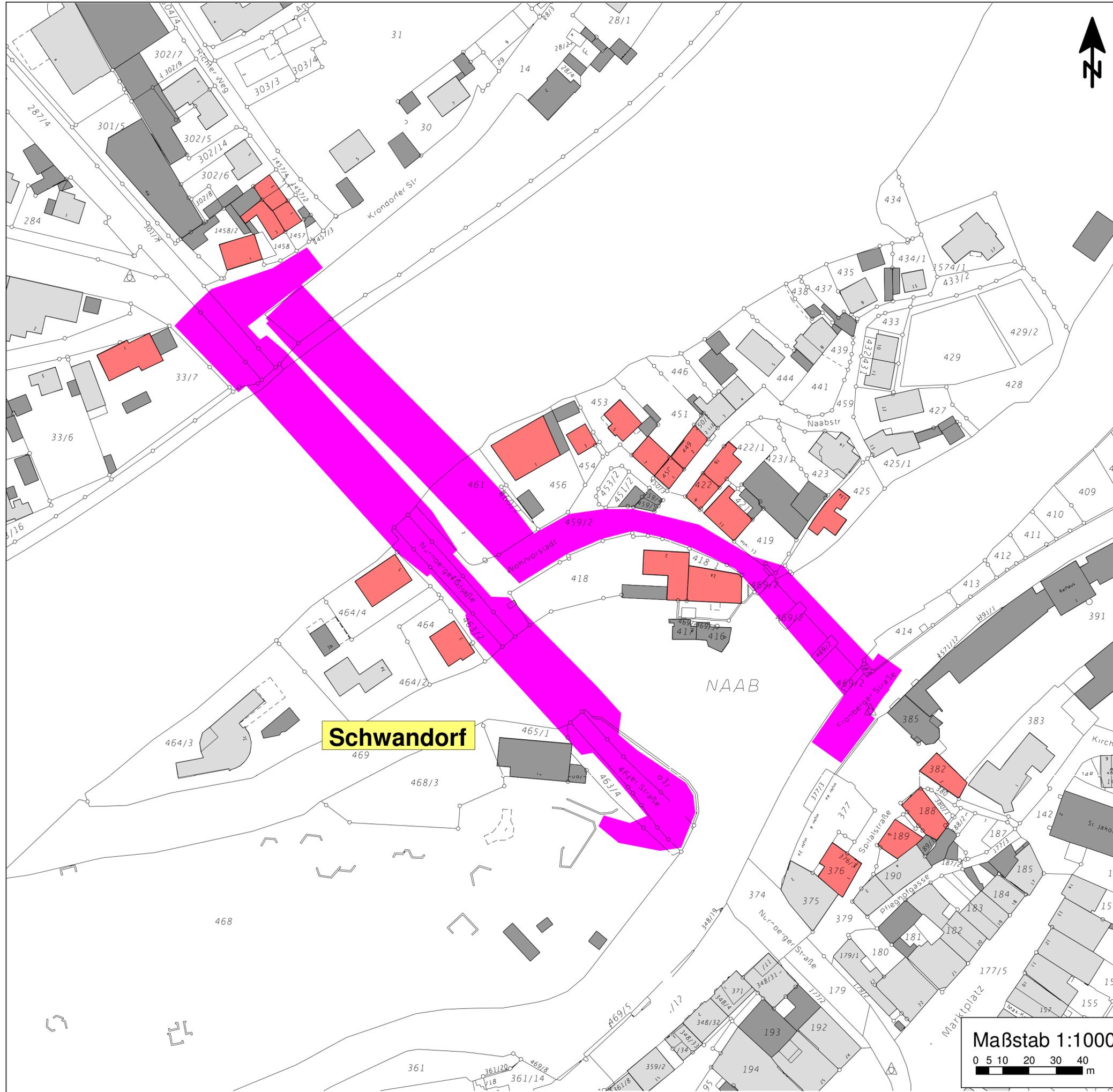
Lageplan  
zu den prog. Erschütterungsimmissionen  
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)  
Beurteilungszeitraum Tag, Abbrucharbeiten

Legende

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- potenziell betroffene Anwesen

Quellen

- Flächenquelle



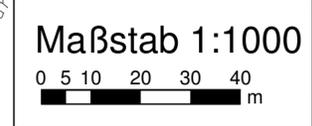
Beurteilungsgrundlage:  
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen  
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:  
digitale Grundkarte der Gemeinde Schwandorf

Bamberg, den 20.01.2020  
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

**MÖHLER+PARTNER**  
INGENIEURE AG

Mußstr. 18 T +49951 2990989-0  
D-96047 Bamberg F +49951 2990989-9  
www.mopa.de info@mopa.de



Erschütterungstechnische  
Untersuchung  
zur Erneuerung der Naabbrücken  
in Schwandorf



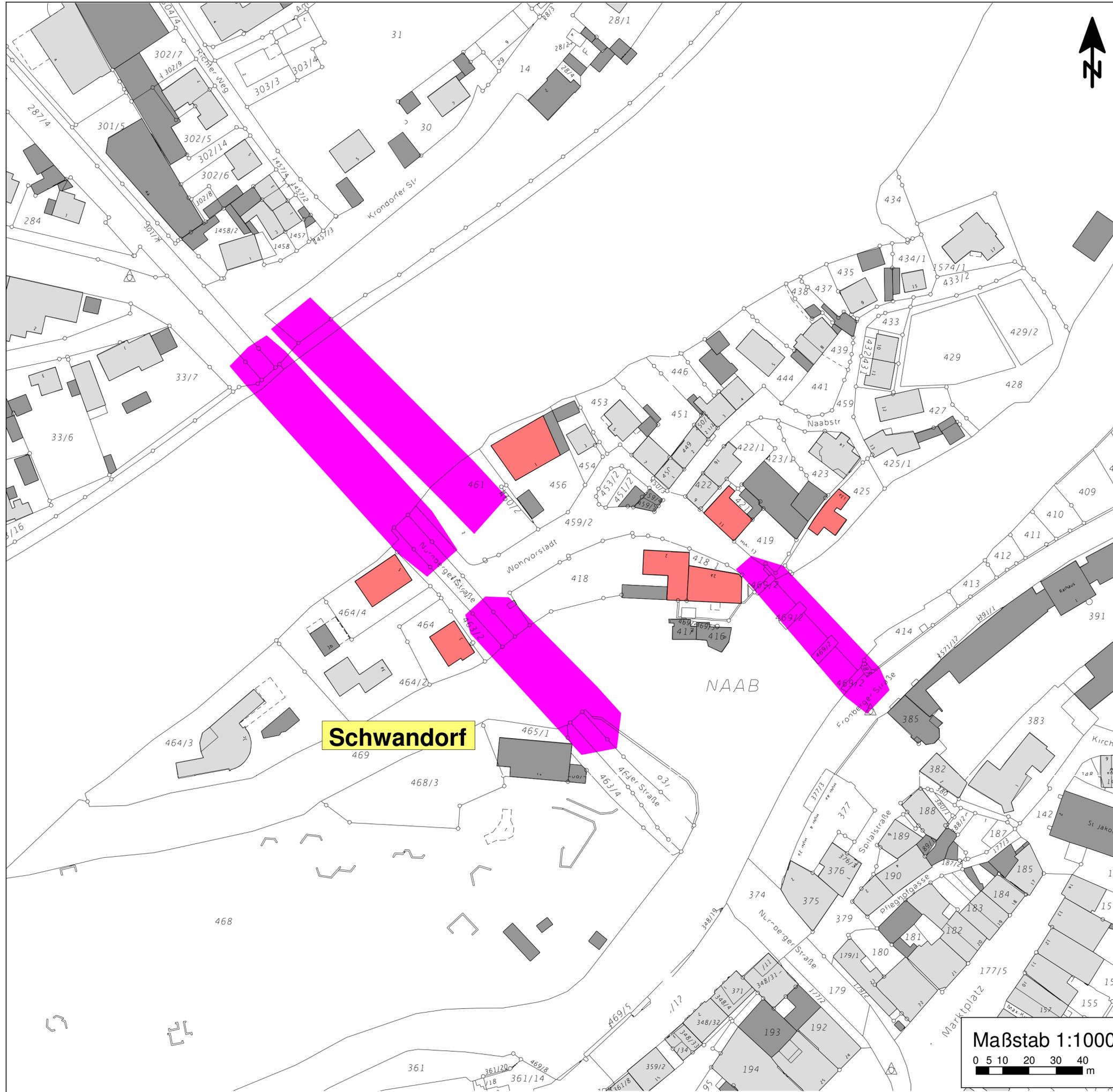
Lageplan  
zu den prog. Erschütterungsimmissionen  
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)  
Beurteilungszeitraum Tag, Bohrarbeiten

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  potenziell betroffene Anwesen

Quellen

-  Flächenquelle



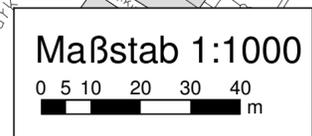
Beurteilungsgrundlage:  
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen  
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:  
digitale Grundkarte der Gemeinde Schwandorf

Bamberg, den 20.01.2020  
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

**MÖHLER+PARTNER**  
**INGENIEURE AG**

Mußstr. 18 T +49951 2990989-0  
D-96047 Bamberg F +49951 2990989-9  
www.mopa.de info@mopa.de



Erschütterungstechnische  
Untersuchung  
zur Erneuerung der Naabbrücken  
in Schwandorf



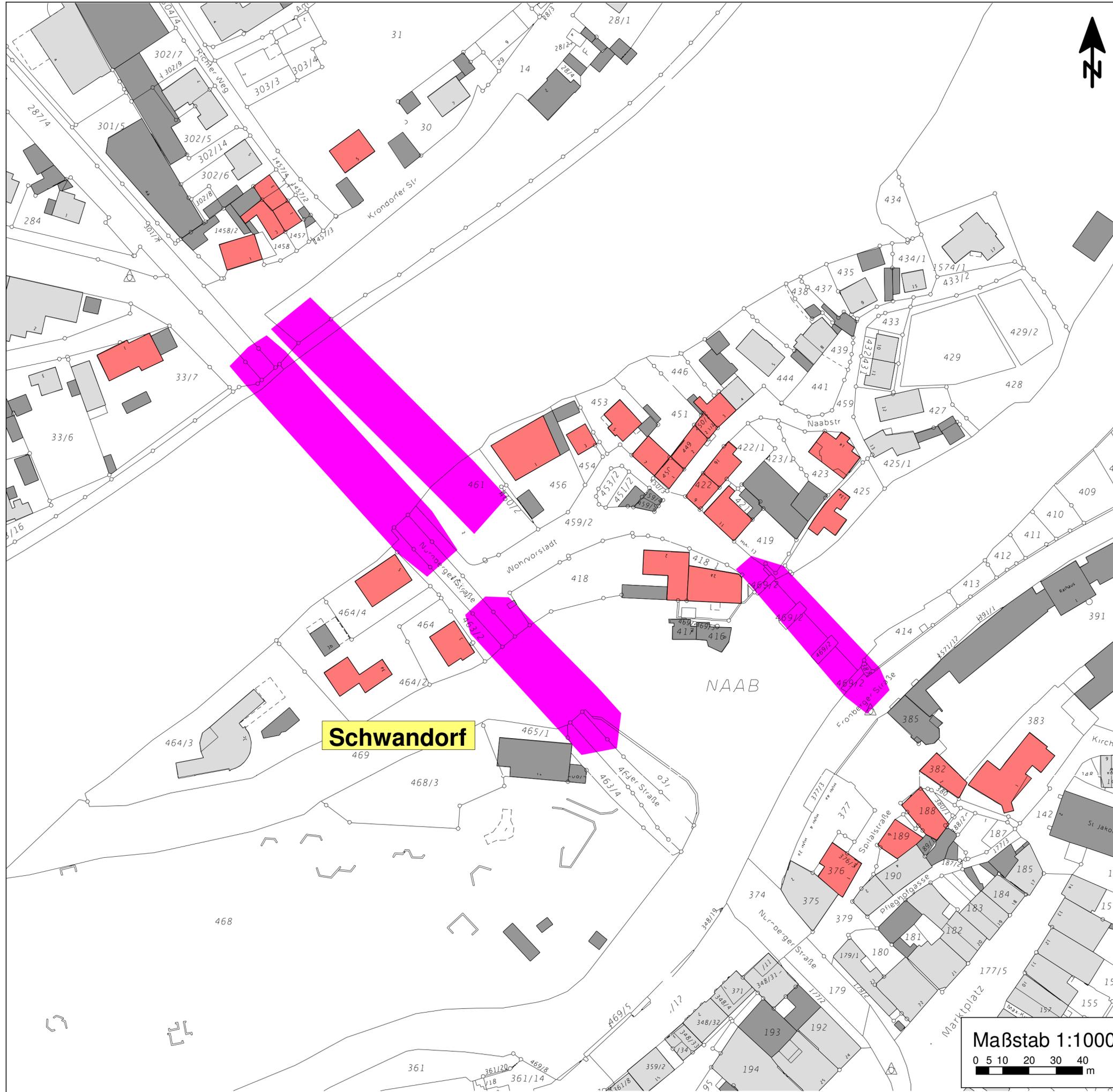
Lageplan  
zu den prog. Erschütterungsimmissionen  
(Planfeststellung Staatliches Bauamt)  
Beurteilungszeitraum Tag, Rammarbeiten

Legende

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- potenziell betroffene Anwesen

Quellen

- Flächenquelle



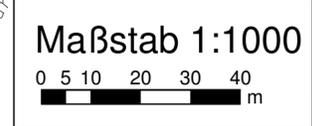
Beurteilungsgrundlage:  
DIN 4150-2: Erschütterungen im Bauwesen  
Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Plangrundlage:  
digitale Grundkarte der Gemeinde Schwandorf

Bamberg, den 20.01.2020  
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

**MÖHLER+PARTNER**  
INGENIEURE AG

Mußstr. 18 T +49951 2990989-0  
D-96047 Bamberg F +49951 2990989-9  
www.mopa.de info@mopa.de



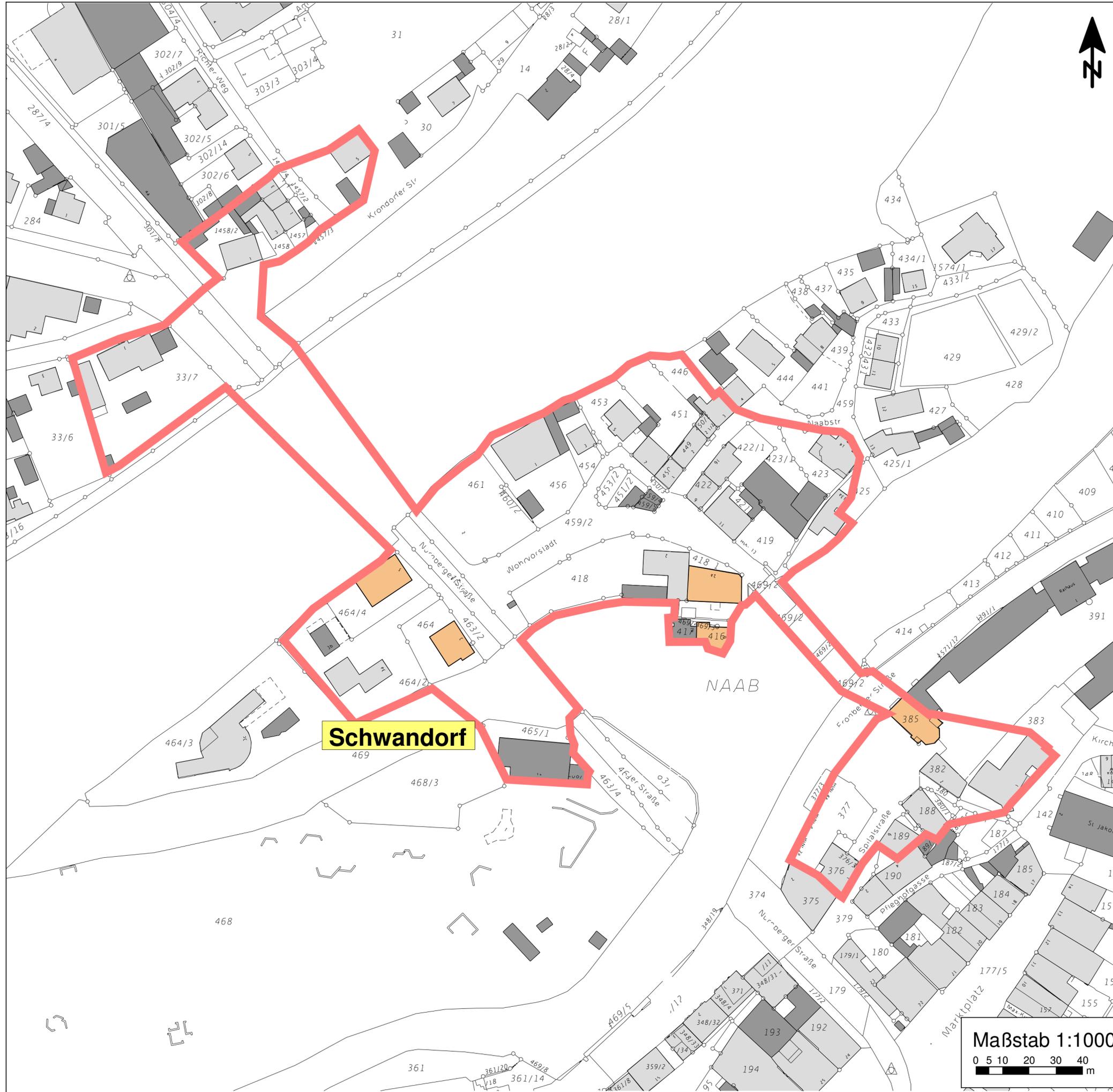
Erschütterungstechnische  
Untersuchung  
zur Erneuerung der Naabbrücken  
in Schwandorf



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

Legende

-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Erschütterungstechn. Beweissicherungsmessung
-  Beweissicherungskorridor



Beurteilungsgrundlage:  
DIN 4150-3: Erschütterungen im Bauwesen  
Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Plangrundlage:  
digitale Grundkarte der Gemeinde Schwandorf

Bamberg, den 20.01.2020  
Im Auftrag der StBA Amberg-Sulzbach

**MÖHLER+PARTNER**  
**INGENIEURE AG**

Mußstr. 18 T +49951 2990989-0  
D-96047 Bamberg F +49951 2990989-9  
www.mopa.de info@mopa.de

