

Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg

Regierungspräsidium Tübingen

Bundestraße B 27

von NK 7520 060 n NK 7420 003 Stat. 048 bis NK 7420 003 n NK 7420 062 Stat. 0 696

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28, Schindhaubasistunnel

PROJIS-Nr.: 08 91 8082 00

Feststellungsentwurf

UNTERLAGE 17.4

Bauerschütterungslärm

Aufgestellt:
Regierungspräsidium Tübingen
Abt. 4 - Mobilität, Verkehr, Straßen
Ref. 44 - Planung

Tübingen, den 28.06.2024

Unterlage 17.4

ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG des Baubetriebs

BAUVORHABEN: **B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel**

UMFANG: Ermittlung und Beurteilung der aus dem Baubetrieb resultierenden Erschütterungsimmissionen

AUFTRAGGEBER Regierungspräsidium Tübingen
Referat 44 - Planung
Konrad-Adenauer-Straße 20
72072 Tübingen

BEARBEITUNG: **KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH**
Heinrich-Hertz-Straße 2 | 64295 Darmstadt
T 06151 885-383 | F 06151 885-220

BEARBEITER: Dipl.-Ing. (FH) Katrin Endres

AKTENZEICHEN: 20198036-808-ABE-1

DATUM: Darmstadt, 12.09.2024

Dieser Bericht umfasst 35 Seiten und 5 Anhänge mit 68 Seiten (insgesamt 103 Seiten).

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers im Zusammenhang mit dem oben genannten Planvorhaben bestimmt. Eine darüberhinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Inhaltsverzeichnis

1	Sachverhalt und Aufgabenstellung	5
2	Grundlagen	6
2.1	Richtlinien, Planungsunterlagen und weitere Quellen	6
2.2	Anforderungen an den Schwingungsschutz	7
2.2.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	7
2.2.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	10
2.2.2.1	Allgemeines	10
2.2.2.2	Kurzzeitige Erschütterungen	11
2.2.2.3	Dauererschütterungen	12
2.3	Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise	13
2.3.1	Emissionen	14
2.3.2	Transmission	15
2.3.2.1	Transferfunktion T_1	15
2.3.2.2	Transferfunktionen T_2 und T_3	16
2.3.3	Immissionen	17
3	Örtliche Gegebenheiten	17
3.1	Beschreibung des Baustellenbetriebs	17
3.1.1	Bauphase 1 (Bauzeit ca. 7 Jahre):	17
3.1.2	Bauphase 2 (Bauzeit ca. 15 Monate):	18
3.1.3	Bauphase 3 (Bauzeit ca. 3 Monate):	19
3.2	Einwirkungsbereiche	19
4	Untersuchungsergebnisse	19
4.1	Emissionen	19
4.2	Immissionen	20
4.2.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	20
4.2.1.1	Untersuchte Geräte / Vorgänge	23
4.2.1.2	Vermeidungsmaßnahmen	29
4.2.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	30
4.2.2.1	Meißelarbeiten	30
4.2.2.2	Sprengungen	30

4.2.2.3	Walzeneinsatz	31
4.2.2.4	Rammarbeiten	31
4.2.2.5	Einsatz eines Bohrgerätes	31
5	Zusammenfassung	32
6	Anlagen	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Erschütterungstechnische Anhaltswerte für Baumaßnahmen	8
Tabelle 2:	Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen	10
Tabelle 3:	Anhaltswerte für kurzzeitige Erschütterungen auf Gebäude	12
Tabelle 4:	Anhaltswerte für Dauererschütterungen auf Gebäude	13
Tabelle 5:	Parameter der untersuchten Geräte / Vorgänge	20
Tabelle 6:	Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen	21
Tabelle 7:	T ₃ -Funktionen der untersuchten Geräte / Vorgänge	21
Tabelle 8:	Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte bei Meißelarbeiten	23
Tabelle 9:	Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte bei Sprengarbeiten	24
Tabelle 10:	Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte beim Einsatz der Vibrationswalze	25
Tabelle 11:	Gebäude mit gegebenenfalls überschrittenen oberen Anhaltswerten	25
Tabelle 12:	Gebäude mit gegebenenfalls überschrittenen unteren Anhaltswerten der Stufe III	26
Tabelle 13:	Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte bei Rammarbeiten	27
Tabelle 14:	Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte beim Einsatz eines Bohrgerätes	28

Abkürzungsverzeichnis

A	Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A _o	oberer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A _r	Beurteilungs-Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A _u	unterer Anhaltswert gemäß DIN 4150-2 [-]
A _v	Anhaltswert für die Schwinggeschwindigkeit gemäß DIN 4150-3 [mm/s]
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
c _p	Ausbreitungsgeschwindigkeit im Boden [m/s]
d	Tag
D	Dauer von Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen [d]
D	Dämpfungsgrad [%]

f	Frequenz [Hz]
f_0	Deckeneigenfrequenz [Hz]
GE	Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind
h	Stunde
Hb	Holzbalkendecke
Hbf	Hauptbahnhof
Hz	Hertz, Schwingung je Sekunde
HS	harmonisch / stationär
I	impulsförmig
KB_{Fmax}	maximale bewertete Schwingstärke [-]
KB_{FTr}	Beurteilungsschwingstärke [-]
MI	Gebiete, in denen weder vorwiegend Wohnungen noch vorwiegend Anlagen untergebracht sind
n	Abnahmekoeffizient [-]
PQ	Punktquelle
r	Radius um die Baumaßnahme / Abstand zur Baumaßnahme
R	Raumwelle
Stb	Stahlbetondecke
T	Übertragungsfunktion
T_E	Einsatzdauer [h]
T_r	Beurteilungszeit [h]
v_0	Referenzwert für die Schwingschnelle [$5 \cdot 10^{-8}$ m/s]
v_i	Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
v_{max}	maximale Schwinggeschwindigkeit [mm/s]
v_z	zulässige Schwinggeschwindigkeit auf Geschossdecken gemäß DIN 4150-3 [mm/s]]
WA	Gebiete, in denen vorwiegend Wohnnutzungen untergebracht sind

1 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Das Regierungspräsidium Tübingen beabsichtigt den Neubau des Schindhaubasistunnels im Zuge der Umgehungsstraße für die Bundesstraße B 27. Ziel der Maßnahme ist es, die Ortsdurchfahrt in Tübingen im Verlauf der B 27 Hechinger Straße - Stuttgarter Straße vom Durchgangsverkehr zu entlasten. Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit der schalltechnischen Ermittlung der von der Neubaumaßnahme ausgehenden Geräuscheinwirkungen während der Baumaßnahme.

Die Baumaßnahme umfasst die B 27 neu im südlichen Stadtteil Derendingen. Diese verläuft von der B 27 Hechinger Straße nördlich der Anschlussstelle Derendingen als 2-bahnige Straße durch den neu zu errichtenden Schindhaubasistunnel. Unmittelbar südlich der B 28 Reutlinger Straße verlässt sie den Tunnel und schwenkt nördlich der B 28 wieder in die B 27 Stuttgarter Straße im Bereich der Anschlussstelle Stuttgarter Straße / B 27 Richtung Filderstadt auf die B 27 alt ein. Im südlichen Bereich wird die Anschlussstelle Derendingen baulich angepasst. Die B27 alt wird an den vorhandenen Kreisverkehr Steinlachwasen / Hechinger Straße angebunden und nutzt abschnittsweise die Hechinger Straße, die derzeit ein Gewerbegebiet erschließt.

Im nördlichen Bereich wird die in West-Ost-Richtung verlaufende B 28 Reutlinger Straße von der Stuttgarter Straße bis in Höhe der Stadtgrenze abgebrochen und durch einen nördlicher gelegenen Neubau ersetzt.

Die Richtungsfahrbahnen der B 27 alt zwischen dem vorhandenen Knotenpunkt B 27 alt / B 28 und der Anschlussstelle Stuttgarter Straße / B 27 Richtung Filderstadt werden abgebrochen, ebenso die Verbindungsspanne zwischen der B 27 alt und der B 28 alt. Die Abschnitte werden durch neue Verbindungsrampen zwischen der B 27 neu und der B 28 neu ersetzt.

Aufgabenstellung der vorliegenden Untersuchung ist es, die Schwingungsimmissionen, die aus den erforderlichen Bauaktivitäten, resultieren, sowohl hinsichtlich der Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden als auch auf bauliche Anlagen im Umfeld der Baumaßnahmen zu ermitteln und zu beurteilen. So können mögliche Konfliktpotentiale infolge der baubetrieblichen Aktivitäten aufgezeigt werden. Soweit erforderlich, sind geeignete planerische, organisatorische und / oder bauliche Maßnahmen zur Vermeidung oder zumindest zur Minimierung dieser Immissionskonflikte zu erarbeiten.

2 Grundlagen

2.1 Richtlinien, Planungsunterlagen und weitere Quellen

Der durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchung liegen die folgenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Planunterlagen und Schriftsätze zu Grunde:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Erschütterungs-Leitlinie), Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), März 2018
- /3/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Dezember 2022
- /4/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Juni 1999
- /5/ DIN 4150, Teil 3 „Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Dezember 2016
- /6/ Verfügung zur baubedingten Erschütterung in der Planfeststellung des Eisenbahn-Bundesamtes, Oktober 2017
- /7/ B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel, Achsen und Gradienten, BUNG Ingenieure AG, Stand 05.09.2023
- /8/ Digitales Geländemodell, übersandt am 17.04.2019 durch Regierungspräsidium Tübingen
- /9/ Gebäudedaten LoD2, Download am 01.12.2022 vom Datenaustauschserver des Regierungspräsidiums Tübingen
- /10/ Gebietseinstufungen entnommen aus aktuellen Bebauungsplänen und dem Flächennutzungsplan, Januar 2024
- /11/ B27, Neubau der B27 zwischen Bläsibad und Tübinger Kreuz, Schindhaubasistunnel, Zusammenarbeit zum Lärmschutzgutachten; BUNG Ingenieure AG, Stand 24.01.2024
- /12/ B 27 Tübingen (Bläsibad) - B 28, Schindhaubasistunnel; Erläuterungsbericht und UVP-Bericht, Teil A - Unterlage 1; Regierungspräsidium Tübingen; Tübingen, den 01.07.2019

- /13/ B 27 Neubau zwischen Bläsibad und Tübingen; Schindhaubasistunnel; Bauwerksvorentwurf Tunnelrohbau – Erläuterungsbericht, BUNG Ingenieure AG; Stand 28.02.2019
- /14/ B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28, Schindhaubasistunnel; Bau km 0+195,578 bis 3+840; Feststellungsentwurf; Lageplan Knotenpunkt Nord, Tübinger Kreuz, Bau-km 3+000 – 3+480, Maßstab: 1:1000; BUNG Ingenieure AG; Stand 05.2019- ergänzt um Skizzierte BE-Fläche am 07.02.2024
- /15/ B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28, Schindhaubasistunnel; Bau km 0+195,578 bis 3+840; Feststellungsentwurf; Lageplan Knotenpunkt Süd, Bau-km 0+195,578 – 1+100, Maßstab: 1:1000; BUNG Ingenieure AG; Stand 05.2019- ergänzt um Skizzierte BE-Fläche am 07.02.2024
- /16/ Möglicher Einsatz von Fahrzeugen und Maschinen; BUNG Ingenieure AG; zur Verfügung gestellt am 25.01.2024
- /17/ B27/B28 Schindhaubasistunnel, Projekt-Nr.: 10936; Konzept Bauablauf; BUNG Ingenieure AG; per Email am 07.02.2024
- /18/ Neubau der B27 zwischen Bläsibad und Tübinger Kreuz; Schindhaubasistunnel; Zuarbeit zum Lärmschutzgutachten; BUNG Ingenieure AG; Stand 24.01.2024

2.2 Anforderungen an den Schwingungsschutz

2.2.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Für die Ermittlung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden wird das in **DIN 4150-2** /4/ beschriebene Beurteilungsverfahren angewendet. Hierfür sind

- ☐ die maximale bewertete Schwingstärke **KB_{Fmax}** und
- ☐ die Beurteilungsschwingstärke **KB_{FTr}**

als maßgebende Beurteilungsgrößen mit den Anhaltswerten der Norm zu vergleichen.

Zunächst erfolgt ein Vergleich, der für den Baubetrieb erwarteten maximalen bewerteten Schwingstärke **KB_{Fmax}** mit den Anhaltswerten **A_u** und **A_o** gemäß **DIN 4150-2**. Ist **KB_{Fmax}** kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert **A_u**, dann ist die Anforderung der Norm eingehalten. Ist **KB_{Fmax}** größer als der obere Anhaltswert **A_o**, dann ist die Anforderung der Norm nicht eingehalten.

Für Einwirkungen, bei denen **KB_{Fmax}** größer als **A_u**, jedoch kleiner als **A_o** ist, ist in einem weiteren Prüfschritt die Beurteilungsschwingstärke **KB_{FTr}** zu ermitteln und mit dem Beurteilungsanhaltswert **A_r** zu vergleichen. Ist **KB_{FTr}** kleiner oder gleich **A_r**, so sind die Anforderungen der Norm eingehalten.

Bei einer Einwirkdauer **D** zwischen einem Tag und sechs Tagen sind die Anhaltswerte entsprechend zu interpolieren.

Für die zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen werden die Anhaltswerte nach Tabelle 2 der **DIN 4150-2** /4/ herangezogen. Sie sind in **Tabelle 1** zusammengestellt und werden festgelegt nach der Anzahl von Tagen, an denen die Erschütterungseinwirkungen stattfinden. Bei der Ermittlung der Dauer der einwirkenden Erschütterungen ist gemäß **DIN 4150-2**, Abschnitt 6.5.4.2 nicht die gesamte Dauer der Baumaßnahme, sondern die zusammenhängende Anzahl der Tage zu verstehen, an denen tatsächlich relevante Erschütterungseinwirkungen

Dauer	D ≤ 1 Tag			6 d < D ≤ 26 d			26 d < D ≤ 78 d		
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

Tabelle 1: Erschütterungstechnische Anhaltswerte für Baumaßnahmen

Die in **Tabelle 1** benannten Anhaltswerte gelten **ausschließlich** für den Tagzeitraum (06.00 Uhr bis 22.00 Uhr), die Beurteilung erfolgt in drei Stufen:

☐ **Stufe I:**

Bei Unterschreitung ist auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.

☐ **Stufe II:**

Bei Unterschreitung ist ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen, falls Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen im Sinne von Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** ergriffen werden. Bei zunehmender Überschreitung auch dieser Stufe werden mit wachsender Wahrscheinlichkeit erhebliche Belästigungen auftreten. Ist zu erwarten, dass Erschütterungseinwirkungen auftreten, die oberhalb der Stufe II liegen, so ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.

☐ **Stufe III:**

Bei Überschreitung sind die Einwirkungen unzumutbar. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

Für den Sprengvortrieb wird gemäß **DIN 4150-2** nur die maximale bewertete Schwingstärke **KB_{Fmax}** beurteilungsrelevant. Für die geplanten Vortriebssprengungen gilt allein das A₀-Kriterium unabhängig von der Anzahl der Sprengungen je Tag. Werte bis

$$A_0 = 8$$

sind zugelassen, niedrige Werte sind anzustreben. Sofern dieser obere Anhaltswert **A₀** überschritten wird, können erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden nicht mehr ausgeschlossen werden.

Bei der Ermittlung der Beurteilungsschwingstärken ist zu beachten, dass der Zeitraum von 06.00 Uhr bis 22.00 Uhr als Tagzeitraum anzusehen ist. Die Zeiträume von 06.00 Uhr bis 07.00 Uhr und von 19.00 Uhr bis 22.00 Uhr sind gemäß **DIN 4150-2**, Ziffer 3.7.4 als Ruhezeiten einzustufen.

Für nachts auftretende Erschütterungen durch Baumaßnahmen gelten die **nächtlichen** Anhaltswerte der aus **Tabelle 1** der **DIN 4150-2**. Diese Tabelle ist auszugsweise hinsichtlich der nächtlichen Werte in **Tabelle 2** zusammengestellt.

Zeile	Einwirkungsort	Vergleich mit BauNVO	nachts		
			A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichtspersonal und Bereitschaftspersonen untergebracht sind	GI	0,30	0,60	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	GE	0,20	0,40	0,10
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	MI, MK, MD, MU	0,15	0,30	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	WA, WR, WB, WS	0,10	0,20	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	SK, SO	0,10	0,15	0,05

Tabelle 2: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen

Bei Einwirkdauern von mehr als 78 Tagen muss nach **DIN 4150-2** eine Beurteilung nach den besonderen Gegebenheiten des Einzelfalles individuell erfolgen. Abweichend hierzu wird in der Erschütterungsleitlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz /2/ für Einwirkdauern von mehr als 78 Tagen eine Beurteilung nach den Anhaltswerten aus Tabelle 1 der **DIN 4150-2** für zeitlich unbegrenzte Einwirkungen gefordert.

2.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

2.2.2.1 Allgemeines

Zur Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen werden die Vorgaben der **DIN 4150-3** /5/ herangezogen. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden zu erwarten sind.

Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne dieser Norm stellt z. B. die Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen sowie die Verminderung der Tragfähigkeit von

Decken dar. Bei Wohngebäuden wird auch bei Rissbildung in Putz und Wänden von einer Minderung des Gebrauchswertes ausgegangen.

Zusätzlich werden die voraussichtlichen Erschütterungsimmissionen auch auf weitere Einrichtungen, wie sich in der Nähe der Baumaßnahmen befindliche Nebengebäude wie Garagen oder ähnliche Objekte untersucht.

Gemäß DIN 4150-3 ist hinsichtlich Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude zwischen „kurzzeitigen Erschütterungen“ und „Dauererschütterungen“ zu unterscheiden. Kurzzeitige Erschütterungen sind Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet ist, um in der betroffenen Gebäudestruktur Resonanzen zu erzeugen. Unter Dauererschütterungen versteht die DIN 4150-3 Erschütterungen, auf die die obige Definition für kurzzeitige Erschütterungen nicht zutrifft.

2.2.2.2 Kurzzeitige Erschütterungen

Für die Beurteilung der kurzzeitigen Erschütterungseinwirkungen auf das Gesamtbauwerk sowie auf die Geschossdecken nennt die DIN 4150-3 Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schädigungen im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht zu erwarten sind. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 3 für unterschiedliche Gebäudearten zusammengefasst.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i,max}$ in mm/s				
		Fundament Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal	Decken, vertikal
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz *	alle Frequenzen	alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15	20
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	3	3 bis 8	8 bis 10	8	20
* Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden						

Tabelle 3: Anhaltswerte für kurzzeitige Erschütterungen auf Gebäude

2.2.2.3 Dauererschütterungen

Die maßgebenden Anhaltswerte für die Beurteilung der auftretenden Dauererschütterungen sind in **Tabelle 4** für unterschiedliche Gebäudearten angegeben. Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschossdecken erfahrungsgemäß nicht zu Schäden. Diese Schwingungen sind jedoch sehr stark spürbar.

Zeile	Gebietsnutzung	Anhaltswerte für $v_{i,max}$ [mm/s]	
		oberste Deckenebene, horizontal	Decken, vertikal
		alle Frequenzen	alle Frequenzen
1	gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und / oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert sind (z. B. unter Denkmalschutz stehend)	2,5	10 ^a
^a Zur Verhinderung leichter Schäden kann eine deutliche Abminderung notwendig sein			

Tabelle 4: Anhaltswerte für Dauererschütterungen auf Gebäude

2.3 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

Die Ermittlung und Beurteilung der aus dem Baustellenbetrieb zu erwartenden Erschütterungsimmersionen wird für repräsentative Ausbreitungsbedingungen und Gebäudetypen durchgeführt. Da erschütterungsrelevante Bauaktivitäten in unterschiedlichen Abständen zu schutzwürdig genutzten Gebäuden stattfinden, werden die Erschütterungsimmersionen anhand von Ausbreitungskurven ermittelt, für die eine Beurteilung in beliebigen Abständen möglich ist.

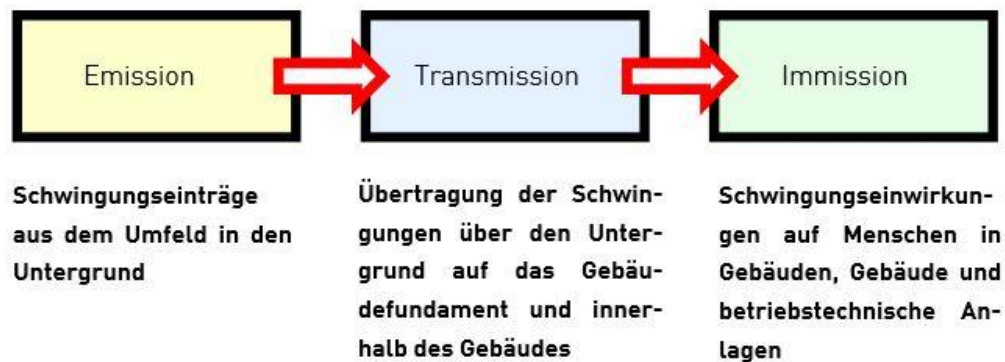


Abbildung 1: Ursachen-Wirkungs-Prinzip

Zur Berechnung der Ausbreitungskurven werden für die erschütterungstechnisch relevanten Bauaktivitäten empirisch ermittelte Emissionsspektren herangezogen und mit Hilfe von Ausbreitungs- und Übertragungsmodellen in Abhängigkeit des Abstandes zur Immissionsquelle ausgewertet. Die Ermittlung der aus den Baumaßnahmen resultierenden Schwingungsimmissionen an und in Gebäuden erfolgt auf der Grundlage von Ausbreitungsberechnungen. Hierbei wird für die Übertragung der Schwingungen stets von dem in **Abbildung 1** dargestellten Ursachen-Wirkungs-Prinzip ausgegangen.

2.3.1 Emissionen

Erschütterungsemissionen sind Schwingungen, die von Baumaschinen in den Untergrund eingeleitet werden. Bei der Durchführung von Baumaßnahmen können durch die Anwendung bestimmter Bauverfahren verfahrensbedingt nennenswerte Erschütterungen auftreten. Hierbei sind solche Bauverfahren von Bedeutung, die mit dem Einleiten hoher Wechselkräfte in den Untergrund verbunden sind. Diese Emissionsquellen lassen sich in der Regel als impulsförmige oder stationäre Punktquellen charakterisieren.

Die im vorliegenden Fall maßgebenden erschütterungsrelevanten Bauaktivitäten werden in **Anhang 2.1** als Emissionen mittels Terzbandspektren der Schwingschnelle grafisch dargestellt. Die angegebenen Schwingschnellen beziehen sich in der Regel jeweils auf eine Messposition im Boden in einem bestimmten Abstand. Die Emissionsspektren sind keine exemplarischen Spektren, sondern stellen eine obere Einhüllende der bei unterschiedlichen Bodenverhältnissen anzutreffenden Emissionen dar.

Da die dynamischen Beanspruchungen im Regelfall in vertikaler Richtung in den Untergrund eingeleitet werden und üblicherweise die Vertikalkomponenten der Schwingschnelle am Fundament und auf den Geschossdecken die Schwingschnellen in den übrigen beiden Raumrichtungen deutlich überschreiten, werden die Prognosebetrachtungen ausschließlich für die Vertikalkomponenten der Erschütterungseinwirkungen vorgenommen.

2.3.2 Transmission

2.3.2.1 Transferfunktion T_1

Die Transferfunktion T_1 beschreibt die geometrische Amplitudenabnahme, die durch die Verminderung der Energiedichte mit wachsender Entfernung von der Erschütterungsquelle hervorgerufen wird und die vom Quellentyp und der Ausbreitungsform (Wellenart) abhängig ist. Für die T_1 -Funktion wird die entfernungsbedingte Erschütterungsabnahme nach **DIN 4150-1** /3/ zu Grunde gelegt.

Die zusätzliche Minderung der Amplituden durch Absorption der Schwingungsenergie im Boden (Materialdämpfung) erfolgt frequenzabhängig und wird durch den Dämpfungsgrad **D**, die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Boden und den Abnahmeexponent **n** quantifiziert. Unter Berücksichtigung der Vorgaben der **DIN 4150-1** werden dabei folgende Parameter berücksichtigt:

$$\begin{aligned} D &= 1 \% \\ c_p &= 200 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Der Abnahmeexponent **n** ergibt sich aus

- ☐ dem geometrischen Quellentyp: Punktquelle (PQ) oder Linienquelle (LQ);
- ☐ dem zeitlichen Quellentyp: harmonisch / stationär (HS) oder impulsförmig (I);
- ☐ der Wellenart: Raumwelle (R) oder Oberflächenwelle (O).

In **Abbildung 2** wird die geometrische Abnahme der Schwingungsamplitude in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle für verschiedenen Quellentypen und Wellenarten dargestellt.

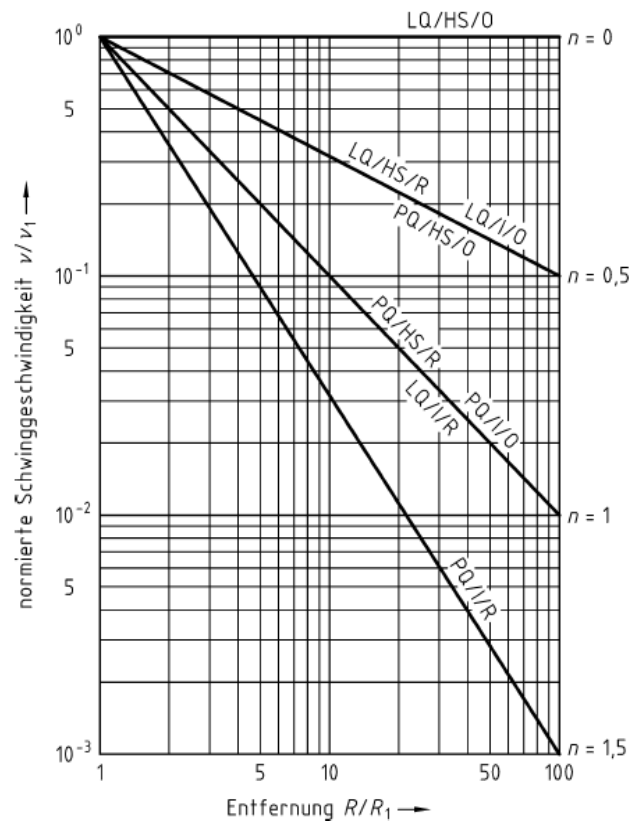


Abbildung 2: Geometrische Abnahme der Schwingungsamplitude

2.3.2.2 Transferfunktionen T_2 und T_3

Die Übertragung von Erschütterungen vom Boden auf ein Gebäudefundament (T_2 -Funktion) wird mit der in **Anhang 2.2** angegebenen standardisierten Übertragungsfunktionen für Mehrfamilienhäuser ermittelt, die auf statistischen Auswertungen von Messungen an vergleichbaren Gebäuden basieren. Da sich innerhalb des Untersuchungsgebietes diese Art an Gebäuden überwiegend im Einwirkungsbereich befinden.

Innerhalb von Gebäuden unterscheidet sich das Übertragungsverhalten je nach Bauart der Geschossdecken. Es wird davon ausgegangen, dass die im Einwirkungsbereich der Baumaßnahme befindlichen Gebäude sowohl Holzbalkendecken als auch Deckenkonstruktionen aus Stahlbeton aufweisen. Daher werden die erforderlichen Berechnungen für beide Deckenkonstruktionen durchgeführt.

Die Eigenfrequenzen von Holzbalkendecken liegen zwischen 10 Hz und 20 Hz, die von Stahlbetondecken liegen in der Regel zwischen 20 Hz und 40 Hz. Die der Berechnung zu Grunde gelegten Übertragungsfunktionen für die jeweils ungünstigste Geschossdeckenresonanzfrequenz sind, in Abhängigkeit zu den zu betrachtenden Bauarbeiten, in **Anhang 2.3** dargestellt. Hierbei wird jeweils der Mittelwert \pm Standardabweichung der T_3 -Funktion berücksichtigt.

2.3.3 Immissionen

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen aus dem Baustellenbetrieb erfolgt hinsichtlich

- ☐ Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden gemäß **DIN 4150-2** und
- ☐ Einwirkungen auf bauliche Anlagen gemäß **DIN 4150-3**.

Für die beurteilungsrelevanten erschütterungstechnischen Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden werden unter Zugrundelegung der angegebenen Transferfunktionen die gemäß **DIN 4150-2** relevanten Beurteilungsgrößen **KB_{Fmax}** und **KB_{FTr}** ermittelt. Zur Beurteilung der Einwirkungen auf bauliche Anlagen ist gemäß **DIN 4150-3** der Maximalwert der unbewerteten Schwingschnelle **v_{max}** [mm/s] zu bestimmen.

Unter Berücksichtigung der oben angegebenen Parameter werden zunächst flächendeckende Ausbreitungsberechnungen durchgeführt. Anhand von Ausbreitungskurven in Abhängigkeit von den Abstandsverhältnissen können, für die jeweiligen Baumaßnahmen differenziert, für typische Räume in Gebäuden Grenzabstände ermittelt werden, innerhalb derer nicht ausgeschlossen werden kann, dass es zu Überschreitungen der relevanten Anforderungswerte kommen wird. Soweit sich Objekte außerhalb der rechnerisch ermittelten Grenzabstände befinden, kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass aus Sicht des Erschütterungsschutzes keine Konflikte zu erwarten sind.

3 Örtliche Gegebenheiten

3.1 Beschreibung des Baustellenbetriebs

Gemäß Bauphasenkonzept /17/ sind drei Bauphasen vorgesehen, welche sich wie folgt darstellen:

3.1.1 Bauphase 1 (Bauzeit ca. 7 Jahre):

- ☐ Herstellung Schindhaubasistunnel (Vortriebsrichtung von Nord nach Süd)
- ☐ Herstellung Portalbereiche Nord und Süd
- ☐ Knoten Süd
 - Herstellung Bauwerk 02 (Bläsibach)
 - Herstellung Bauwerk 03 Überführung Gemeindeverbindungsstraße Tübingen - Wankheim
 - Verlegung Bläsibach
 - Verlegung der Gemeindeverbindungsstraße Tübingen – Wankheim
 - Herstellung Teilbereiche B26 am Südknoten mit Anschluss an den Tunnel

- Herstellung RKB/RRB (Regenrückhaltebecken 1)
- Herstellung Lärmschutzanlage 01 bis 03
- Herstellung Betriebsgebäude

- Knoten Nord
 - Herstellung Bauwerk 05 (Überführung Allee des Chausseurs)
 - Herstellung Bauwerk 06 (Überführung B28)
 - Herstellung Bauwerk 07 (Überführung Rampe AS Lustnau)
 - Herstellung Bauwerk 08 (Überführung Anliegerstraße)
 - Herstellung Bauwerk 09 (Überführung Allee des Chausseurs)
 - Herstellung Stützwände (BW 10 und 11)
 - Verlegung B28 nach Norden mit prov. Anschluss an die best. B 28 vor dem Knoten B27 / B28 (westlich)
 - Rückbau der bestehenden B 28
 - Teilweise Herstellung LSW an der B28
 - Herstellung Teilbereiche B27 (Nutzung als Baustraße/Bauzufahrten)
 - teilweise Herstellung der Rampen zwischen B 27neu und B 28neu
 - Herstellung Anschluss Französisches Viertel
 - teilweise Herstellung der Rampen an der AS Lustnau zum Bauwerk 07
 - Geländeauffüllung (Massen aus Tunnelausbruch) zwischen B 28neu, B 27 neu und Rampen
 - (spätere Nutzung PV-Anlage)
 - Herstellung Allee des Chausseurs und Zufahrt Innenohr an der B 28neu (Geländeauffüllung)
 - Herstellung RKB/RRB (Regenrückhaltebecken 2)
 - Herstellung Betriebsgebäude

3.1.2 Bauphase 2 (Bauzeit ca. 15 Monate):

- Verkehrsfreigabe Schindhaubasistunnel (B 27)

- Knoten Süd
 - Vervollständigung Knotenpunkt Süd
 - Anpassung B 27 alt mit Anschluss an Kreisverkehr (Hechinger Straße))
 - Herstellung der Rampen zwischen Kreisverkehr und B 27
 - Anpassung bzw. Herstellung Radweg

- Knoten Nord
 - Vervollständigung Knotenpunkt Nord
 - Herstellung Anschlüsse B 27 und B 28

- Rückbau der bestehenden B 27
- Herstellung neuer Knoten B 27/B 28
- Herstellung der restlichen Lärmschutzwand am Knoten B 27/B 28
- Herstellung der restlichen Rampenbereiche B 28neu und AS Lustnau

3.1.3 Bauphase 3 (Bauzeit ca. 3 Monate):

- Restarbeiten Straßenbau, Straßenausstattung, etc.
- Restarbeiten Landschaftsbau

Genauere Angaben, welche Arbeiten, in Bauphase 1, parallel stattfinden sind nicht gegeben. Die vorgesehene Bauzeit von ca. 7 Jahren umfasst Arbeiten an allen drei Untersuchungsbereichen (Tunnelbereich, Knoten Süd und Knoten Nord).

3.2 Einwirkungsbereiche

Die sich im Einwirkungsbereich der geplanten Anschlussstellen zum Schindhaubasistunnel befindlichen Siedlungsflächen sind in **Anhang 1** farbig gekennzeichnet. Die Angaben stammen überwiegend aus den rechtskräftigen Bebauungsplänen der Stadt Tübingen /10/ sowie Einstufungen nach der augenscheinlich tatsächlichen Nutzung. Die Einwirkungsorte innerhalb der Gebiete sind nach **Tabelle 2** zu berücksichtigen.

Im Bereich des nördlichen Anschlusspunkt sind hauptsächlich Misch- und Gewerbegebiete zu finden. Der südliche Anschlusspunkt wird zum größten Teil von Gewerbe- und Allgemeinem Wohngebiet umringt. Im östlichen Bereich des Südportals sind vereinzelte Gebäude vorhanden die, als Wohngebäude in den LoD2 Daten /9/ bezeichnet, der Gebietsnutzung „Wohngebäude im Außenbereich“ zugeordnet, und bewertet nach **Tabelle 2**, Zeile 4 werden.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Emissionen

Bei der Durchführung von Baumaßnahmen können durch die Anwendung bestimmter Baumethoden verfahrensbedingt nennenswerte Erschütterungen auftreten. Hierbei sind solche Bauverfahren von Bedeutung, die mit dem Einleiten hoher Wechselkräfte in den Untergrund verbunden sind. Diese Emissionsquellen lassen sich in der Regel als impulsförmige oder stationäre Punktquellen charakterisieren.

Im vorliegenden Fall sind verschiedene Erschütterungstechnisch relevante Bauaktivitäten vorgesehen. Da diese auch in unterschiedlichen Baumaßnahmen zum Einsatz kommen, werden für alle erschütterungsintensiven Baugeräte die Abstände ermittelt, innerhalb derer die Anhaltswerte am Tag und gegebenenfalls auch in der Nacht, eingehalten werden können und diese dann grafisch dargestellt. Damit können die Gebäude, die sich innerhalb dieser Abstände befinden, ermittelt werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die erschütterungsintensiven Geräte / Vorgänge aufgeführt inklusive der Baumaßnahme, in der sie vorgesehen sind, der Quellentyp, die Wellenart und der gemäß **DIN 4150-1** /3/für die T1-Funktion zu berücksichtigenden Abnahmeexponenten (n) sowie der Angabe, in welchem Anhang die zugehörige Darstellung der Terzbandspektren der Schwinggeschwelle zu finden ist, dokumentiert:

Gerät / Vorgang	Gewerk	Quellentyp		Wellenart	n	Anhang
Meißeln	Tunnelbau (offene Bauweise und bergmännischer Vortrieb)	PQ	I	O	1	2.1.1
Sprengungen	Tunnelbau (bergmännischer Vortrieb)	PQ	I	R	1,5	2.1.2
Walze	Straße	PQ	HS	O	0,5	2.1.3
Ramme	Bauwerke	PQ	HS	O	0,5	2.1.4
Bohrgerät	Brücke / Lärmschutzwände	PQ	I	O	1	2.1.5

Tabelle 5 Parameter der untersuchten Geräte / Vorgänge

4.2 Immissionen

4.2.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Als erschütterungsintensive Arbeiten sind im vorliegenden Fall Rammen, Bohren, Meißeln, Walzen und nicht zuletzt Sprengungen zu betrachten.

Die Arbeiten sind in unterschiedlichen Bereichen über eine gesamte Dauer von etwas mehr als 7 Jahren vorgesehen. Unterschiedliche Bereiche bedeutet in diesem Fall, dass die Arbeiten nicht kontinuierlich immer im gleichen Abstand eines bestehenden Gebäudes durchgeführt werden, sondern dass diese Arbeiten dynamisch durchgeführt werden, die Baustelle also durchaus auch wandert und damit von bestehender Bebauung auch abrückt. Eine direkte Betroffenheit in unmittelbarer Nähe einer Bebauung wurde daher mit einer Einwirkdauer von 60 Tagen (etwa 2 Monate) betrachtet. Es wird angenommen, dass die bestehenden Bebauungen im Nahbereich über diesen Zeitraum unmittelbar betroffen sein können. Die Arbeiten werden natürlich über einen

deutlich längeren Zeitraum erfolgen, vor allem was den Tunnelbau angeht, diese Arbeiten weisen dann aber einen deutlichen Abstand zur vorhandenen Bebauung auf und gemäß DIN 4150-2 /4/ ist unter Dauer der Erschütterungseinwirkungen die Anzahl an Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten, wobei die Tage mit Erschütterungseinwirkungen die unter den Werten von A_u und A_r liegen nicht mitzuzählen sind.

Folglich sind die Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2, Bild 3 entsprechend der genannten Einwirkdauer anzusetzen. Die in der vorliegenden Untersuchung der Beurteilung zu Grunde zu legenden Anhaltswerte sind in **Tabelle 6** dargestellt.

Dauer	D = 60 Tage		
Spalte	1	2	3
Anhaltswerte	A_u	A_o	A_r
Stufe I	0,30	5 (6)	0,20
Stufe II	0,60	5 (6)	0,40
Stufe III	0,80	5 (6)	0,60

Tabelle 6: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen

Für Gewerbegebiete ist ein oberer Anhaltswert von $A_o = 6$ zu berücksichtigen und für die Sprengungen ist $A_o = 8$ (siehe Abschnitt 2.2.1). Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen der Baumaßnahme erfolgt für die jeweils ungünstigsten Deckeneigenfrequenzen für Stahlbeton- bzw. Holzbalkendecken, die in **Anhang 2.3** grafisch und tabellarisch dargestellt sind. Dabei wurden folgende ungünstigste Deckeneigenfrequenzen je Gerät / Vorgang untersucht:

Gerät / Vorgang	Gewerk	Deckeneigenfrequenz		Anhang
		Holzbalken- decke	Stahlbeton- decke	
Meißeln	Tunnelbau (offene Bauweise und bergmännischer Vortrieb)	20	40	2.3.1
Sprengungen *)	Tunnelbau (bergmännischer Vortrieb)	12,5	25	2.3.2
Walze	Straße	20	40	2.3.1
Ramme	Bauwerke / Stützwände	20	40	2.3.1
Bohrgerät	Brücke / Lärmschutzwände	16	25	2.3.3

Tabelle 7 T₃-Funktionen der untersuchten Geräte / Vorgänge

Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen aus dem Baubetrieb wurden sowohl Holzbalken- als auch Stahlbetondecken untersucht, um Fehleinschätzungen bei der Festlegung der Deckenart zu vermeiden. Zudem wurden die Deckeigenfrequenzen ausgewählt, die aufgrund der

spezifischen Emissionen von unterschiedlichen Baumaschinen das höchste Konfliktpotential aufweisen. Die Festlegung von Erschütterungsminderungsmaßnahmen erfolgt dabei dann jeweils ausgelegt auf die ungünstige Deckenkonstruktion.

Es sind im vorliegenden Fall im Tunnel nächtliche Arbeiten vorgesehen. Hierbei ist kein Einsatz erschütterungsintensiver Geräte vorgesehen (Betonieren). Die vorliegende Untersuchung ist daher auf den Tagzeitraum beschränkt.

*) Die Angaben für Sprengungen sind gesondert zu betrachten. Das Ausmaß der Erschütterungen bei Sprengungen ist von der Lademenge abhängig. Zur Berechnung der Schwingschnellen aus Sprengerschütterungen kann folgende Formel aus der **DIN 4150-1** /3/ herangezogen werden:

$$v_{max} = k \left(\frac{L}{L_0} \right)^b \left(\frac{R}{R_0} \right)^{-m}$$

wobei,

- v_{max} : maximale Schwinggeschwindigkeit, in mm/s
- L : Lademenge von Sprengstoff, in kg je Zündzeitstufe.
- L_0 : 1 Kg (Bezugsgröße)
- R : Entfernung von Sprengstelle, in m
- R_0 : 1 m (Bezugsgröße)
- b, m : Kennzahlen, empirisch ermittelt
- k : Sicherheitsfaktor

Gemäß des Erläuterungsbericht zum Tunnelbau /13/ wird der Tunnel in Schluff – Sandstein Wechsellage aufgefahren. Es sind daher folgende Faktoren (Festgestein) für die Berechnungen der Schwingschnellen aus Sprengerschütterungen berücksichtigt:

$$b = 0,69$$

$$m = 1,51$$

$$k = 897$$

Ein sprengtechnisches Gutachten liegt zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Konzeptes nicht vor. Ein detaillierter Bauablauf ist ebenfalls noch nicht vorhanden. Da der Tunnel neu errichtet und nicht lediglich erweitert wird, wird davon ausgegangen, dass eine Lademenge von etwa

$$L_{max} = 4 \text{ kg / Zündzeitstufe}$$

maximal erforderlich sein sollte.

Die o.g. maximale Lademenge ist nur als Orientierungswert und obere Abschätzung zu betrachten und wurde ausschließlich zur Durchführung der vorliegenden erschütterungstechnischen

Prognose zu Grunde gelegt. Genaue Angaben zur Sprengtechnik und zu den sprengtechnischen Parametern (maximalen Lademenge, Zündstufe usw.) sind dem entsprechenden sprengtechnischen Gutachten des Sprengberechtigten zu entnehmen.

4.2.1.1 Untersuchte Geräte / Vorgänge

4.2.1.1.1 Meißelarbeiten

Der Einsatz eines Hydraulikmeißels ist für das Löseverfahren beim Tunnel, sowohl in der offenen Bauweise als auch im Sprengvortrieb im Tunnelinnern, vorgesehen. Die maximalen bewerteten Schwingstärken für die mittels Hydraulikmeißel abzutragenden Gesteinsschichten wurden anhand der Ausbreitungskurven in **Anhang 3.1.1** dargestellt

Wie **Anhang 3.1.1** entnommen werden kann, werden die Anhaltswerte nach **DIN 4150-2** für alle schutzwürdigen Nutzungen abhängig von den Deckenkonstruktionen in den folgenden Abständen eingehalten.

Anhaltswert	Abstand [m]	
	Holzbalkendecke	Stahlbetondecke
A ₀ (GE)	-	-
A ₀ (MI / WA)	-	-
A _U Stufe III	6	7,5
A _U Stufe II	7,5	9,5
A _U Stufe I	12	16

Tabelle 8 Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte bei Meißelarbeiten

Bei den oberen Anhaltswerten sind keine Abstände in der **Tabelle 8** enthalten, da hier die Anhaltswerte bereits im Abstand von 2 m deutlich unterschritten und damit eingehalten sind.

Die in **Tabelle 8** ausgewiesenen Anhaltswerte sind grafisch für die ungünstigere Deckeneigenfrequenz, also in diesem Fall für die Stahlbetondecken, in **Anhang 5.1.01** bis **Anhang 5.1.03** ausgewiesen. Darin sind die Abstände zur offenen Bauweise des Tunnels eingezeichnet, um auf potenzielle Konflikte aufmerksam zu machen.

Wie den Grafiken zu entnehmen ist, sind innerhalb der eingezeichneten Abstände innerhalb derer die Anhaltswerte nicht eingehalten werden, keine schutzwürdigen Nutzungen gelegen. Im Bereich des bergmännischen Tunnels sind Gebäude vorhanden, hierbei handelt es sich aber nicht um schutzwürdig genutzte Gebäude. Das hier gelegene Gebiet, welches in Plänen als Natursteinpark gekennzeichnet ist, stellt gemäß Angaben des AG keine schutzwürdige Nutzung dar.

Bei häufigen Einwirkungen, bei denen KB_{Fmax} größer als A_u aber kleiner als A_o ist, also im vorliegenden Fall, wenn die Werte der Stufe II überschritten sind, (die oberen Anhaltswerte sind hier unterschritten) ist eine weiterer Prüfschritt für die Entscheidung erforderlich. Hier ist die Bestimmung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} erforderlich. Ist KB_{FTr} nicht größer als der Anhaltswert A_r , dann sind die Anforderungen der Norm ebenfalls eingehalten.

In **Anhang 3.1.2.1** und **Anhang 3.1.2.2** wurde die Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke getrennt für Gebäude mit Holzbalkendecken und für Gebäude mit Stahlbetondecken ermittelt und mit den Beurteilungsanhaltswerten A_r verglichen. Diesen Tabellen kann, in Abhängigkeit von der Deckenkonstruktion der innerhalb der Abstände gelegenen Gebäude, entnommen werden, wie lange am Tag Meißelarbeiten durchgeführt werden können. Da im vorliegenden Fall keine Konflikte zu erwarten sind, wie den Plänen in **Anhang 5.1** zu entnehmen ist, kann auf eine Beschränkung der Arbeitszeit verzichtet werden.

4.2.1.1.2 Sprengungen

Sprengungen sind für den Tunnel im Tunnelinneren ab einem Abstand von ca. 800m vom Tunnelportal vorgesehen.

Die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der baubetrieblichen Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden infolge des Sprengvortriebs sind in **Anhang 3.2** in Form von Ausbreitungskurven für die maßgebende Geschossdeckeneigenfrequenz ausgewiesen. Darstellt ist die für die Sprengerschütterungen maßgebenden beurteilungsrelevante maximale bewerte Schwingstärke KB_{Fmax} in Abhängigkeit vom Abstand.

Wie **Anhang 3.2** entnommen werden kann, wird der Anhaltswert bei Sprengungen ($A_o=8$) nach **DIN 4150-2** innerhalb der folgenden Abstände gegebenenfalls überschritten.

Anhaltswert	Abstand [m]	
	Holzbalkendecke	Stahlbetondecke
$A_o = 8$	47	45

Tabelle 9 Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte bei Sprengarbeiten

Die in **Tabelle 9** ausgewiesenen Anhaltswerte sind grafisch für die beide untersuchten Deckeneigenfrequenzen, in **Anhang 5.2** ausgewiesen. Die Sprengungen im Bereich des bergmännischen Tunnels führen demnach zu keinen Konflikten bei schutzwürdigen Nutzungen.

4.2.1.1.3 Walzeneinsatz

Der Einsatz einer Vibrationswalze ist bei der Herstellung des Fahrbahnunterbaus vorgesehen. Fahrbahnen sind im Bereich des Knotens Nord, des Knotens Süd und auch im Bereich des Tunnels geplant. Die maximalen bewerteten Schwingstärken beim Einsatz der Vibrationswalze wurden anhand der Ausbreitungskurven in **Anhang 3.3.1** dargestellt.

Wie **Anhang 3.3.1** entnommen werden kann, werden die Anhaltswerte nach **DIN 4150-2** für alle schutzwürdigen Nutzungen abhängig von den Deckenkonstruktionen in den folgenden Abständen eingehalten.

Anhaltwert	Abstand [m]	
	Holzbalkendecke	Stahlbetondecke
A ₀ (GE)	-	-
A ₀ (MI / WA)	-	2,4
A _U Stufe III	27	37
A _U Stufe II	38	50
A _U Stufe I	85	85

Tabelle 10 Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte beim Einsatz der Vibrationswalze

Die in **Tabelle 10** ausgewiesenen Anhaltswerte sind grafisch für die ungünstigere Deckeneigenfrequenz, also in diesem Fall für die Stahlbetondecken, in **Anhang 5.3.01** bis **5.3.04** ausgewiesen. Darin sind die Abstände entlang der Bauflächen zur Herstellung der Fahrbahnen im Bereich des Knotens Nord, des Knoten Süd und im Tunnelbereich eingezeichnet, um auf potenzielle Konflikte aufmerksam zu machen.

Wie den Grafiken zu entnehmen ist, sind hier Gebäude innerhalb der ausgewiesenen Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte gelegen. Da manche Gebäude unmittelbar an die geplanten Straßenbaumaßnahmen heranreichen, sind hier Überschreitungen der oberen Anhaltswerte nicht ausgeschlossen. An den folgenden Gebäuden sind die oberen Anhaltswerte gemäß der Grafik in **Anhang 5.3** überschritten.

Adresse	Gebietsnutzung
Französische Allee 2/4	MI
Marienburger Straße 15	MI

Tabelle 11 Gebäude mit gegebenenfalls überschrittenen oberen Anhaltswerten

Sofern diese Gebäude über Stahlbetondecken verfügen, sollte in unmittelbarer Nähe auf den Einsatz von Walzen verzichtet werden. Hier könnte gegebenenfalls die Walze durch eine deutlich erschütterungsärmere Vibrationsplatte ersetzt werden.

Da bei der Herstellung der Fahrbahnen die Gebäude einen geringen Abstand zu den Baufeldern aufweisen, sind Überschreitungen der unteren Anhaltswerte gegeben. Da ab dem Überschreiten der Stufe III gemäß **DIN 4150-2** gesonderte Maßnahmen ergriffen werden müssen, welche so individuell ausfallen, dass diese nicht näher bezeichnet sind, sind die Gebäude mit Überschreitungen der Anhaltswerte der Stufe III nachfolgend aufgeführt:

Adresse	Gebietsnutzung
Aixer Straße 5	MI
Au-Ost 7	GE
Beim Schützenhaus 1	Sport
Französische Allee 2/4	MI
Französische Allee 3	MI
Französische Allee 6	MI
Hechinger Straße 262	GE
Hechinger Straße 266	GE
Marienburger Straße 7	MI
Marienburger Straße 8	MI
Marienburger Straße 9	MI
Marienburger Straße 12	MI
Marienburger Straße 15	MI
Mistralweg 2	MI
Mömpelgarder Weg 8	MI
Mömpelgarder Weg 10	MI
Provenceweg 24	MI
Reutlinger Straße 65	GE
Reutlinger Straße 73	GE
Reutlinger Straße 77	GE
Reutlinger Straße 79	GE
Schweickhardtstraße 11	MI
Stuttgarter Straße 90/1	MI
Stuttgarter Straße 95	MI
Stuttgarter Straße 97	MI
Wankheimer Täle 7	MI
Wankheimer Täle 9	MI

Tabelle 12 Gebäude mit gegebenenfalls überschrittenen unteren Anhaltswerten der Stufe III

In **Anhang 3.3.2.1** und **Anhang 3.3.2.2** wurde die Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke getrennt für Gebäude mit Holzbalkendecken und für Gebäude mit Stahlbetondecken ermittelt und mit den Beurteilungsanhaltswerten A_r verglichen. Diesen Tabellen kann, in Abhängigkeit von der Deckenkonstruktion der innerhalb der Abstände gelegenen Gebäude, entnommen werden, wie lange am Tag die Vibrationswalze eingesetzt werden kann.

4.2.1.1.4 Rammarbeiten

Rammarbeiten sind bei der Herstellung von Stützwänden und Bauwerken geplant. Die maximalen bewerteten Schwingstärken während der Rammungen wurden anhand der Ausbreitungskurven in **Anhang 3.4** dargestellt

Wie **Anhang 3.4.1** entnommen werden kann, werden die Anhaltswerte nach **DIN 4150-2** für alle schutzwürdigen Nutzungen abhängig von den Deckenkonstruktionen in den folgenden Abständen eingehalten.

Anhaltswert	Abstand [m]	
	Holzbalkendecke	Stahlbetondecke
A_0 [GE]	-	-
A_0 [MI / WA]	-	2
A_U Stufe III	13	35
A_U Stufe II	19	48
A_U Stufe I	47	85

Tabelle 13 Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte bei Rammarbeiten

Die in **Tabelle 13** ausgewiesenen Anhaltswerte sind grafisch in **Anhang 5.4** für die ungünstigere Deckeneigenfrequenz, also in diesem Fall für die Stahlbetondecken, ausgewiesen. Darin sind die Abstände entlang der Strecke eingezeichnet, um auf potenzielle Konflikte aufmerksam zu machen.

Wie den Grafiken in **Anhang 5.4.01** bis **5.4.10** zu entnehmen ist, sind Überschreitungen der unteren Anhaltswerte der Stufe I bei der Herstellung der Bauwerke nicht auszuschließen. Vereinzelt tangiert auch die eingezeichnete Abstandslinie der Stufe II die unmittelbar angrenzende Bebauung. Überschreitungen der Stufe III sowie der oberen Anhaltswerte können ausgeschlossen werden.

Die im Abschnitt 6.5.4.3 der DIN 4150-2 Vermeidungsmaßnahmen sind für die Gebäude im näheren Umfeld vorzunehmen.

Hierzu ist auch die Bestimmung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} erforderlich. Ist KB_{FTr}

nicht größer als der Anhaltswert A_r , dann sind die Anforderungen der Norm ebenfalls eingehalten. In **Anhang 3.4.2.1** und **Anhang 3.4.2.2** wurde die Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke getrennt für Gebäude mit Holzbalkendecken und für Gebäude mit Stahlbetondecken ermittelt und mit den Beurteilungsanhaltswerten A_r verglichen. Diesen Tabellen kann, in Abhängigkeit von der Deckenkonstruktion der innerhalb der Abstände gelegenen Gebäude, entnommen werden, wie lange am Tag Rammarbeiten durchgeführt werden können.

4.2.1.1.5 Bohrgerät im Einsatz

Der Einsatz eines Bohrgerätes ist sowohl zur Herstellung der Brücken und Stützwände als auch bei der Herstellung der Lärmschutzwände vorgesehen. Die maximalen bewerteten Schwingstärken beim Aufsetzen der Bohrrohre wurden anhand der Ausbreitungskurven in **Anhang 3.5** dargestellt

Wie **Anhang 3.5.1** entnommen werden kann, werden die Anhaltswerte nach **DIN 4150-2** für alle schutzwürdigen Nutzungen abhängig von den Deckenkonstruktionen in den folgenden Abständen eingehalten.

Anhaltswert	Abstand [m]	
	Holzbalkendecke	Stahlbetondecke
A_0 (GE)	-	-
A_0 (MI / WA)	-	-
A_U Stufe III	6,2	5
A_U Stufe II	8	7
A_U Stufe I	17	13

Tabelle 14 Abstände zur Einhaltung der Anhaltswerte beim Einsatz eines Bohrgerätes

Bei den oberen Anhaltswerten sind keine Abstände in der **Tabelle 8** enthalten da hier die Anhaltswerte eingehalten sind.

Die in **Tabelle 14** ausgewiesenen Anhaltswerte sind grafisch für die ungünstigere Deckeneigenfrequenz, also in diesem Fall für die Holzbalkendecken, in **Anhang 5.5.1** bis **Anhang 5.5.3** ausgewiesen. Darin sind die Abstände entlang der Bauwerke und Lärmschutzanlagen eingezeichnet, um auf potenzielle Konflikte aufmerksam zu machen.

Wie den Grafiken entnommen werden kann, sind nahezu allen Bauwerken keinerlei Konflikte zu erwarten. Lediglich bei der Herstellung der Stützwand (BW11) ist an dem Gebäude Am Schützenhaus 1 gegebenenfalls (nur wenn das Gebäude mit Holzbalkendecken versehen ist) mit Überschreitungen der Stufe I zu rechnen (siehe Anhang 5.5.10). Bei der Herstellung der Lärmschutz-

wand LA04 sind am Gebäude Marianeburger Straße 12 auf Grund des geringen Abstands Überschreitungen der Stufe III nicht ausgeschlossen. Hier sollte ein genaues Augenmerk auf den Abstand der erforderlichen Bohrungen zu dem betroffenen Gebäude geworfen werden. Mit Hilfe der Beurteilungs-Schwingstärke, die getrennt für Gebäude mit Holzbalkendecken und für Gebäude mit Stahlbetondecken (**Anhang 3.5.2.1** und **Anhang 3.5.2.2**) ermittelt werden und mit den Beurteilungsanhaltswerten A_r verglichen werden, können gegebenenfalls zeitliche Einschränkungen bei der Betriebsdauer den Einsatz des Bohrgerätes noch möglich machen. Diesen Tabellen kann, in Abhängigkeit von der Deckenkonstruktion der innerhalb der Abstände gelegenen Gebäude, entnommen werden, wie lange am Tag Bohrarbeiten durchgeführt werden können.

4.2.1.2 Vermeidungsmaßnahmen

Für alle Gebäude, welche sich innerhalb der in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Abständen befinden sind entsprechend den Abständen gegebenenfalls zeitliche Einschränkungen vorzunehmen. Hier sollte die Einsatzzeit des erschütterungsintensiven Geräts entsprechend eingeschränkt werden.

Unabhängig davon sind die im Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** aufgeführten Maßnahmen a) bis e) vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme zu ergreifen.

- a) *umfassende Informationen der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb;*
- b) *Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen;*
- c) *zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.);*
- d) *Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben;*
- e) *Information der Betroffenen über die Erschütterungseinwirkungen auf das Gebäude.*

Um die psychischen Auswirkungen von Erschütterungseinwirkungen zu vermindern, empfiehlt es sich diese Maßnahmen an allen Gebäuden im Nahbereich durchzuführen, auch wenn die Anhaltswerte eingehalten sind.

Sofern die zeitlichen Einschränkungen nicht ausreichen, um die Anhaltswerte einzuhalten, oder die Einschränkungen ein effektives Arbeiten nicht mehr ermöglichen kann, sind die in Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** aufgeführte Maßnahme f) durchzuführen:

- f) *Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude.*

4.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die Schwinggeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Abstand zu den Gebäuden sind für alle untersuchten Baumaßnahmen **Anhang 4**, jeweils für Holzbalkendecken und Stahlbetondecken, dargestellt.

4.2.2.1 Meißelarbeiten

Bei den Meißelarbeiten handelt es sich um kurzzeitige Erschütterungen. Hier ist gemäß **DIN 4150-3** ein Anhaltswert von

$$v_z = 20 \text{ mm/s}$$

zu beachten. **Anhang 4.1.1** (Holzbalkendecken) und **Anhang 4.1.2** (Stahlbetondecken) kann entnommen werden, dass selbst bei geringsten Abständen (z.B. 2 m) die maximale Schwinggeschwindigkeit einen Wert von

$$v_{\max, \text{HB / STB}} \leq 5,4 / 6,5 \text{ mm/s}$$

erreicht. Damit ist **nicht mit Gebäudeschäden** durch baubedingte Erschütterungen in Sinne der **DIN 4150-3** zu rechnen.

4.2.2.2 Sprengungen

Auch bei den Sprengungen handelt es sich um kurzzeitige Erschütterungen. Somit ist auch hier gemäß **DIN 4150-3** ein Anhaltswert von

$$v_z = 20 \text{ mm/s}$$

zu beachten. **Anhang 4.2.1** (Holzbalkendecken) und **Anhang 4.2.2** (Stahlbetondecken) kann entnommen werden, dass die maximale Schwinggeschwindigkeit von 20 mm/s bei den Sprengungen auf Grundlage der gewählten Parameter (Lademenge von 4 kg) bis zu einem Abstand von

$$v_{\max, \text{HB / STB}} \leq 50 / 38 \text{ m}$$

überschritten wird. Auf Grund der Lage der Baumaßnahmen und den gegebenen Abstandsverhältnissen zur bestehenden Bebauung ist somit auch hier **nicht mit Gebäudeschäden** durch baubedingte Erschütterungen in Sinne der **DIN 4150-3** zu rechnen.

4.2.2.3 Walzeneinsatz

Bei den Auswirkungen einer Vibrationswalze handelt es sich um Dauererschütterungen. Hier ist gemäß **DIN 4150-3** ein Anhaltswert von

$$v_z = 10 \text{ mm/s}$$

zu beachten. **Anhang 4.3.1** (Holzbalkendecken) und **Anhang 4.3.2** (Stahlbetondecken) kann entnommen werden, dass selbst bei geringsten Abständen (ab einem Abstand von 2m) die maximale Schwinggeschwindigkeit einen Wert von

$$V_{\max, \text{HB / STB}} \leq 7,0 / 9,8 \text{ mm/s}$$

erreicht. Unter der Prämisse, dass hier bei Abständen unter 2,4 m (oberer Anhaltswert für die Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden) kein Walzeneinsatz erfolgen sollte, ist auch hier **nicht mit Gebäudeschäden** durch baubedingte Erschütterungen in Sinne der **DIN 4150-3** zu rechnen.

4.2.2.4 Rammarbeiten

Bei den Rammarbeiten handelt es sich wieder um kurzzeitige Erschütterungen. Hier ist gemäß **DIN 4150-3** ein Anhaltswert von

$$v_z = 20 \text{ mm/s}$$

zu beachten. **Anhang 4.4.1** (Holzbalkendecken) und **Anhang 4.4.2** (Stahlbetondecken) kann entnommen werden, dass selbst bei geringsten Abständen (z.B. 2m) die maximale Schwinggeschwindigkeit einen Wert von

$$V_{\max, \text{HB / STB}} \leq 4,2 / 8,8 \text{ mm/s}$$

erreicht. Damit ist **nicht mit Gebäudeschäden** durch baubedingte Erschütterungen in Sinne der **DIN 4150-3** zu rechnen.

4.2.2.5 Einsatz eines Bohrgerätes

Beim Einsatz eines Bohrgerätes handelt es sich um kurzzeitige Erschütterungen. Hier ist gemäß **DIN 4150-3** ein Anhaltswert von

$$v_z = 20 \text{ mm/s}$$

zu beachten. **Anhang 4.5.1** (Holzbalkendecken) und **Anhang 4.5.2** (Stahlbetondecken) kann entnommen werden, dass selbst bei geringsten Abständen (z.B. 2m) die maximale Schwinggeschwindigkeit einen Wert von

$$v_{\max, HB / STB} \leq 4,7 / 3,8 \text{ mm/s}$$

erreicht. Damit ist auch hier **nicht mit Gebäudeschäden** durch baubedingte Erschütterungen in Sinne der **DIN 4150-3** zu rechnen.

5 Zusammenfassung

Nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (**BImSchG, /1/**) soll jede Baustelle so geplant oder eingerichtet und betrieben werden, dass Erschütterungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. Demgemäß sind die mit den Bauleistungen beauftragten Unternehmen dahingehend vertraglich zu verpflichten, dass sie ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einsetzen, die dem (fortschreitenden) Stand der Technik entsprechen.

Im Zusammenhang mit den Baumaßnahmen, die zur Herstellung des Schindhaubasistunnels und dessen Anschlussstellen erforderlich sind, wurde geprüft, ob die aus dem Baubetrieb resultierenden Erschütterungsimmissionen zu erheblichen Belästigungen von Menschen in Gebäuden im Sinne der **DIN 4150-2** oder zu Schäden an baulichen Anlagen im Sinne der **DIN 4150-3** führen können. Die Ergebnisse der Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ☐ Als erschütterungsintensivsten Baumaßnahmen wurden neben den Ramm- und Bohrarbeiten zur Herstellung von verschiedenen Bauwerken (Brücken, Stützwände und Lärmschutzwände), der Einsatz einer Walze zur Herstellung der Fahrbahnen, Meißelarbeiten im Rahmen des Tunnelbaus und, ebenso zum Bau des Tunnels, Sprengungen betrachtet. Die Arbeiten sind ausschließlich im Tagzeitraum betrachtet worden, da nächtliche Arbeiten innerhalb des Tunnels zwar vorgesehen sind, erschütterungsintensive Arbeiten sind dabei aber keine vorgesehen.
- ☐ Erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden sind auf Grund des Abstands des geplanten Tunnels zur bestehenden Bebauung während der Herstellung des Tunnels keine zu erwarten. Weder beim Einsatz des Meißels, noch bei den Sprengungen, welche ausschließlich in der Tunnelmitte (Abstand zum Tunnelportal von 800 m) vorgesehen sind, sind Überschreitungen der Anhaltswerte zu verzeichnen
- ☐ Erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden beim Einsatz einer Walze im Rahmen der Herstellung der Fahrbahnen (B27, B28 und Anschlüsse) sind auf Grund der sehr geringen Abstände bestehender Bebauung zu den Baufeldern gegeben. Hier sind an zwei Gebäuden Überschreitungen der oberen Anhaltswerte (sofern die Gebäude mit Stahlbetondecken ausgestattet sind) gegeben. Im unmittelbaren Umfeld dieser beiden Gebäude sollte statt einer Walze gegebenenfalls alternativ der Einsatz einer erschütterungsärmeren Vibrationsplatte geprüft werden. Weiterhin sind beim Walzeneinsatz auch an 25 schutzwürdig genutzten Gebäuden gegebenenfalls (bei Stahlbetondecken) Überschreitungen der unteren Anhaltswerte

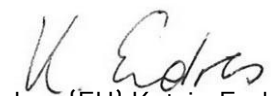
der Stufe III zu erwarten. Auch hier sollte daher der Einsatz alternativer Bauverfahren, die Einschränkung der Betriebsdauer sowie weitere Maßnahmen vorgesehen werden. Für die Gebäude, welche sich noch innerhalb der Radien der Stufe II und Stufe I befinden, sind die im Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** aufgeführten Maßnahmen a) bis e) und gegebenenfalls f) vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme zu ergreifen.

- ☐ Während der Rammarbeiten zur Herstellung der Bauwerke (Brücken und Stützwände) sind Überschreitungen der unteren Anhaltswerte der Stufen I und II an vereinzelt Gebäuden nicht auszuschließen. Für die betroffenen Gebäude sind die im Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** aufgeführten Maßnahmen a) bis e) vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme zu ergreifen.
- ☐ Auch während dem Einsatz des Bohrgerätes zur Herstellung der Bauwerke (Brücken, Stützwände und Lärmschutzwände) sind Überschreitungen der unteren Anhaltswerte nicht auszuschließen. An einem Gebäude ist lediglich Stufe I überschritten, hier sind die im Abschnitt 6.5.4.3 der **DIN 4150-2** aufgeführten Maßnahmen a) bis e) vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme zu ergreifen. An einem weiteren Gebäude ist eine Überschreitung der Stufe III nicht ausgeschlossen. Dieses Gebäude ist vor Beginn der Maßnahmen genauer zu betrachten und gegebenenfalls individuelle Maßnahmen vorzusehen.
- ☐ Gebäudeschäden sind im Sinne der **DIN 4150-3** während der geplanten Arbeiten und bei Einhaltung der ermittelten Grenzabstände nicht zu erwarten.

6 Anlagen

Anhang 1:	Übersichtslageplan
Anhang 2:	Emissionsspektren / Übertragungsfunktionen
Anhang 3:	Schwingstärken
Anhang 4:	Schwinggeschwindigkeiten
Anhang 5	Grafische Darstellungen Anhaltswertüberschreitungen

AUFGESTELLT:

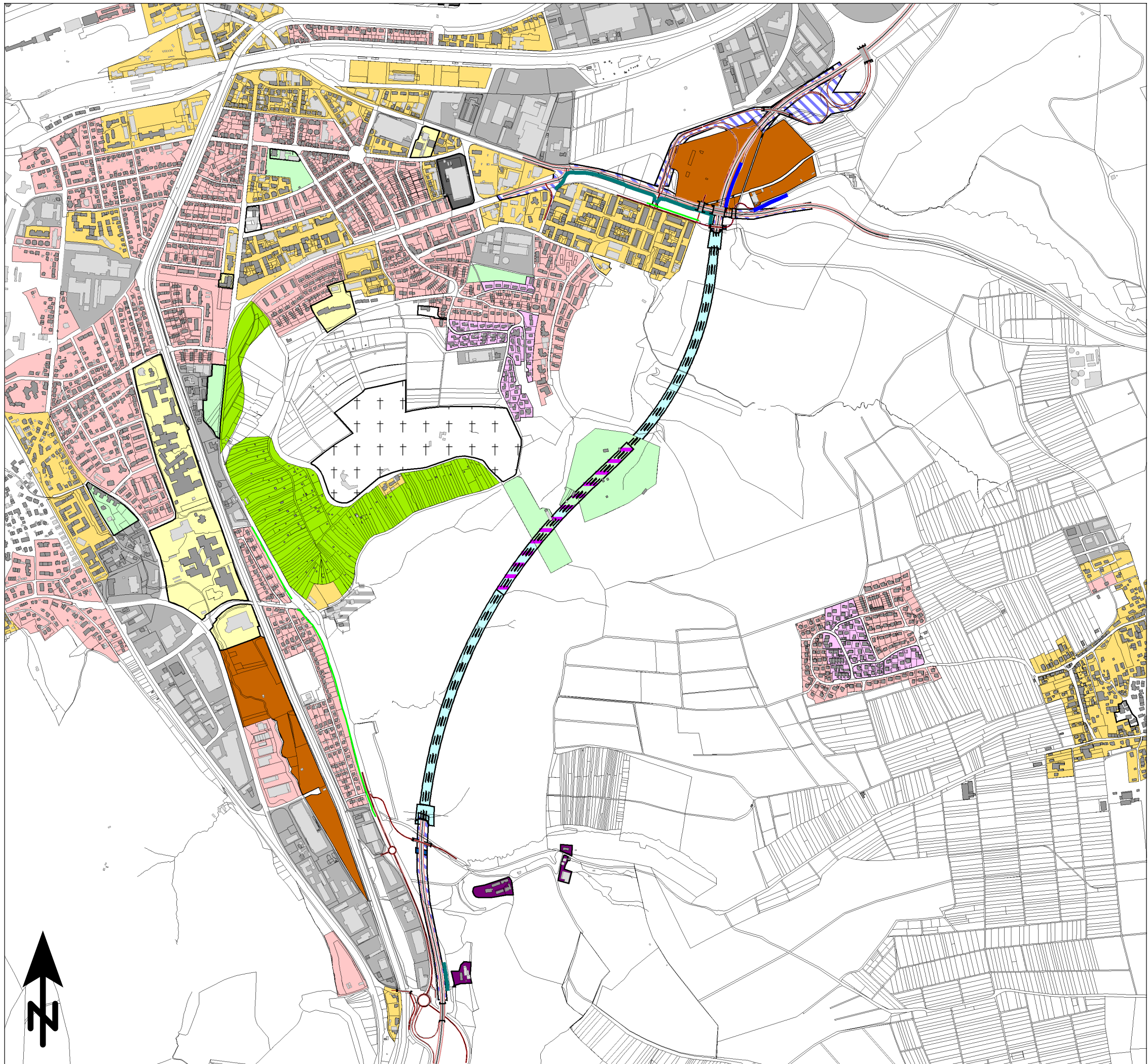

Dipl.-Ing. (FH) Katrin Endres

GEPRÜFT UND FREIGEgeben:


Dipl.-Ing. (FH) Matthias John-Tschoeppe

ENDE DES BERICHTS

ANHANG



- Industriegebiete
- Gewerbegebiete
- Misch-, Dorf-, Kerngebiete
- Allgemeine Wohngebiete
- Reine Wohngebiete
- Wohnen Außenbereich
- Krankenhäuser / Kurheime
- Kleingartengebiete
- Schulen
- Sportanlage
- Gemeinbedarf
- Parkanlagen
- Gewerbegebiete (Tag)
- Lärmschutzwand (vorhanden)

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- Stützwand
- LSW
- Bauwerk
- Meißelarbeiten
- Walzen
- Sprengungen

Maßstab 1:13000



KREBS+KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

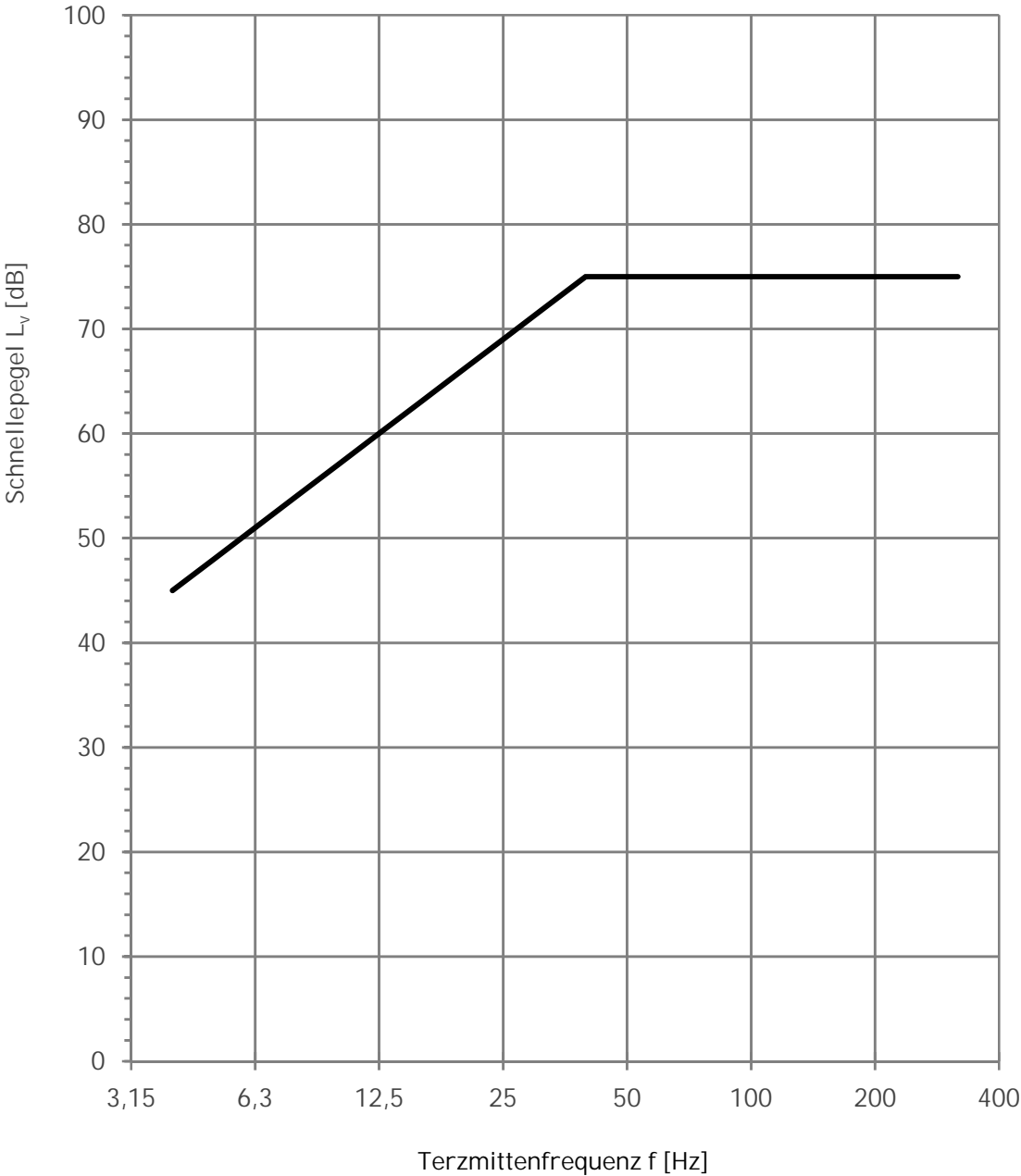
**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- ÜBERSICHTSLAGEPLAN -

ANHANG 1

Emissionsspektrum
Meißelarbeiten

Messpunkt (Abstand): 8 m
Arbeitsfrequenz: - Hz
Schwingrichtung: z
Quellentyp: Punktquelle (PQ)
impulsartig (I)
Wellenart: Oberflächenwelle (O)

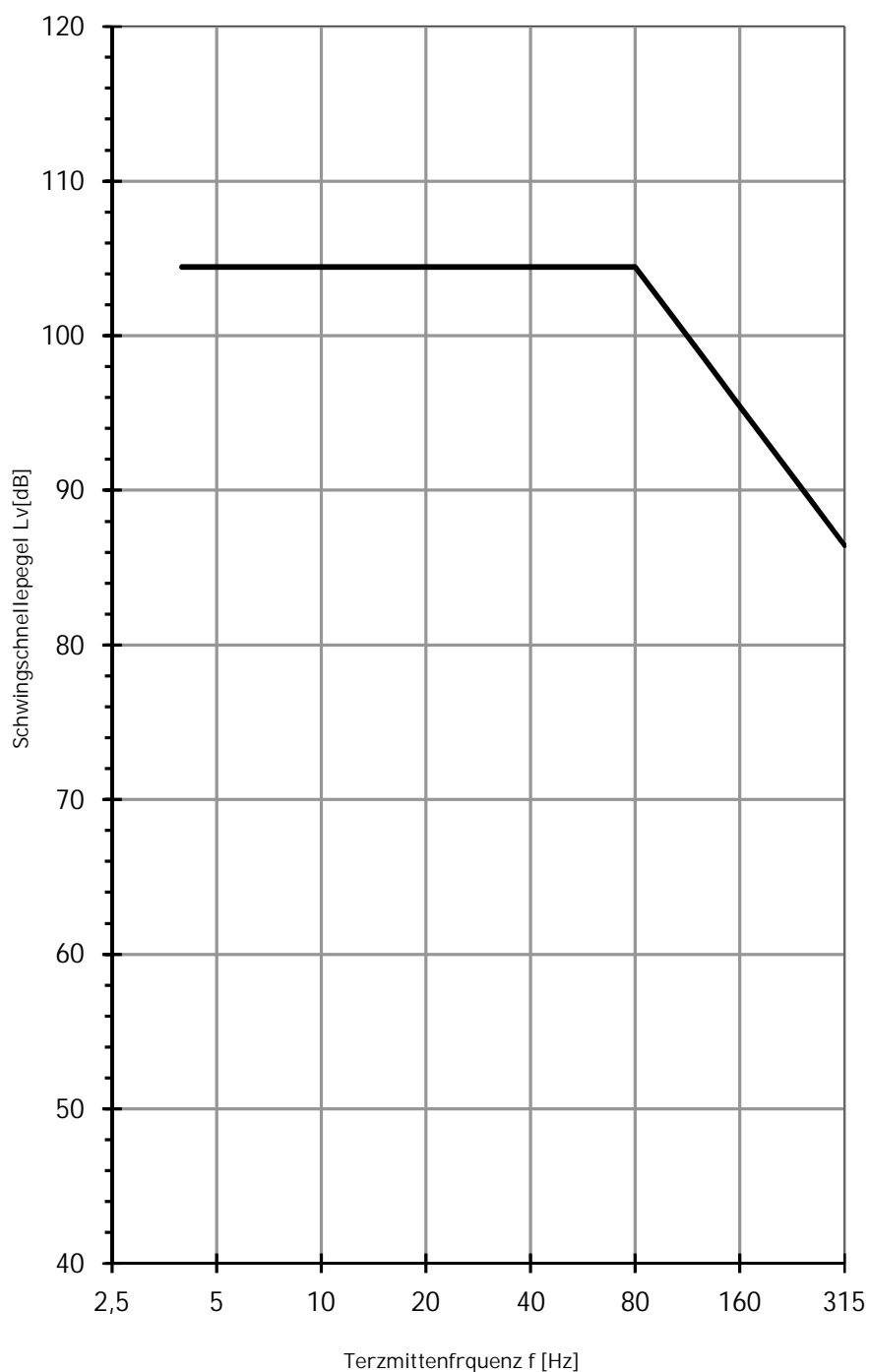


L_v [dB]	f [Hz]
45,0	4
48,0	5
51,0	6,3
54,0	8
57,0	10
60,0	12,5
63,0	16
66,0	20
69,0	25
72,0	31,5
75,0	40
75,0	50
75,0	63
75,0	80
75,0	100
75,0	125
75,0	160
75,0	200
75,0	250
75,0	315
85,4	Σ
0,93	V_{Fmax}

Emissionsspektrum

Sprengvortrieb

Messpunkt (Abstand): 20 m Sprengung Gebirgsklasse III - V
 Schwingrichtung: z
 Lademenge: 4 kg / Zündstufe
 Quelltyp: Punktquelle (PQ) impulsförmig (I)
 Wellenart: Raumwelle (R)

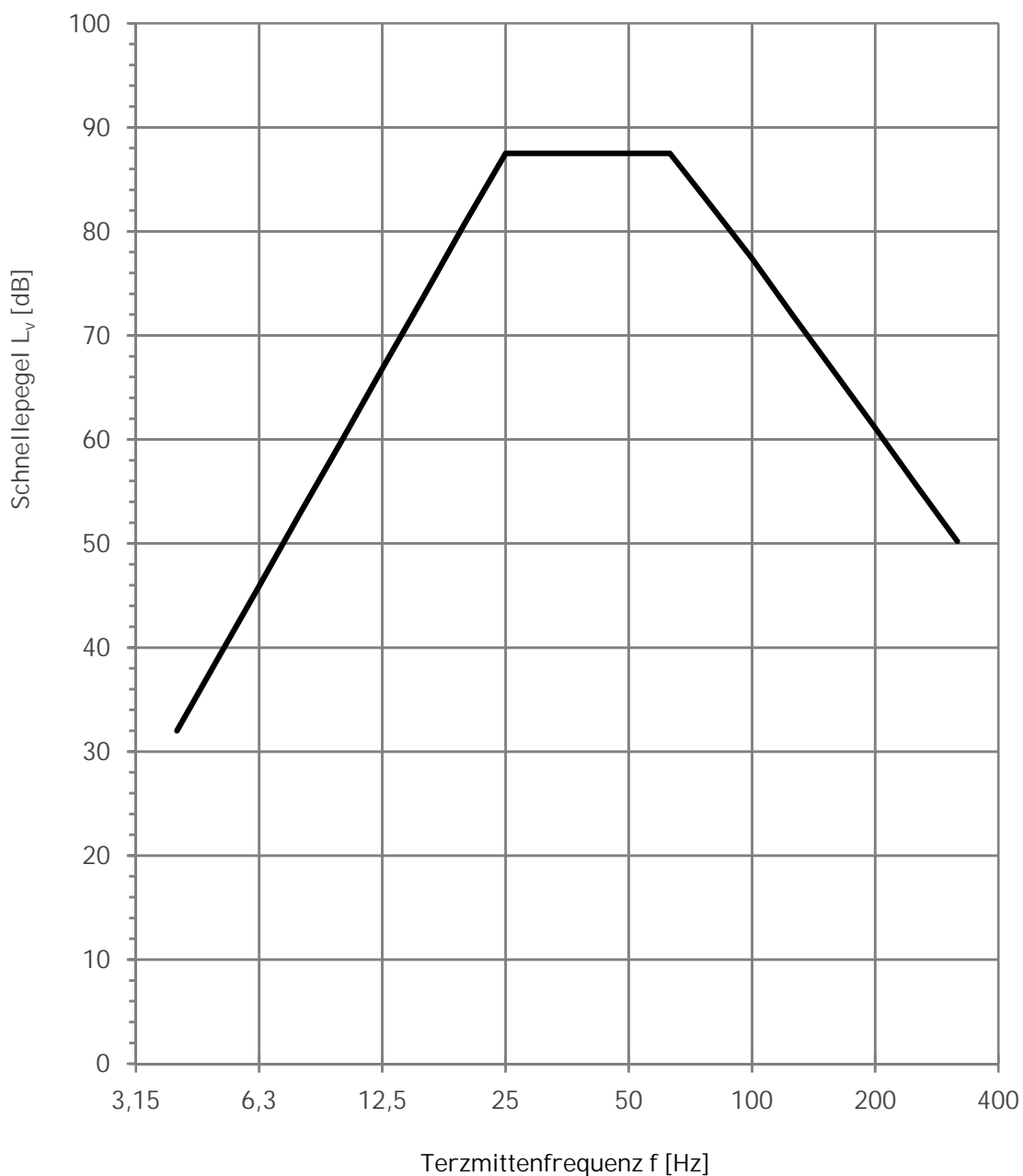


L_v [dB]	f [Hz]
104,4	4
104,4	5
104,4	6,3
104,4	8
104,4	10
104,4	12,5
104,4	16
104,4	20
104,4	25
104,4	31,5
104,4	40
104,4	50
104,4	63
104,4	80
101,4	100
98,4	125
95,4	160
92,4	200
89,4	250
86,4	315
116,2	S
32,3	V_{Fmax}

Emissionsspektrum

Vibrationswalze

Messpunkt (Abstand): 8 m
 Arbeitsfrequenz: 30 Hz
 Schwingrichtung: z
 Quelletyp: Punktquelle (PQ)
 harmonisch/stationär (HS)
 Wellenart: Oberflächenwelle (O)

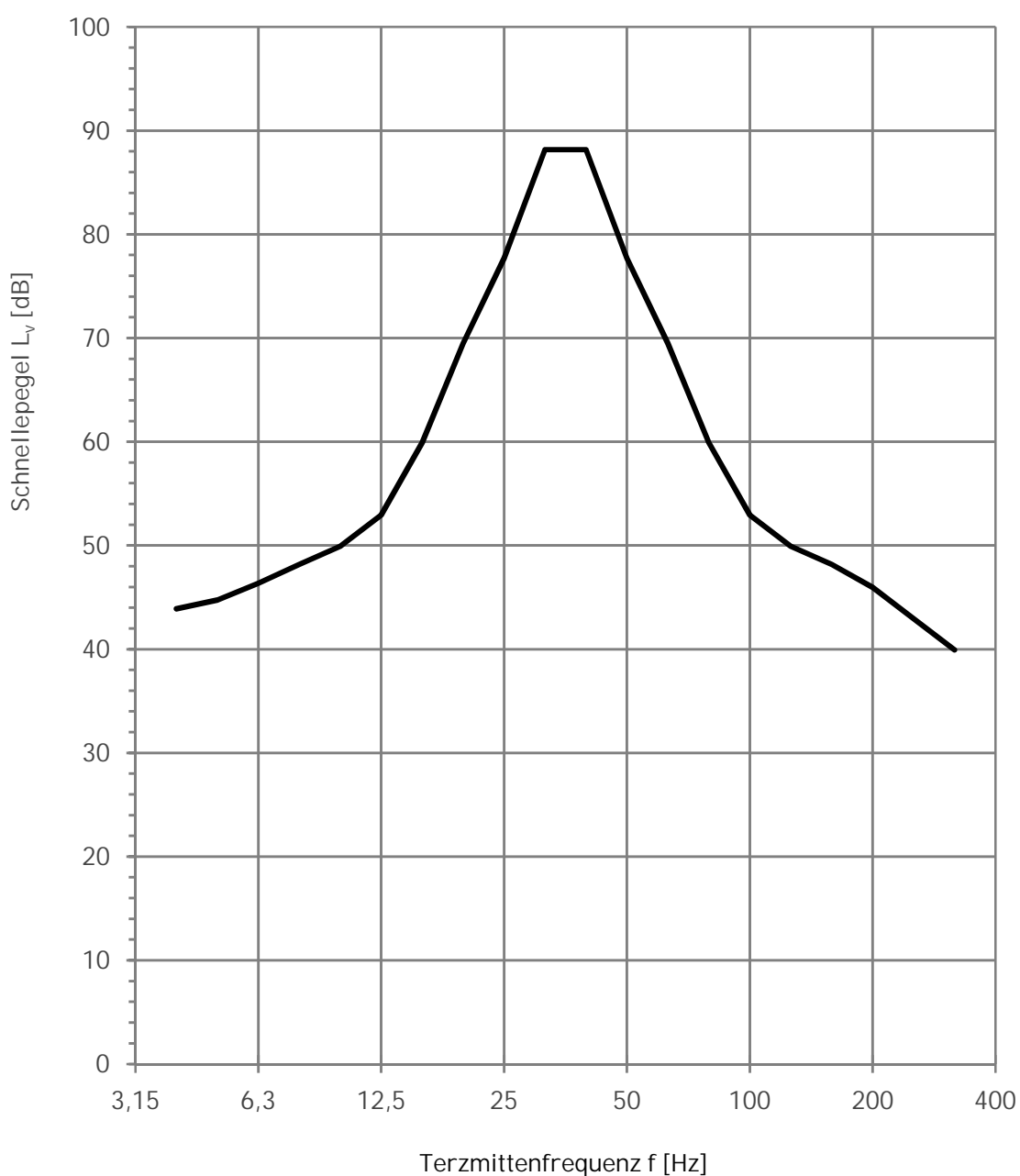


L _v [dB]	f [Hz]
32,0	4
39,0	5
45,9	6,3
52,9	8
59,8	10
66,8	12,5
73,7	16
80,7	20
87,5	25
87,5	31,5
87,5	40
87,5	50
87,5	63
82,5	80
77,4	100
71,9	125
66,5	160
61,1	200
55,6	250
50,2	315
95,1	Σ
2,83	V _{Fmax}

Emissionsspektrum

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

Messpunkt (Abstand): 9 m
 Arbeitsfrequenz: 35 Hz
 Schwingrichtung: z
 Quelltyp: Punktquelle (PQ)
 harmonisch/stationär (HS)
 Wellenart: Oberflächenwelle (O)

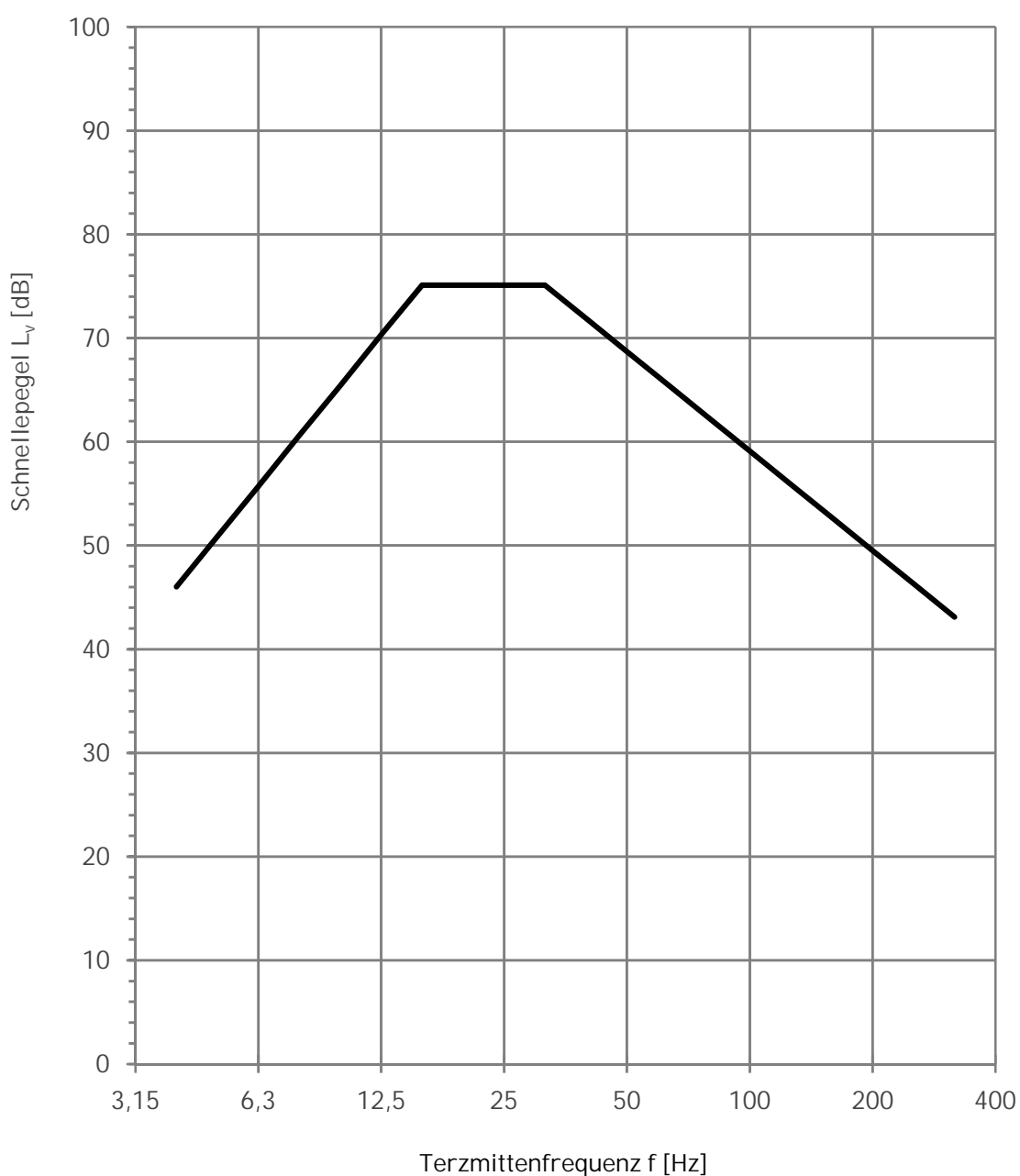


L_v [dB]	f [Hz]
43,9	4
44,8	5
46,3	6,3
48,2	8
49,9	10
52,9	12,5
59,9	16
69,5	20
77,7	25
88,2	31,5
88,2	40
77,7	50
69,5	63
59,9	80
52,9	100
49,9	125
48,2	160
45,9	200
42,9	250
39,9	315
91,6	Σ
1,90	V_{Fmax}

Emissionsspektrum

Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrrohre)

Messpunkt (Abstand): 7 m
 Arbeitsfrequenz: - Hz
 Schwingrichtung: z
 Quelletyp: Punktquelle (PQ)
 impulsartig (I)
 Wellenart: Oberflächenwelle (O)



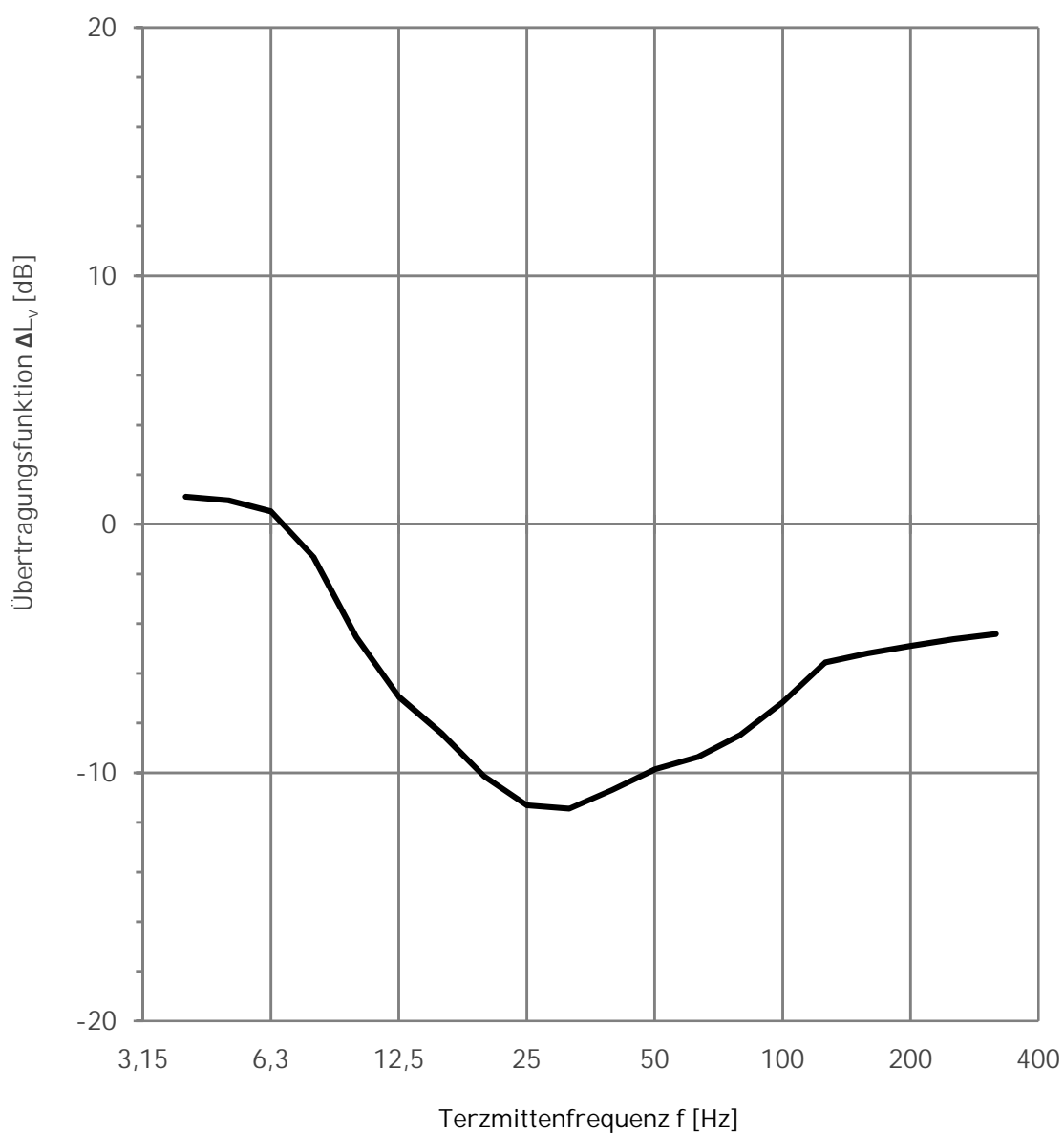
L_v [dB]	f [Hz]
46,0	4
50,9	5
55,7	6,3
60,6	8
65,4	10
70,3	12,5
75,1	16
75,1	20
75,1	25
75,1	31,5
71,9	40
68,7	50
65,5	63
62,3	80
59,1	100
55,9	125
52,7	160
49,5	200
46,3	250
43,1	315
82,4	Σ
0,66	V_{Fmax}

T₂-Funktion

Übertragung Erdreich - Fundament

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
 für insgesamt 112 Bebauungen
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Gebäudetyp: Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament
 Mehrfamilienhäuser
 Schwingrichtung: vertikal (z)



T₃-Funktion

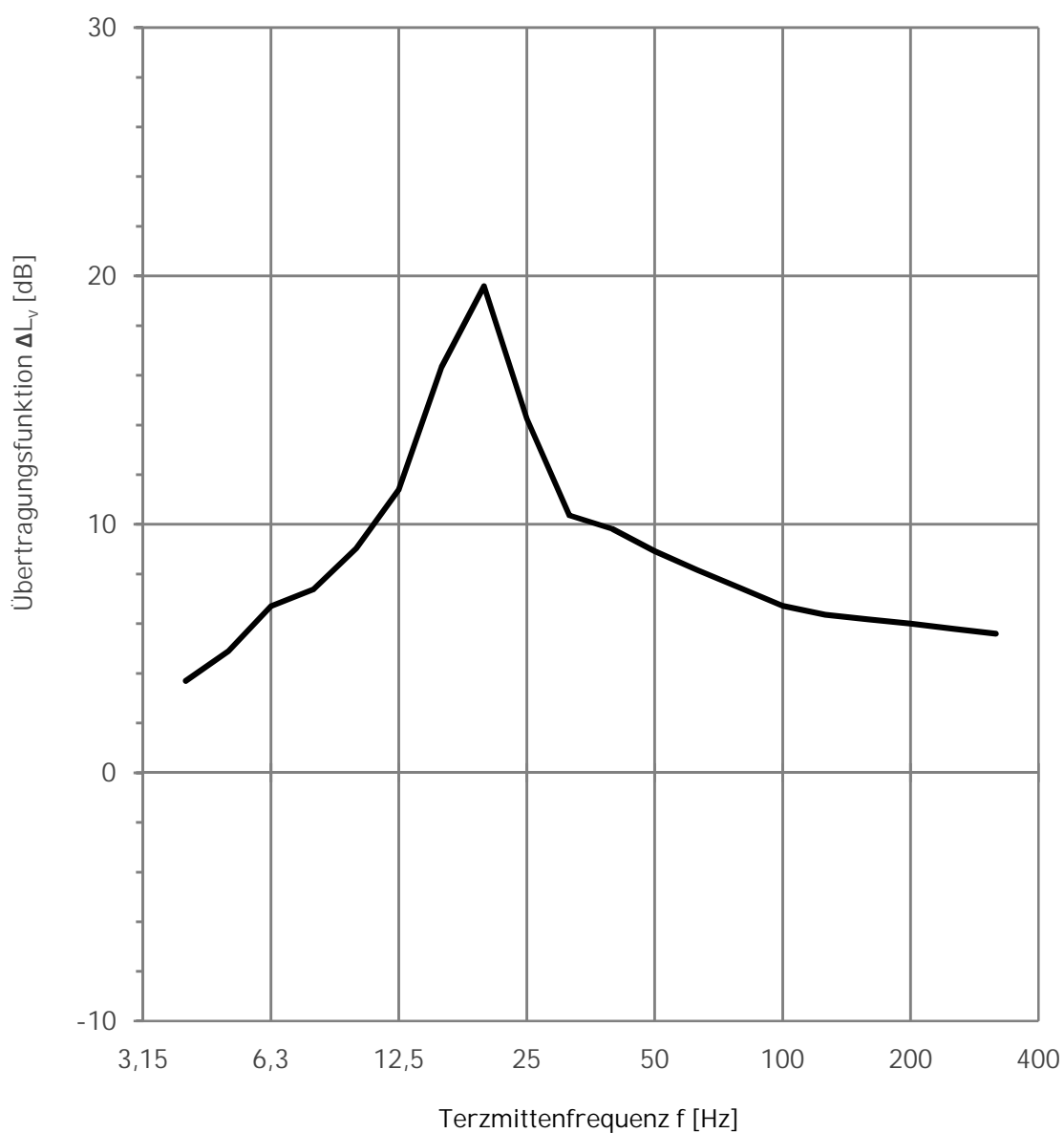
Übertragung Fundament - Geschossdecke

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
 für 79 Bebauungen
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Deckenart: Holzbalkendecke

Schwingrichtung: z

Deckeneigenfrequenz: f = 20 Hz



T₃-Funktion

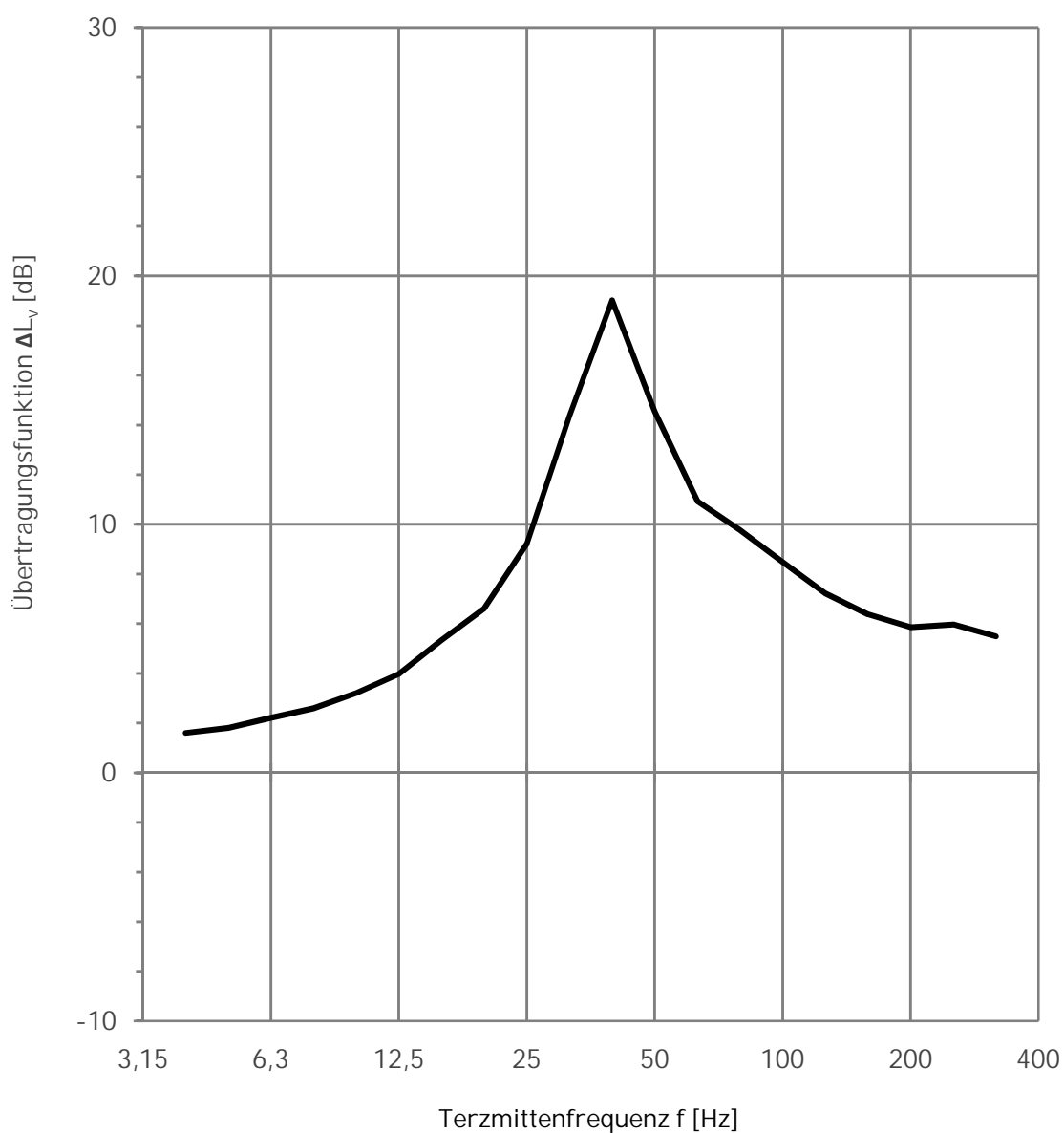
Übertragung Fundament - Geschossdecke

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
 für 413 Bebauungen
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Deckenart: Stahlbetondecke

Schwingrichtung: z

Deckeneigenfrequenz: f = 40 Hz



ΔL_v [dB]	f [Hz]
1,6	4
1,8	5
2,2	6,3
2,6	8
3,2	10
4,0	12,5
5,3	16
6,6	20
9,2	25
14,4	31,5
19,0	40
14,6	50
10,9	63
9,8	80
8,5	100
7,2	125
6,4	160
5,9	200
6,0	250
5,5	315

T3- Funktion

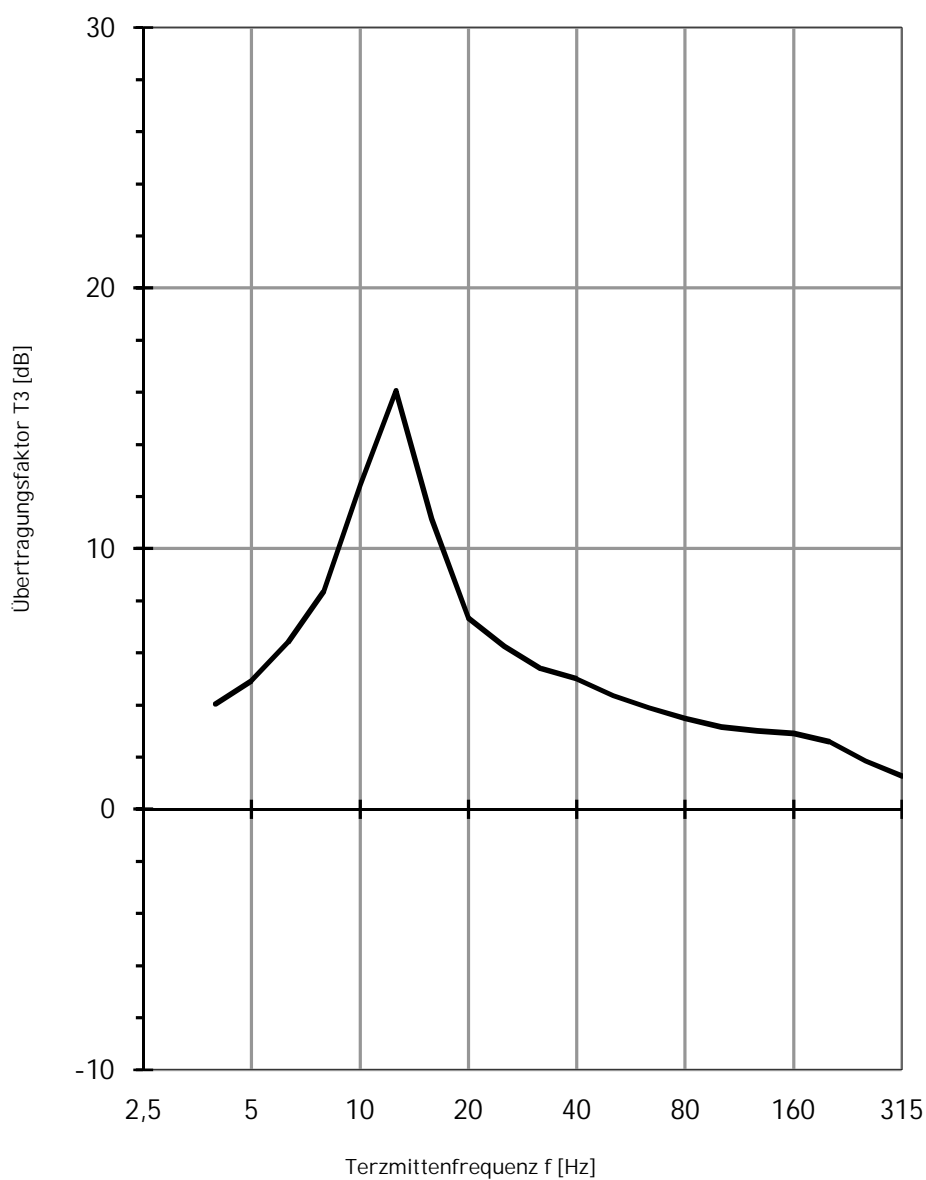
Fundament - Geschossdecke

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
 für 79 Bebauungen
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Deckenart: Holzbalkendecke

Schwingrichtung: z

Deckeneigenfrequenz: $f = 12,5 \text{ Hz}$



DL _v [dB]	f [Hz]
4,1	4
4,9	5
6,4	6,3
8,4	8
12,4	10
16,1	12,5
11,1	16
7,3	20
6,3	25
5,4	31,5
5,0	40
4,4	50
3,9	63
3,5	80
3,1	100
3,0	125
2,9	160
2,6	200
1,9	250
1,3	315

T3- Funktion

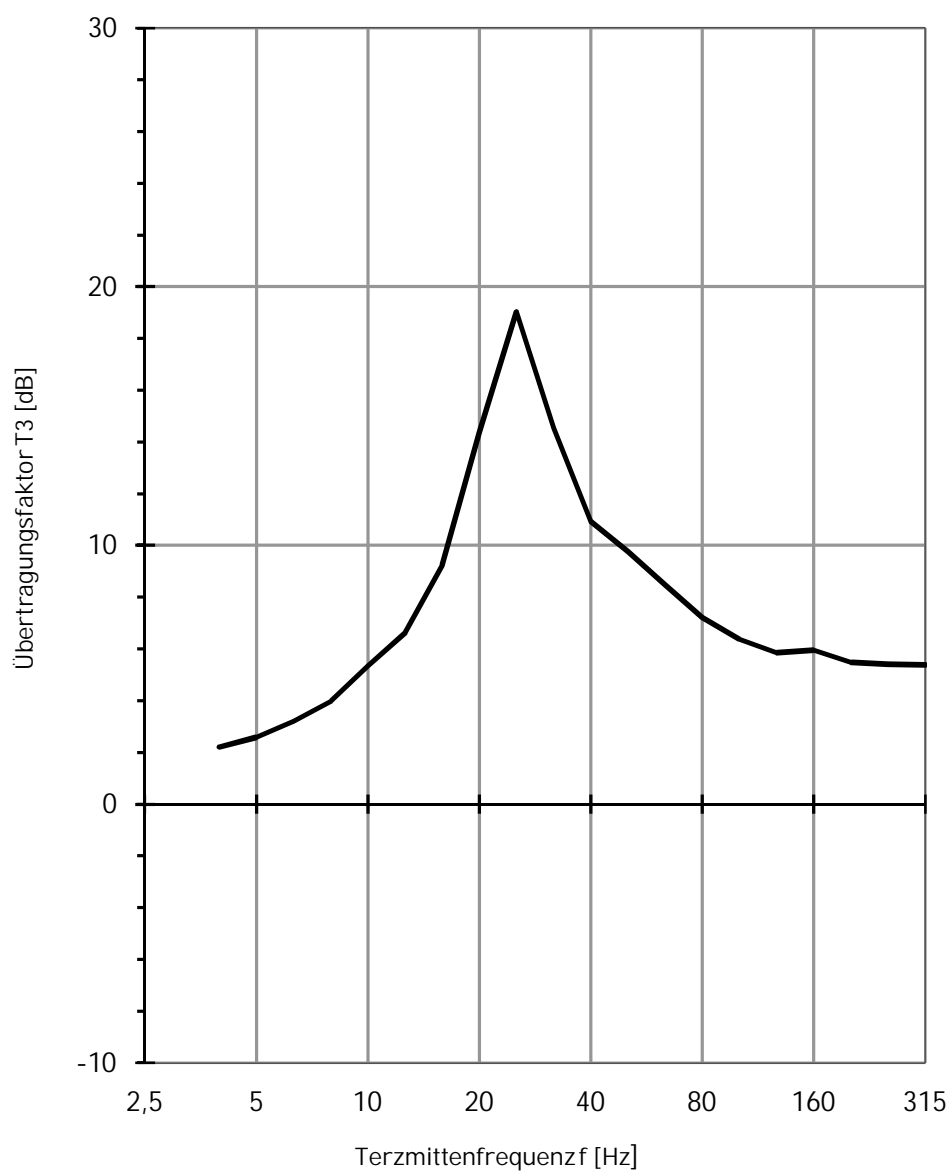
Fundament - Geschossdecke

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
 für 413 Bebauungen
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Deckenart: Stahlbetondecke

Schwingrichtung: z

Deckeneigenfrequenz: $f = 25 \text{ Hz}$



DL _v [dB]	f [Hz]
2,2	4
2,6	5
3,2	6,3
4,0	8
5,3	10
6,6	12,5
9,2	16
14,4	20
19,0	25
14,6	31,5
10,9	40
9,8	50
8,5	63
7,2	80
6,4	100
5,9	125
6,0	160
5,5	200
5,4	250
5,4	315

T₃-Funktion

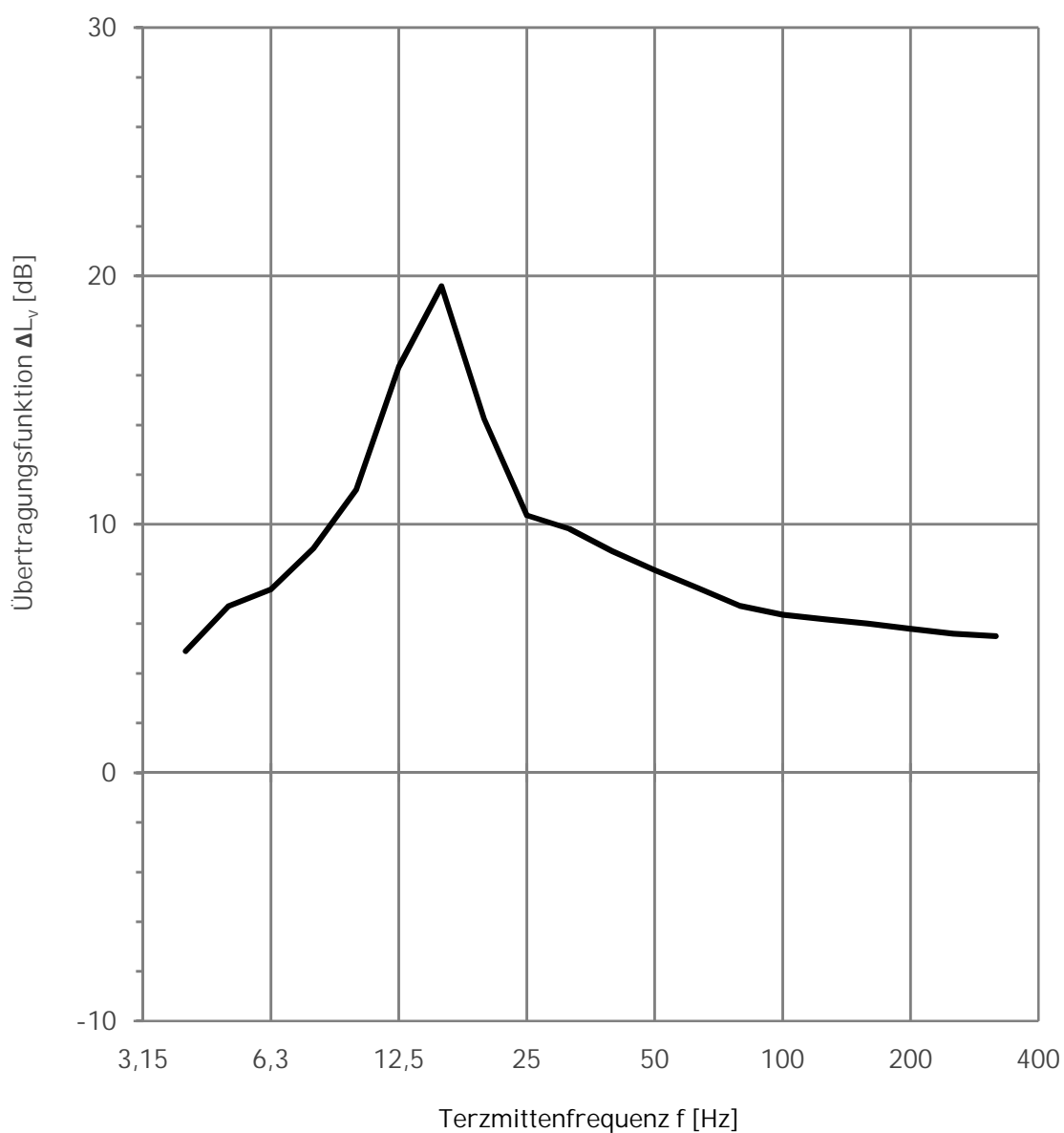
Übertragung Fundament - Geschossdecke

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
 für 79 Bebauungen
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Deckenart: Holzbalkendecke

Schwingrichtung: z

Deckeneigenfrequenz: f = 16 Hz



ΔL_v [dB]	f [Hz]
4,9	4
6,7	5
7,4	6,3
9,0	8
11,4	10
16,3	12,5
19,6	16
14,3	20
10,4	25
9,8	31,5
8,9	40
8,2	50
7,4	63
6,7	80
6,4	100
6,2	125
6,0	160
5,8	200
5,6	250
5,5	315

T₃-Funktion

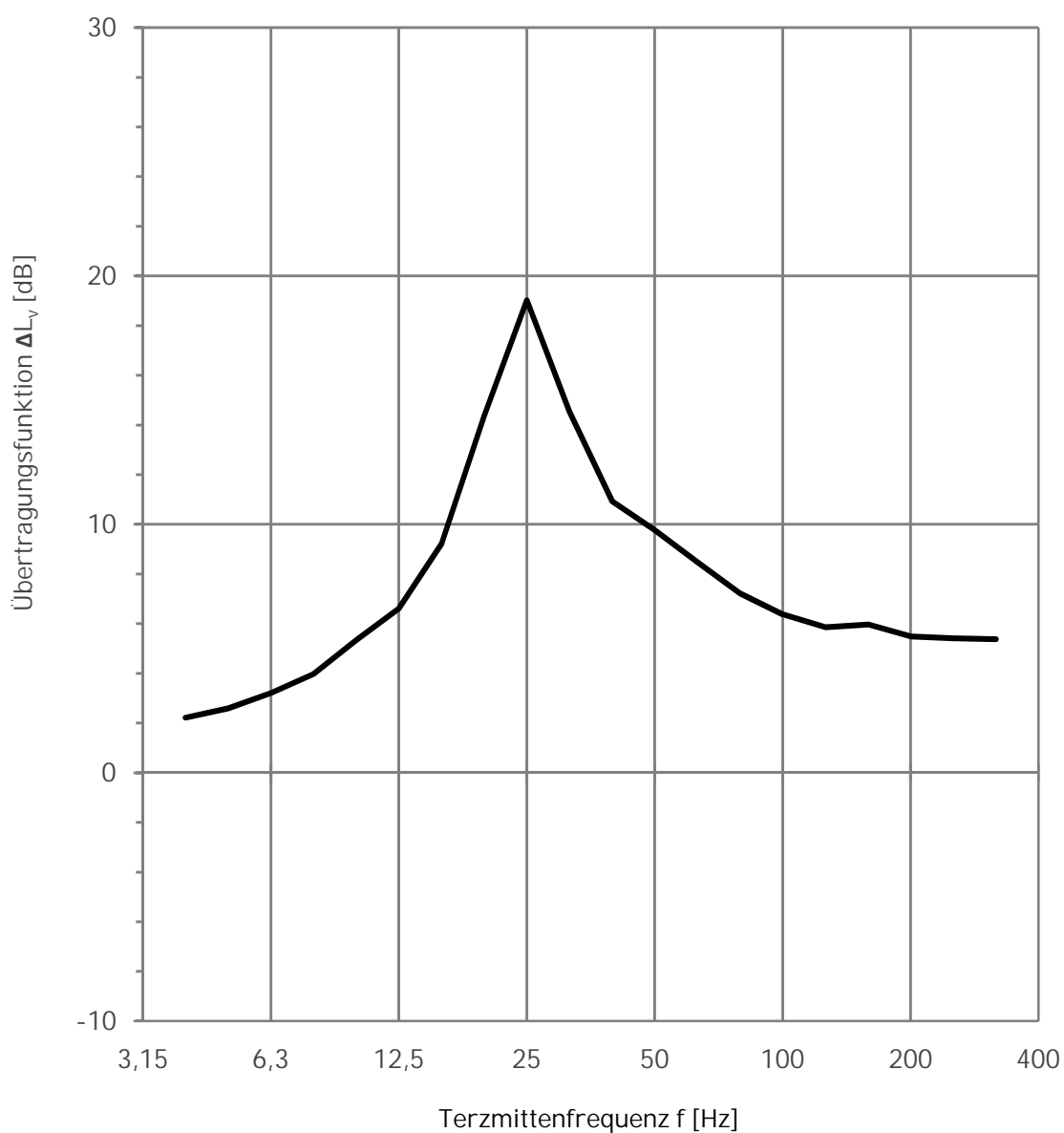
Übertragung Fundament - Geschossdecke

Quelle: Statistische Auswertung der vorliegenden Messergebnisse
 für 413 Bebauungen
 KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH

Deckenart: Stahlbetondecke

Schwingrichtung: z

Deckeneigenfrequenz: f = 25 Hz

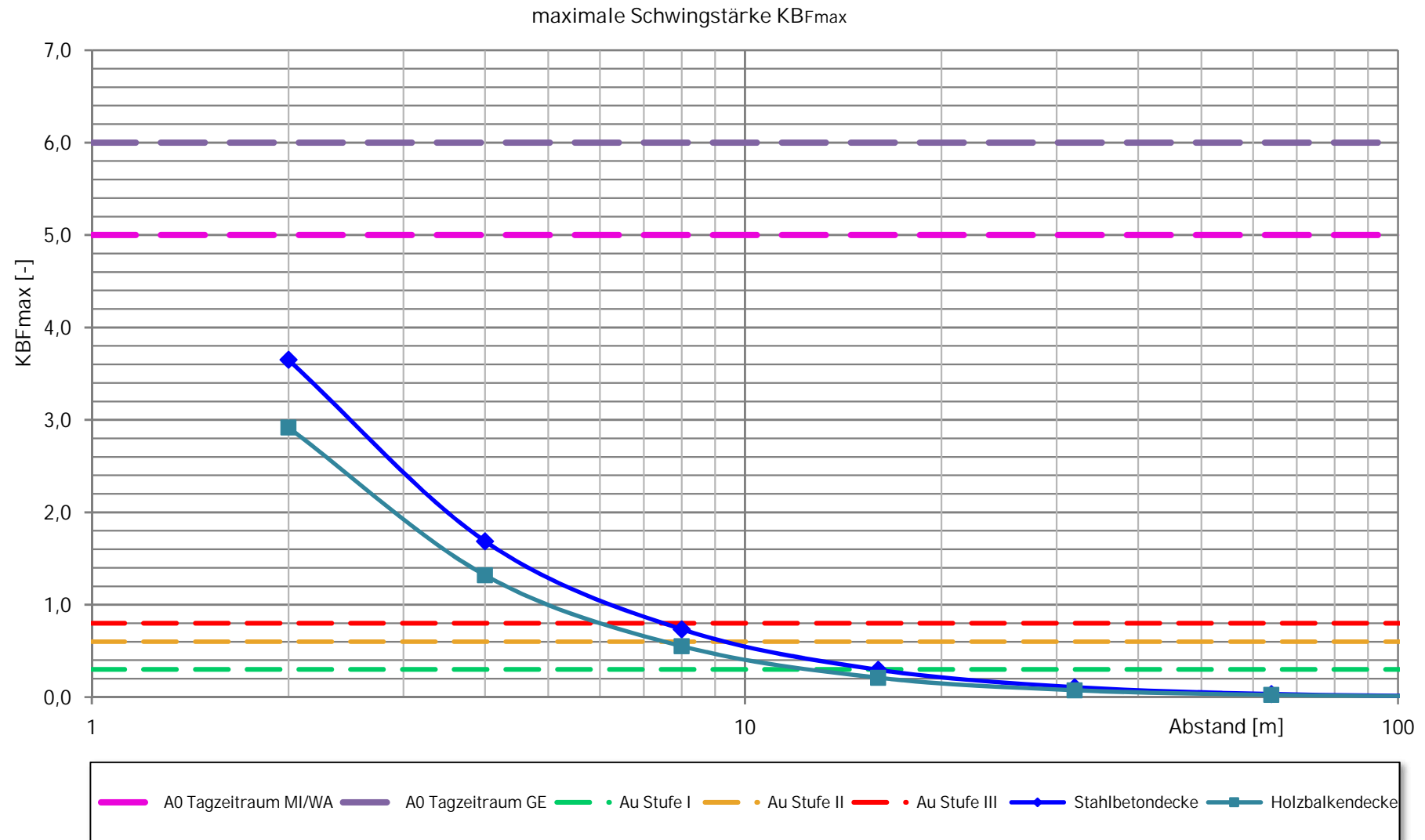


ΔL_v [dB]	f [Hz]
2,2	4
2,6	5
3,2	6,3
4,0	8
5,3	10
6,6	12,5
9,2	16
14,4	20
19,0	25
14,6	31,5
10,9	40
9,8	50
8,5	63
7,2	80
6,4	100
5,9	125
6,0	160
5,5	200
5,4	250
5,4	315

KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Meißelarbeiten

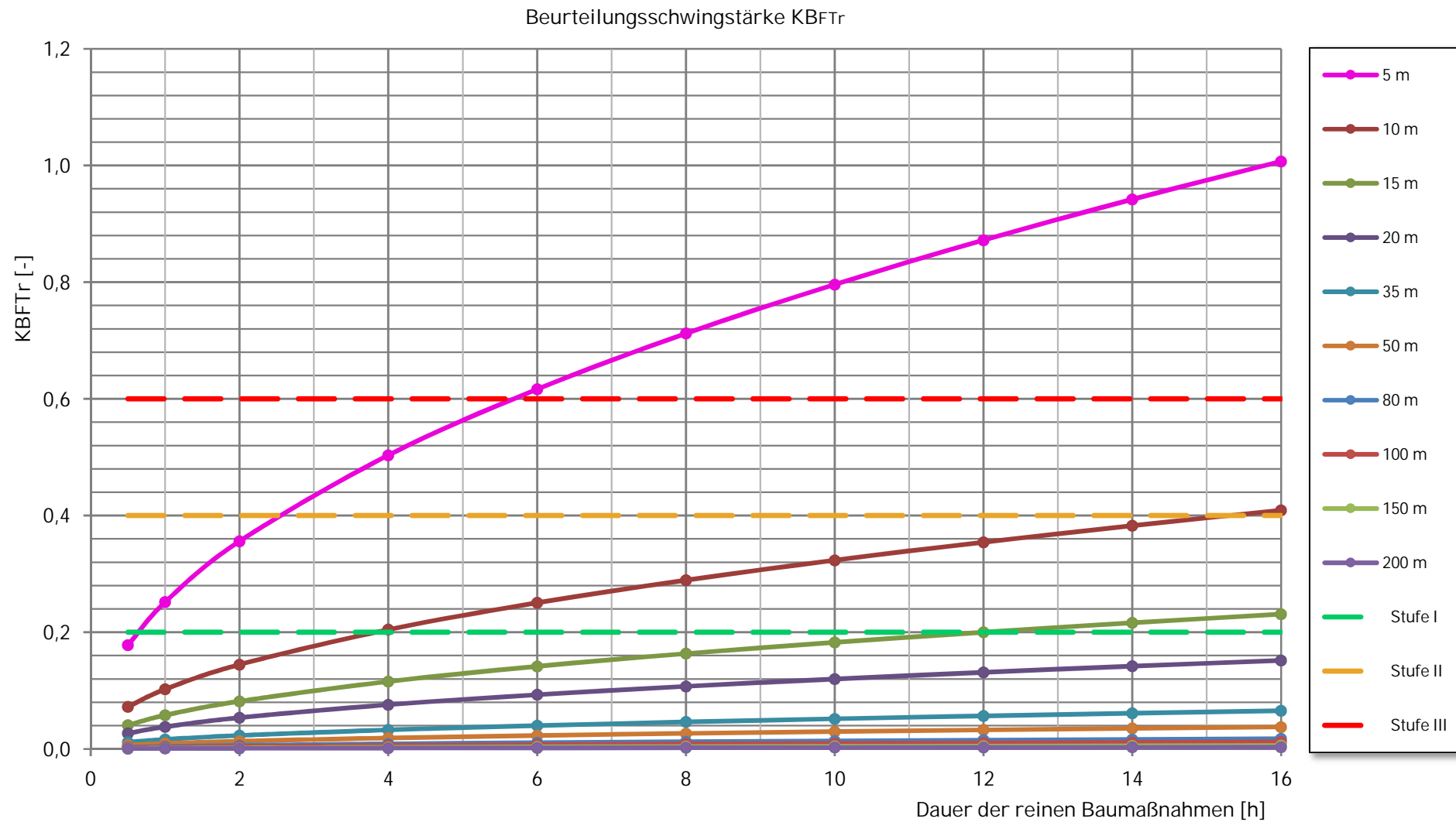


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Holzbalkendecken

Meißelarbeiten

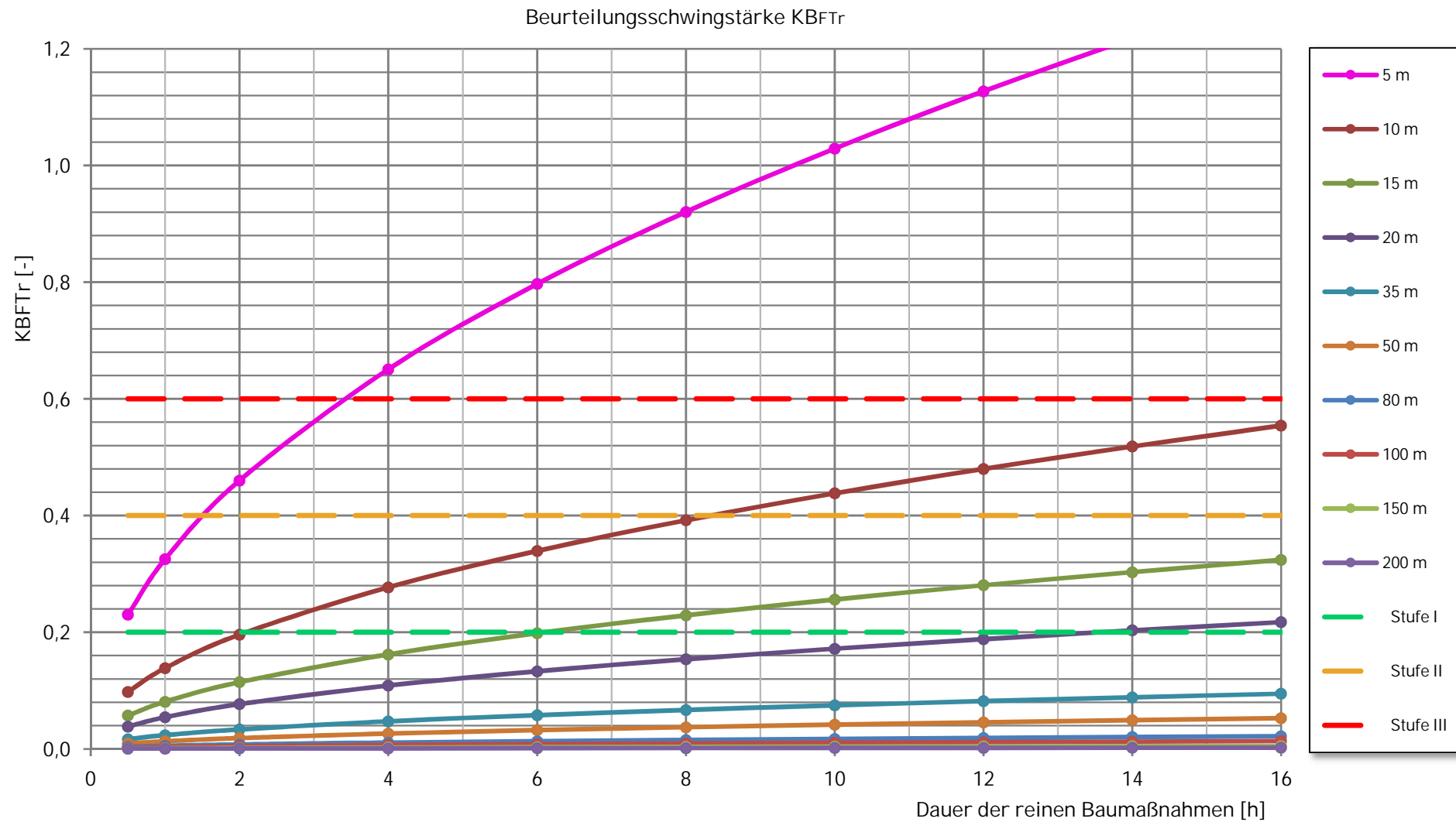


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

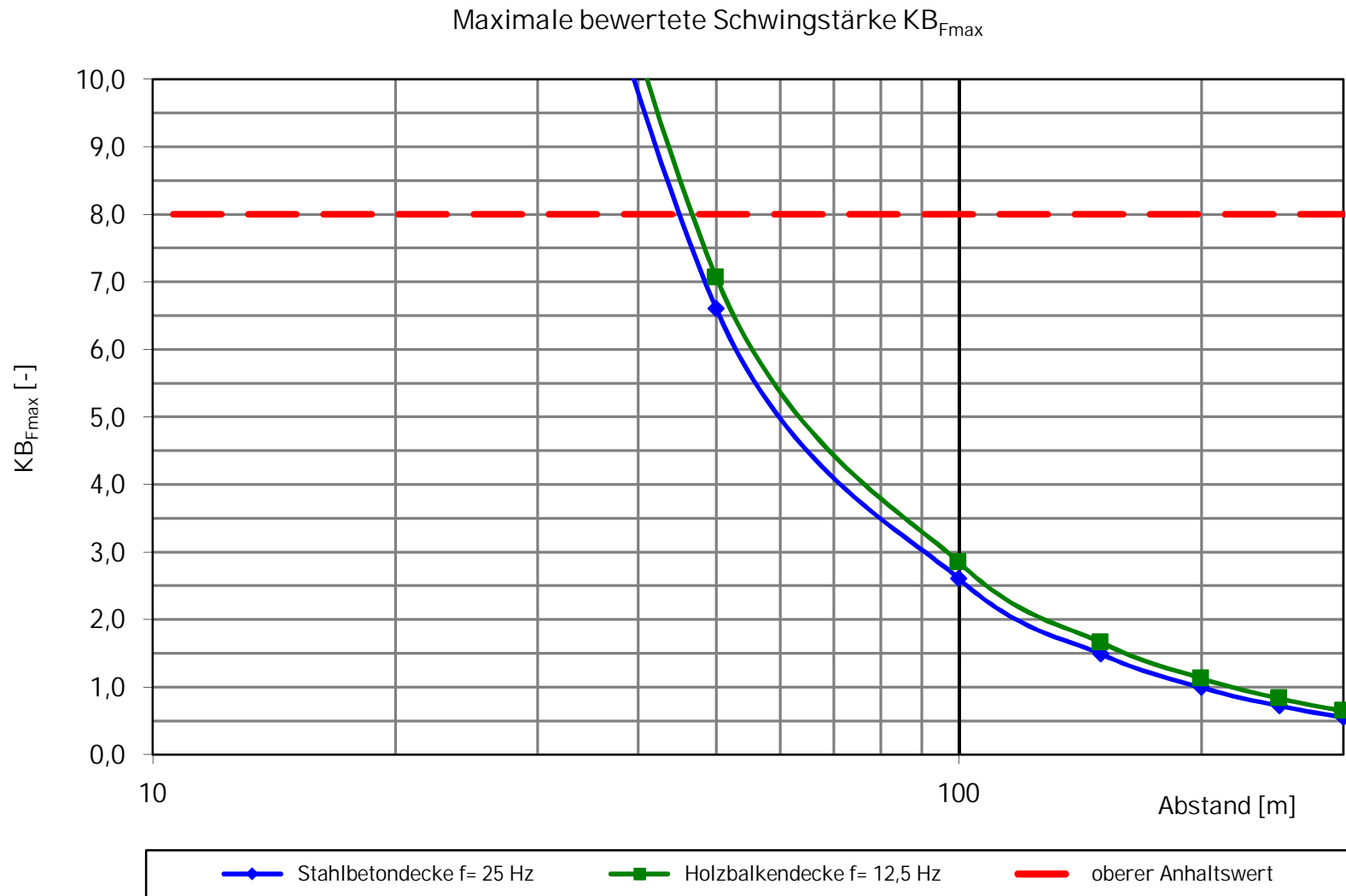
Tagzeitraum

Stahlbetondecken

Meielarbeiten



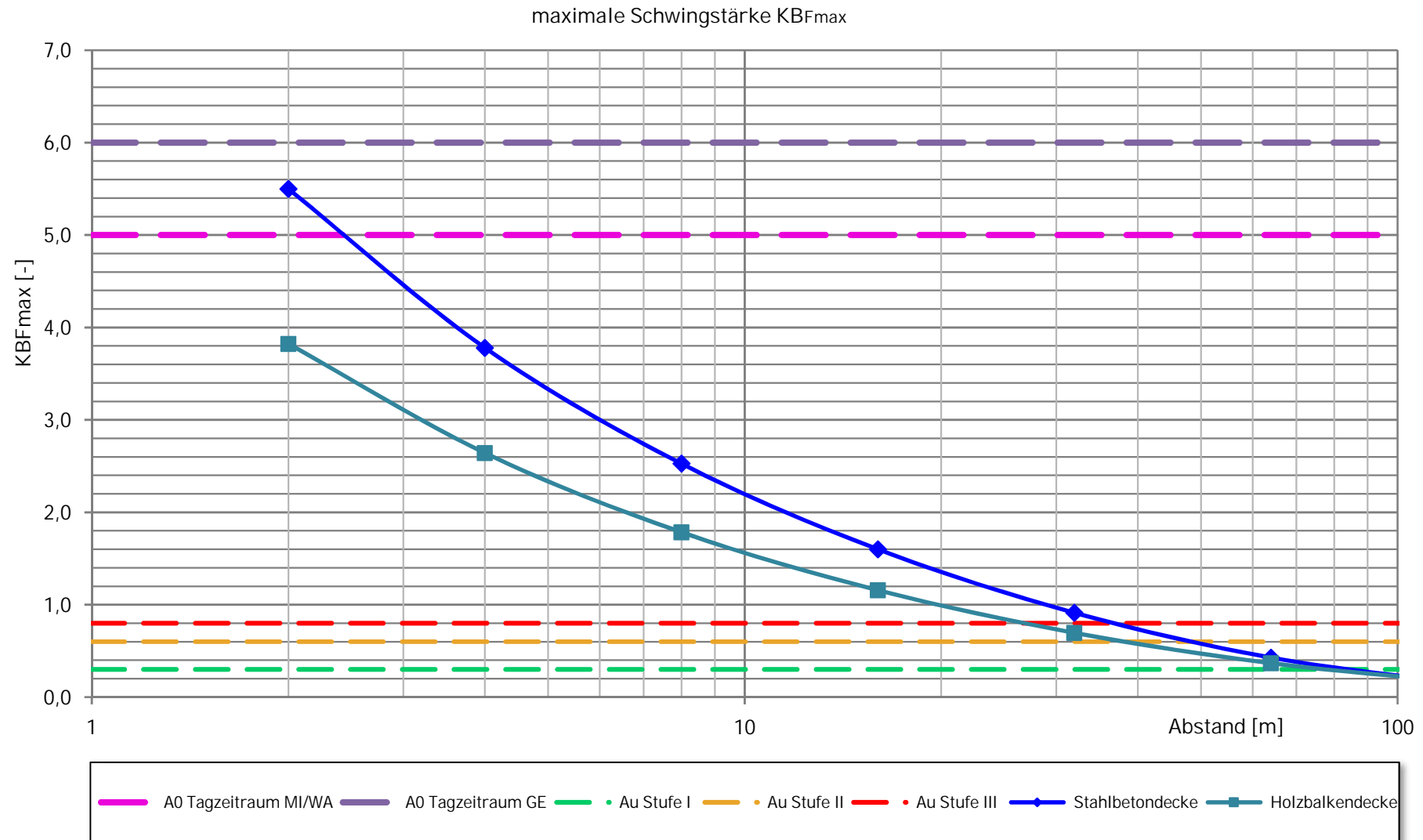
KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten
durch Sprengvortrieb; Gebirgsklasse III-IV; Lademenge 4 kg / Zündstufe



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Vibrationswalze

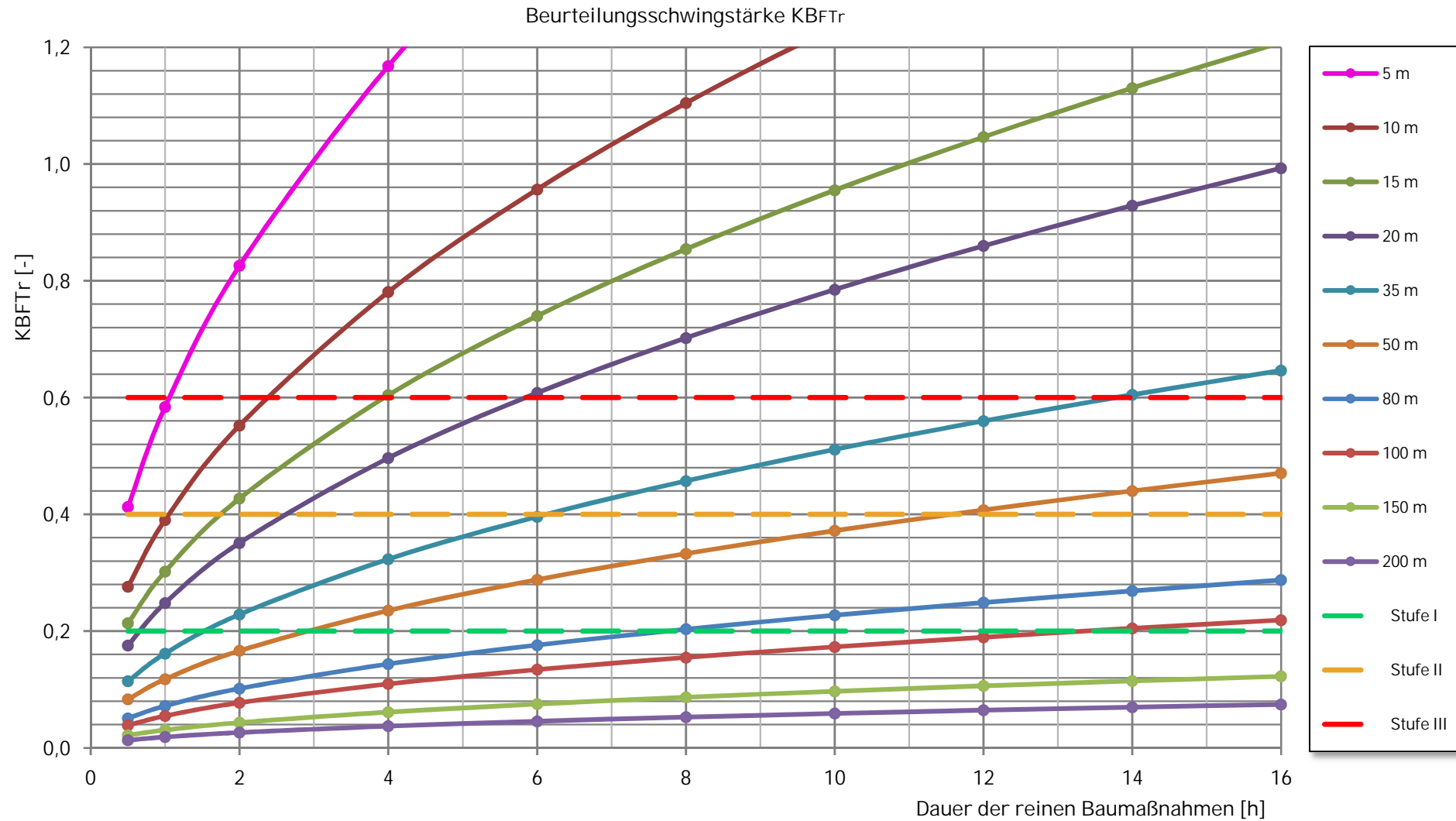


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Holzbalkendecken

Vibrationswalze

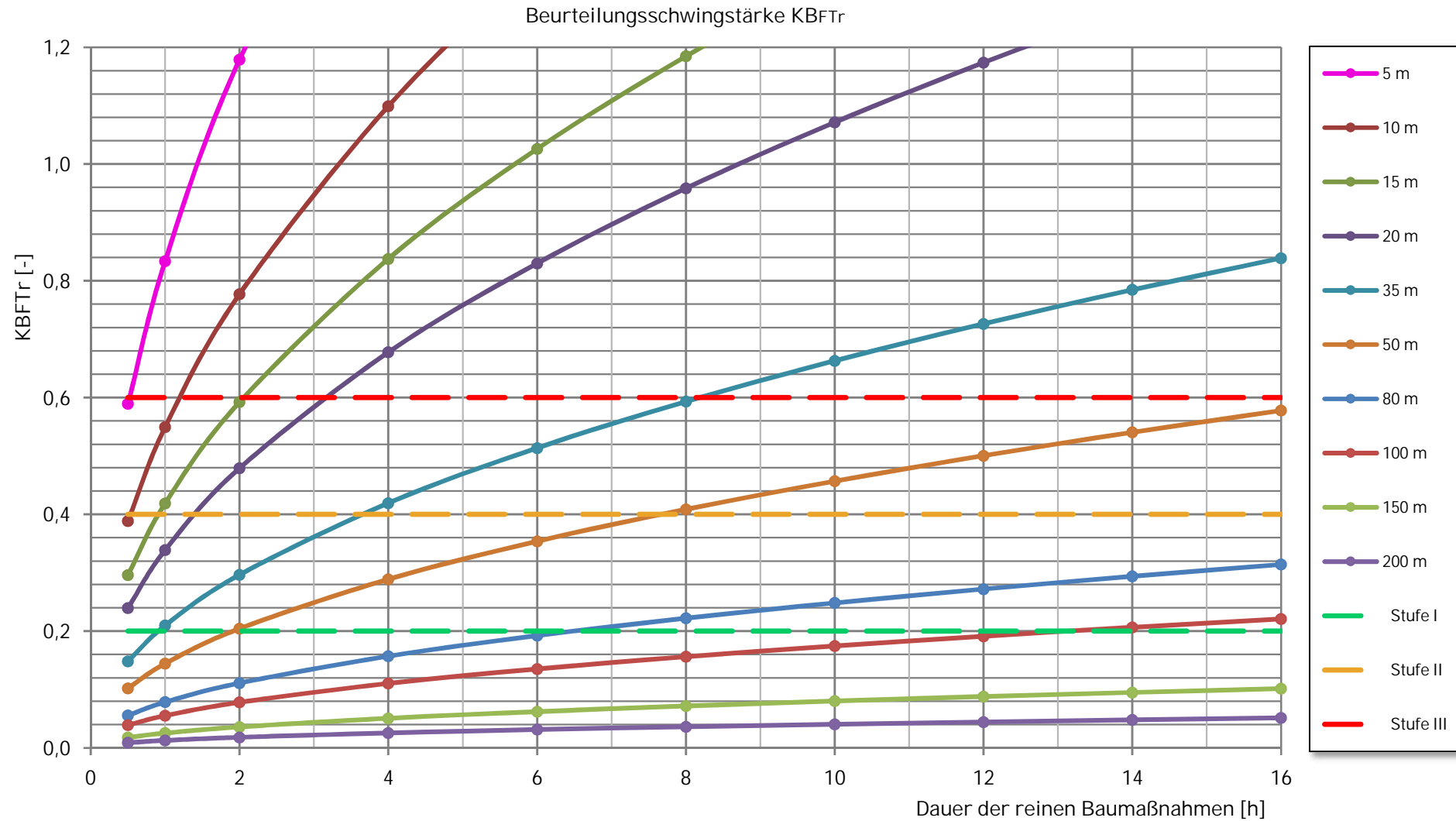


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

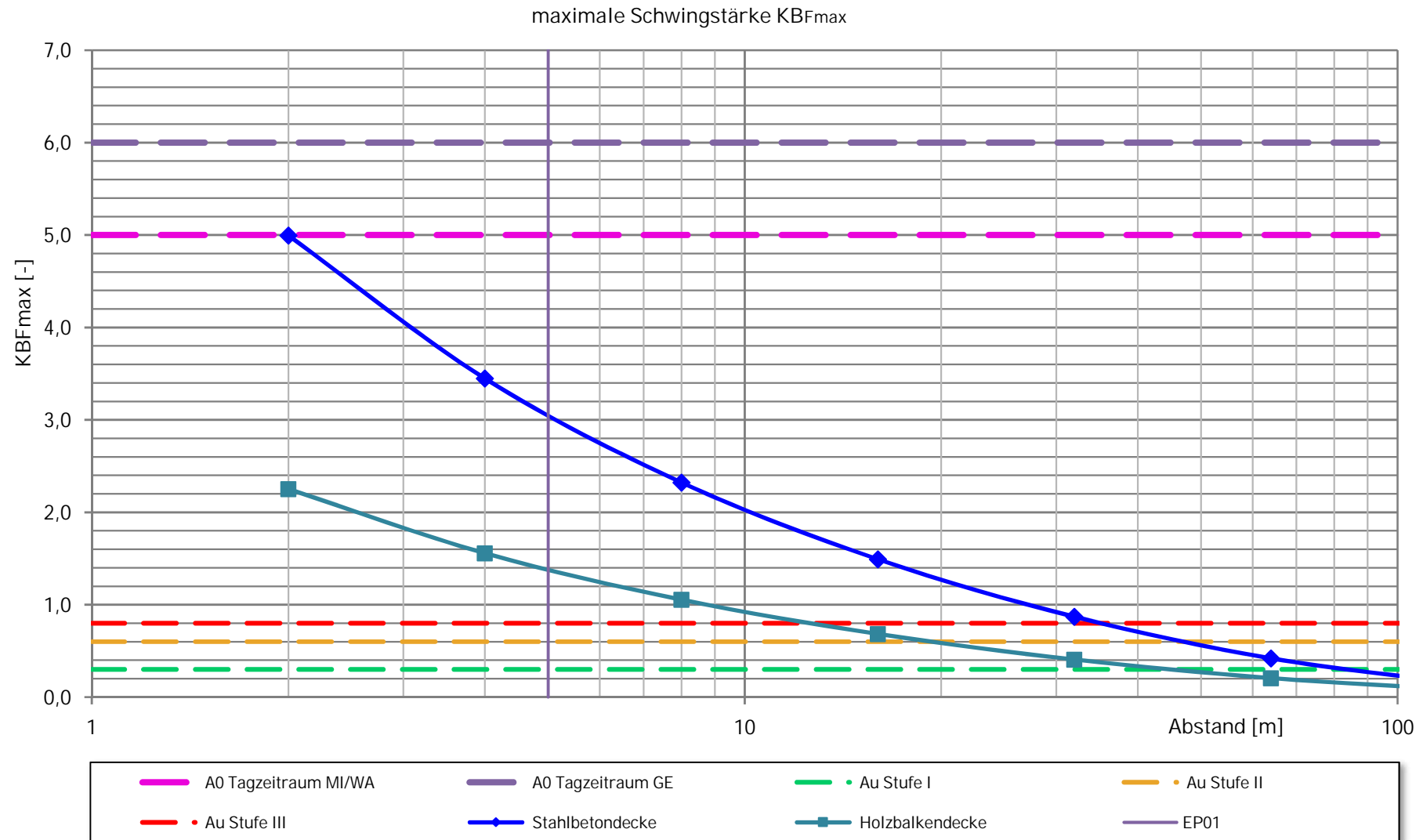
Stahlbetondecken

Vibrationswalze



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten Tagzeitraum

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

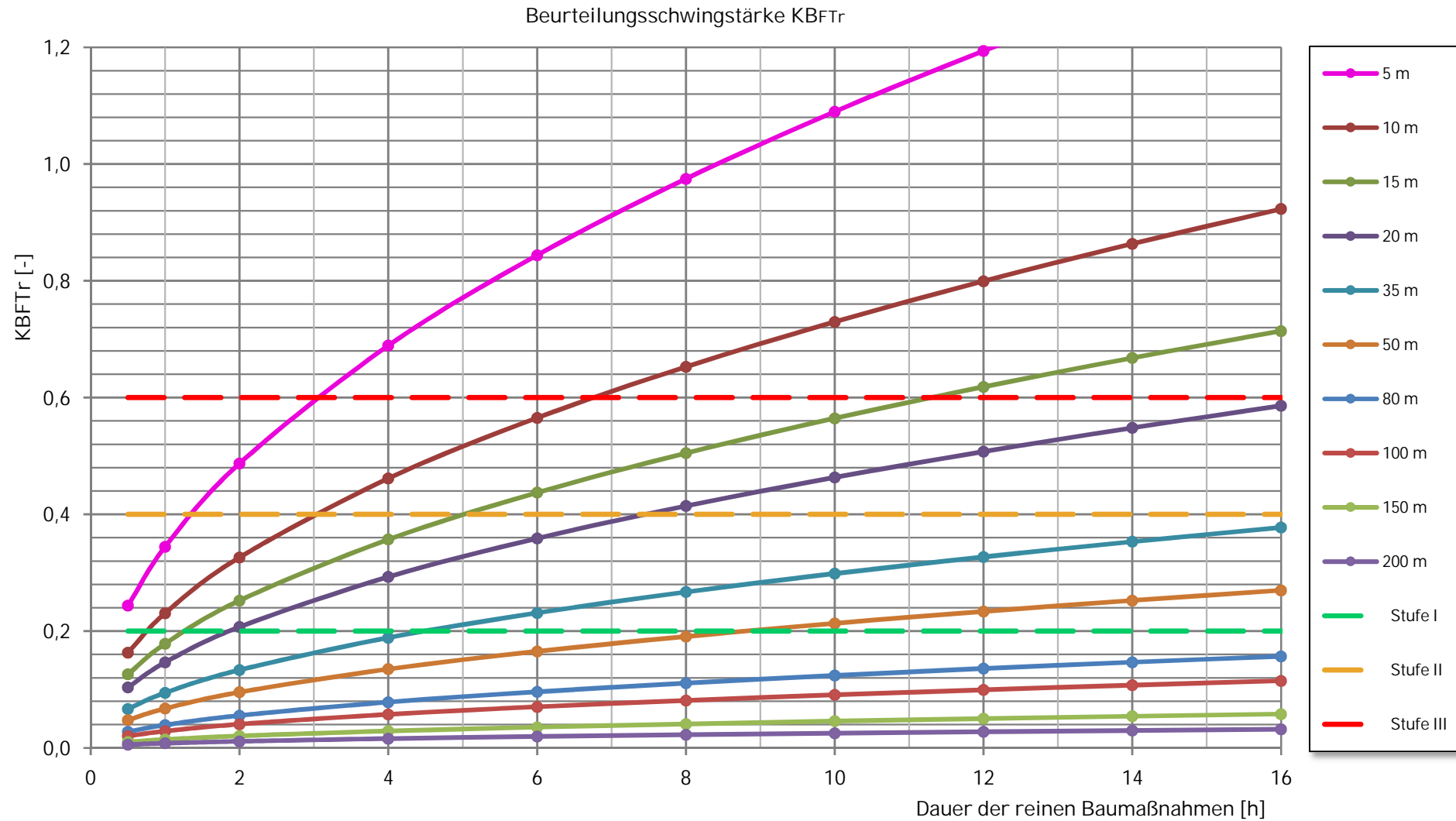


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Holzbalkendecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

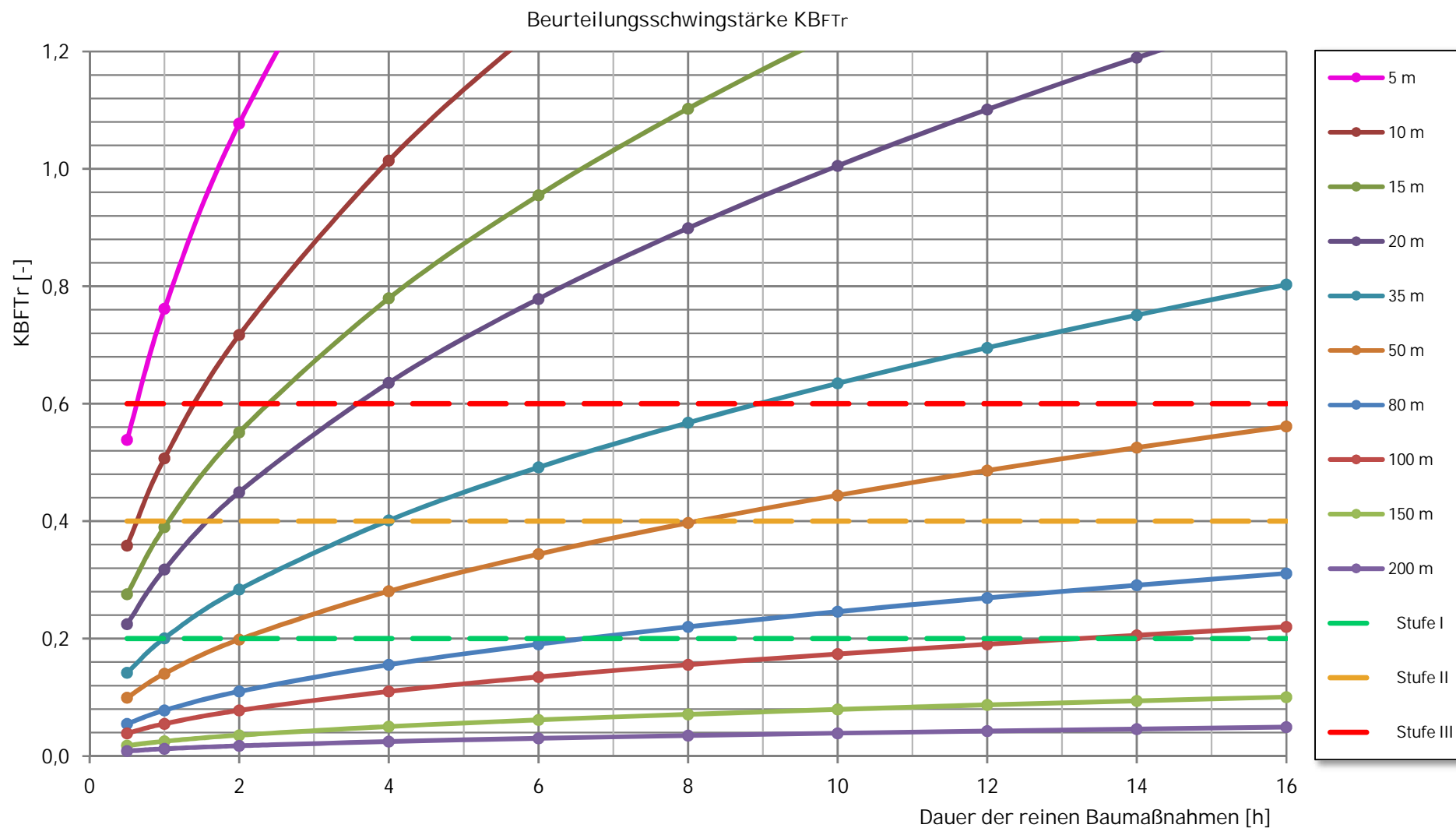


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Stahlbetondecken

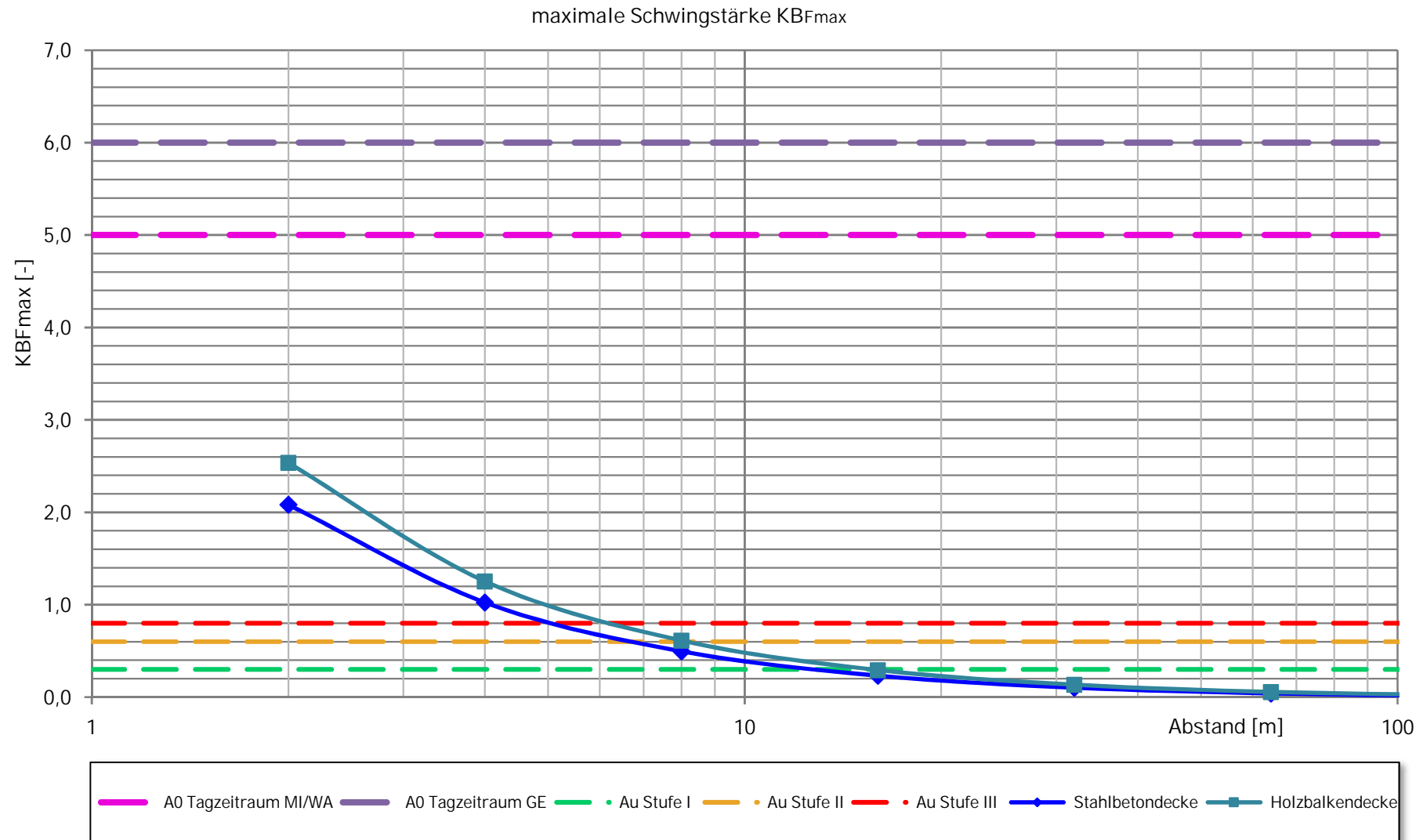
Vibrationsramme (Normalbetrieb)



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrrohre)

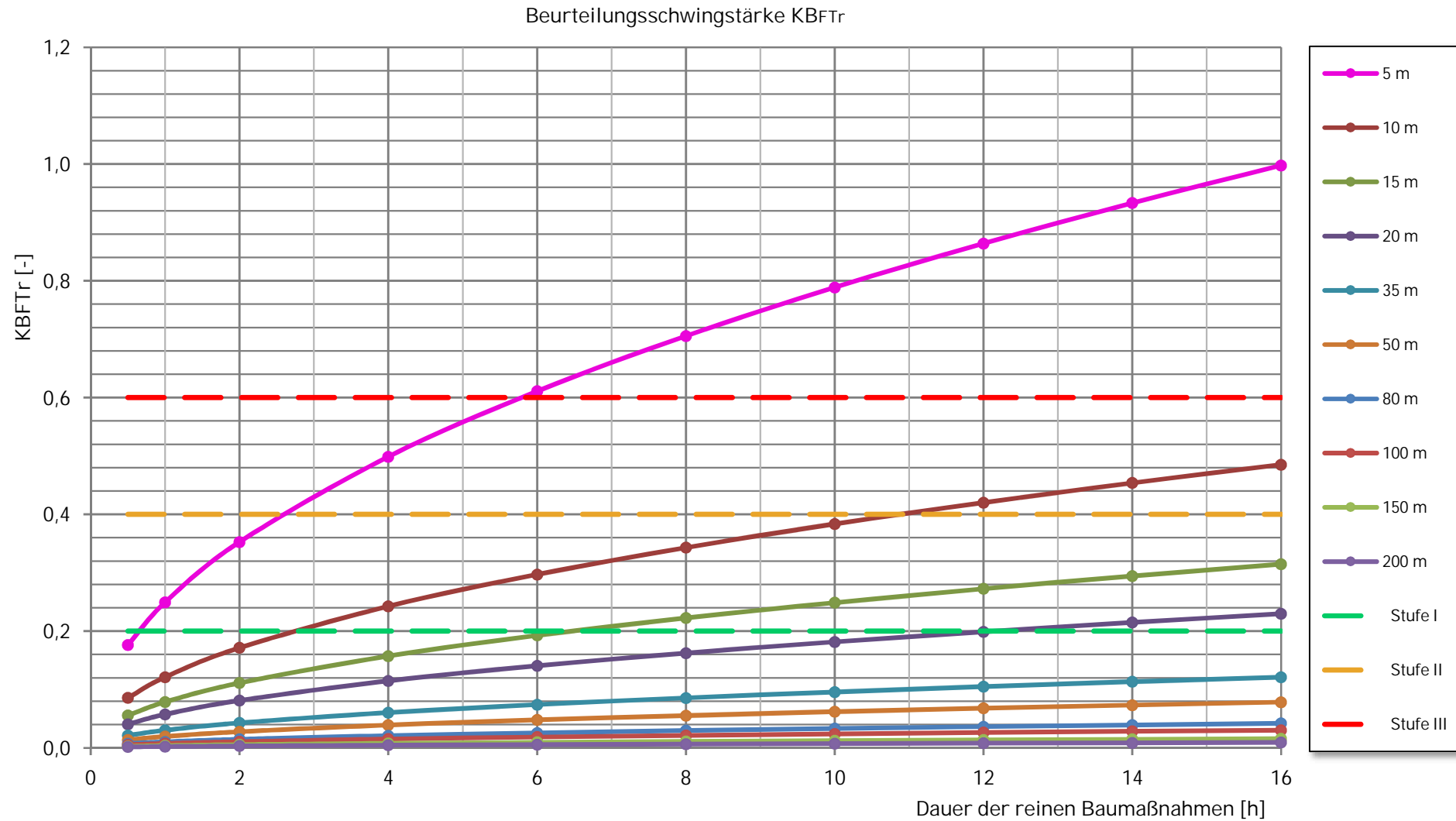


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Holzbalkendecken

Einbringen v. Bohrpfehlen (aufsetzen d. Bohrrohre)

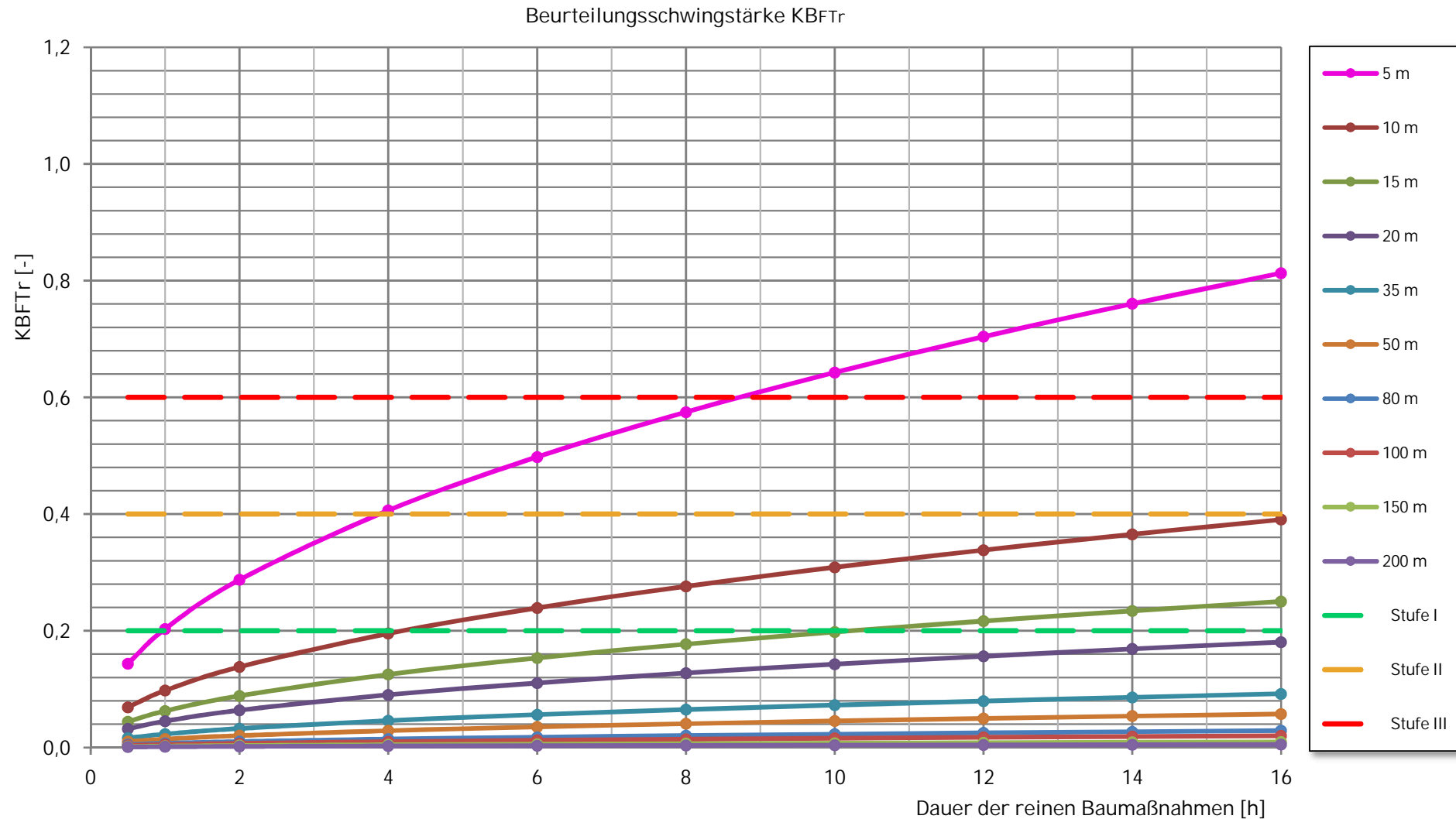


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

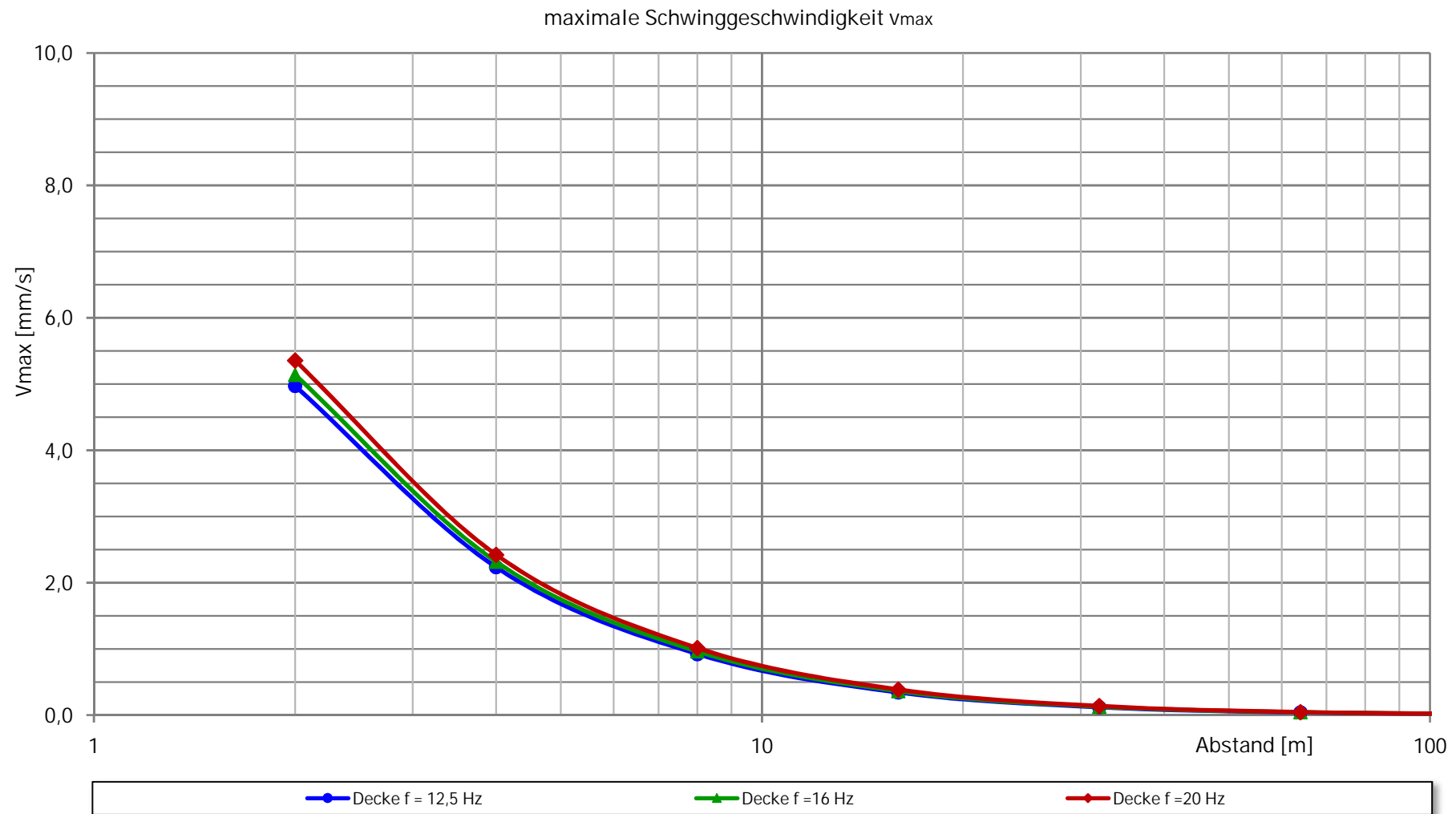
Stahlbetondecken

Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrröhre)



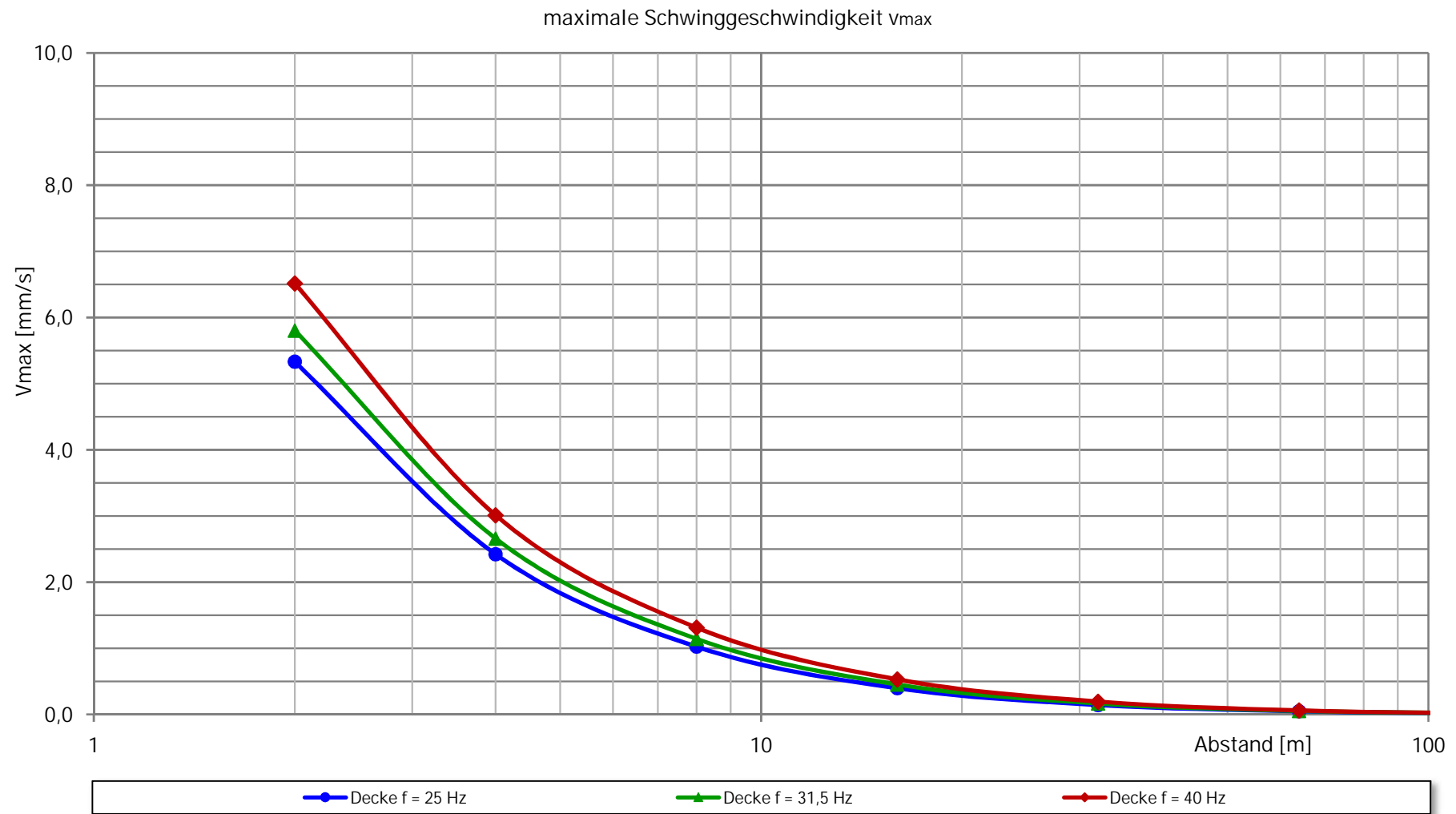
Maximale Schwinggeschwindigkeit
in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

Meißearbeiten



Maximale Schwinggeschwindigkeit
in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

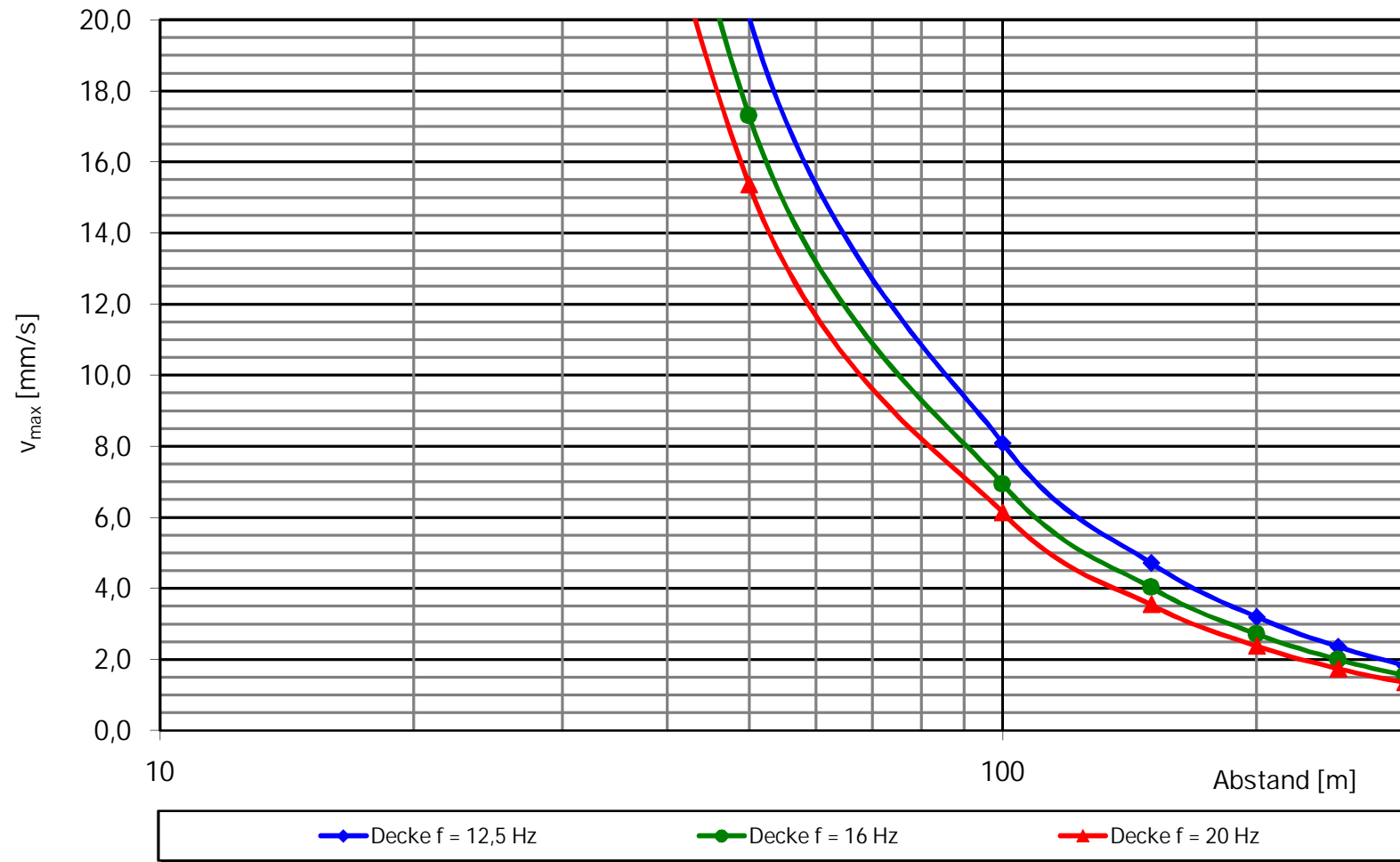
Meißelarbeiten



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten
durch Sprengvortrieb; Gebirgsklasse III-IV; Lademenge 4 kg / Zündstufe

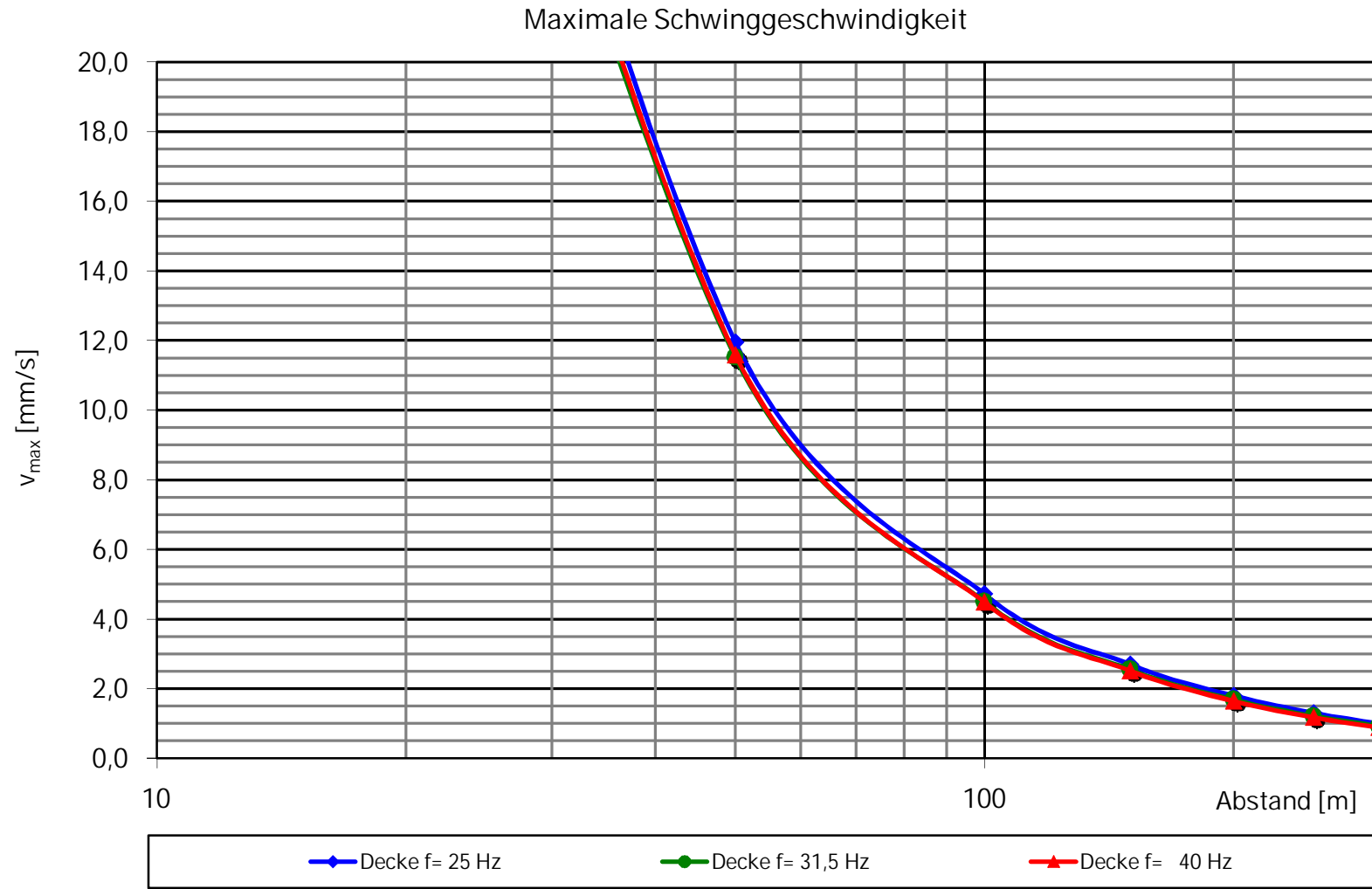
Holzbalkendecken

Maximale Schwinggeschwindigkeit



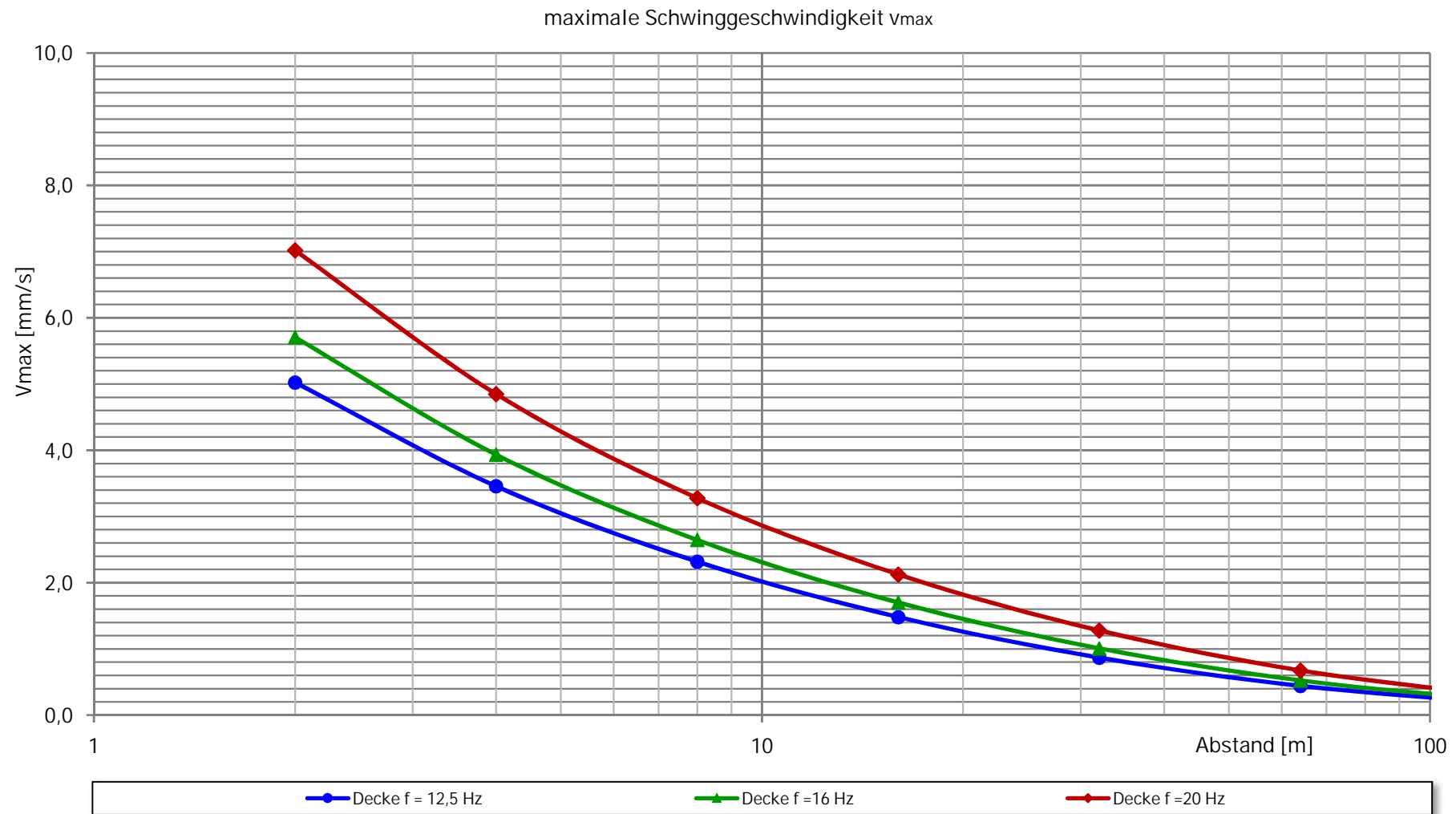
$KB_{F_{max}}$ in typischen Geschossbauten
durch Sprengvortrieb; Gebirgsklasse III-IV; Lademenge 4 kg / Zündstufe

Stahlbetondecken



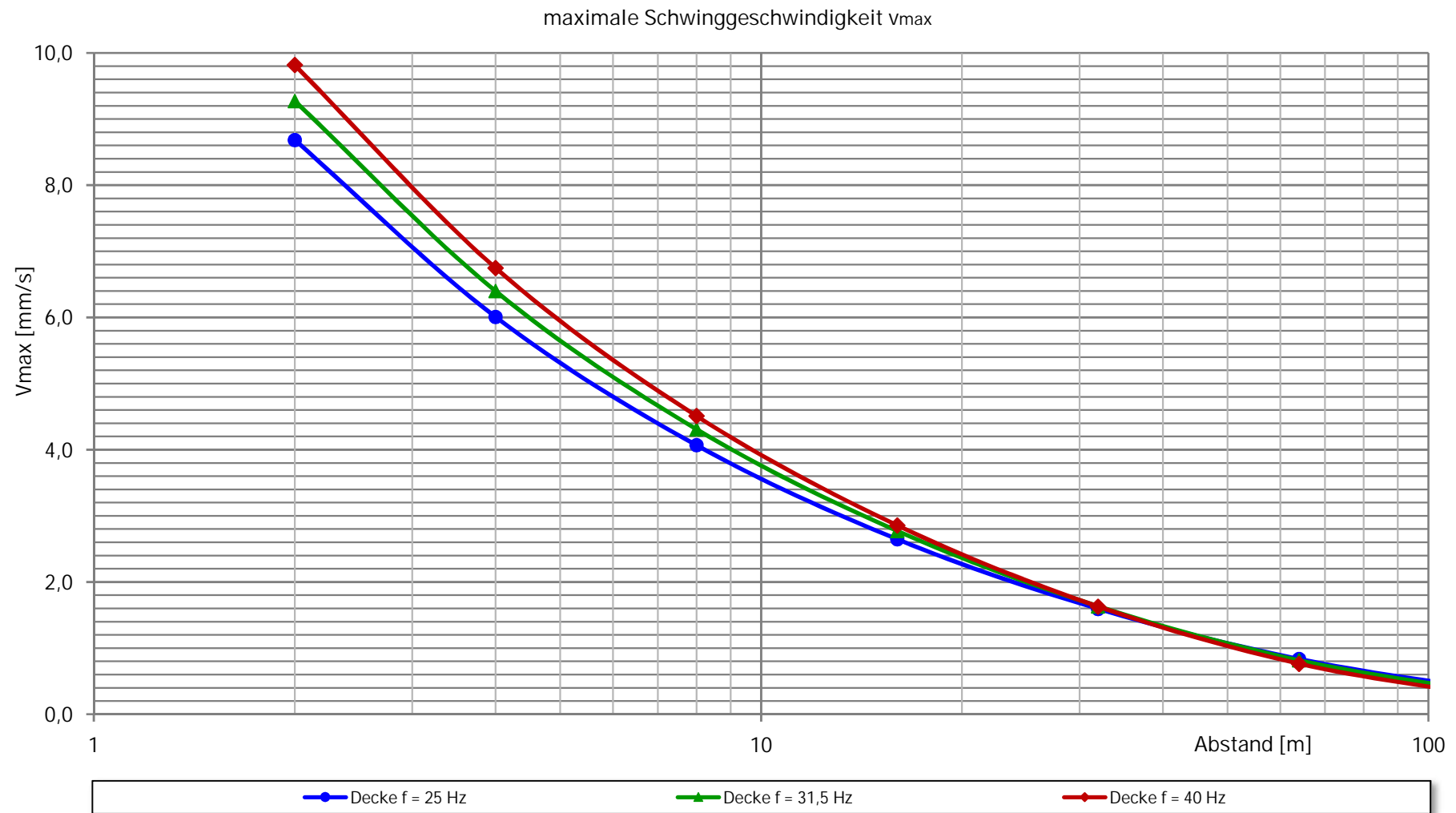
Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

Vibrationswalze



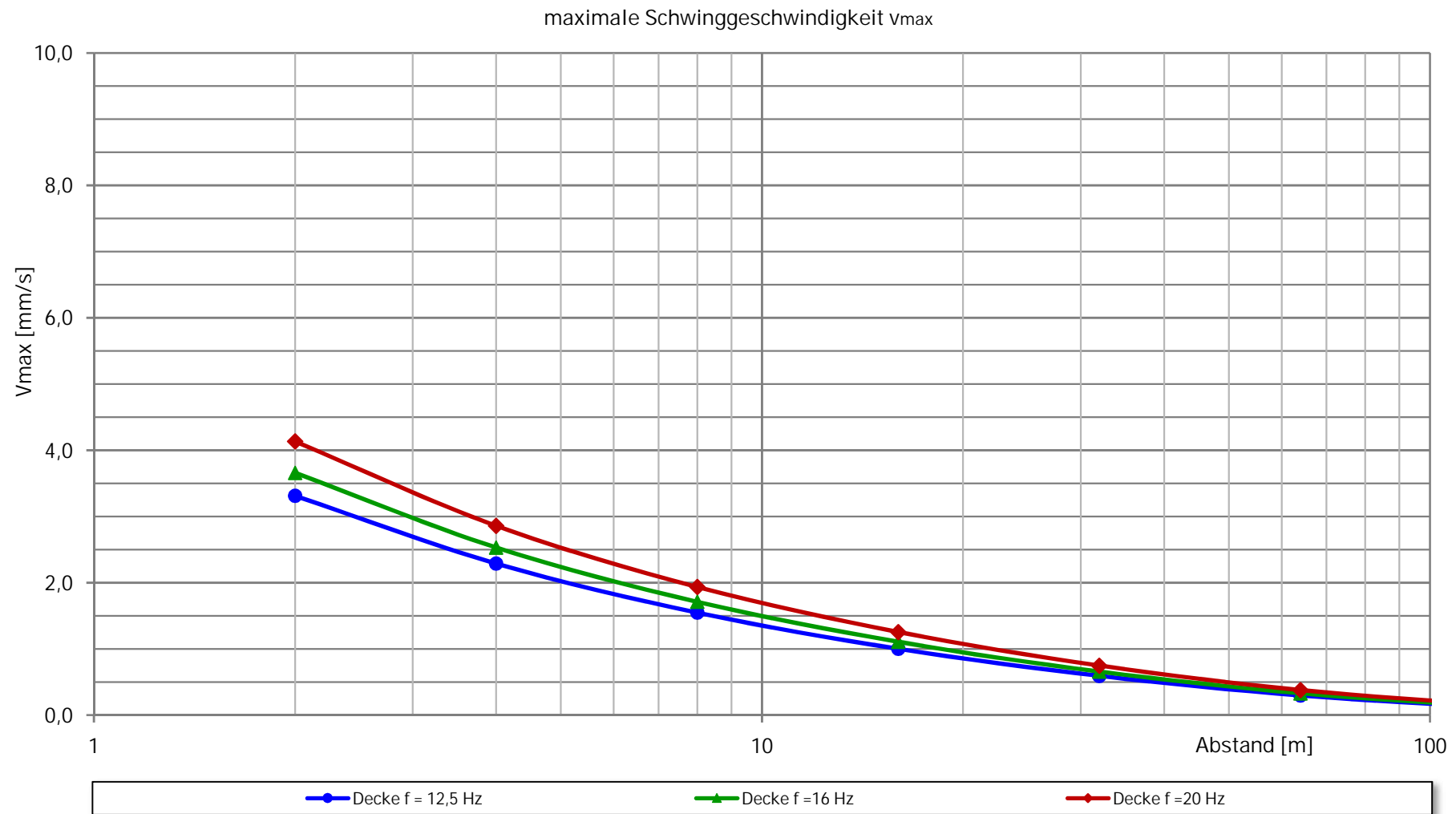
Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

Vibrationswalze



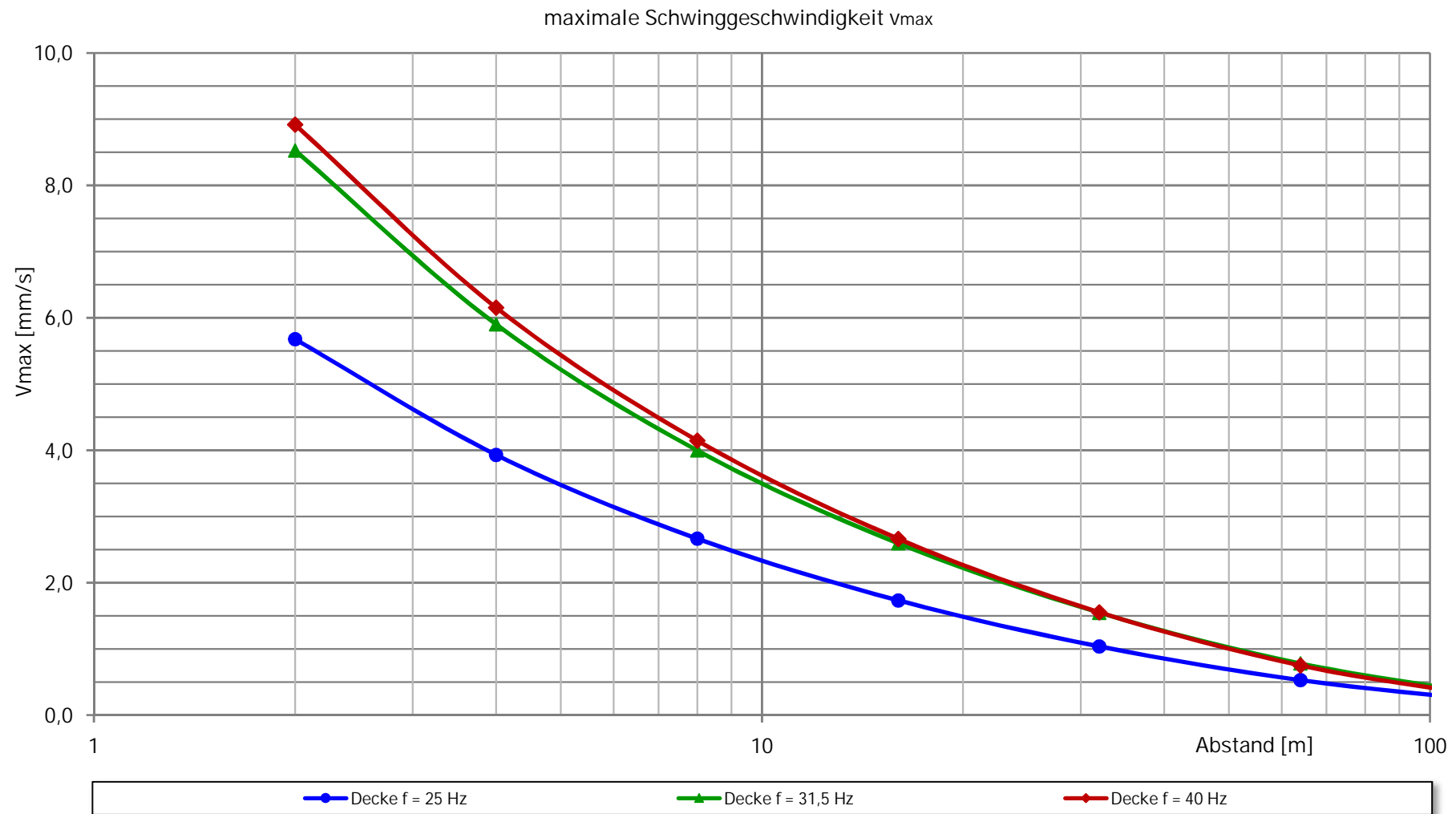
Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)



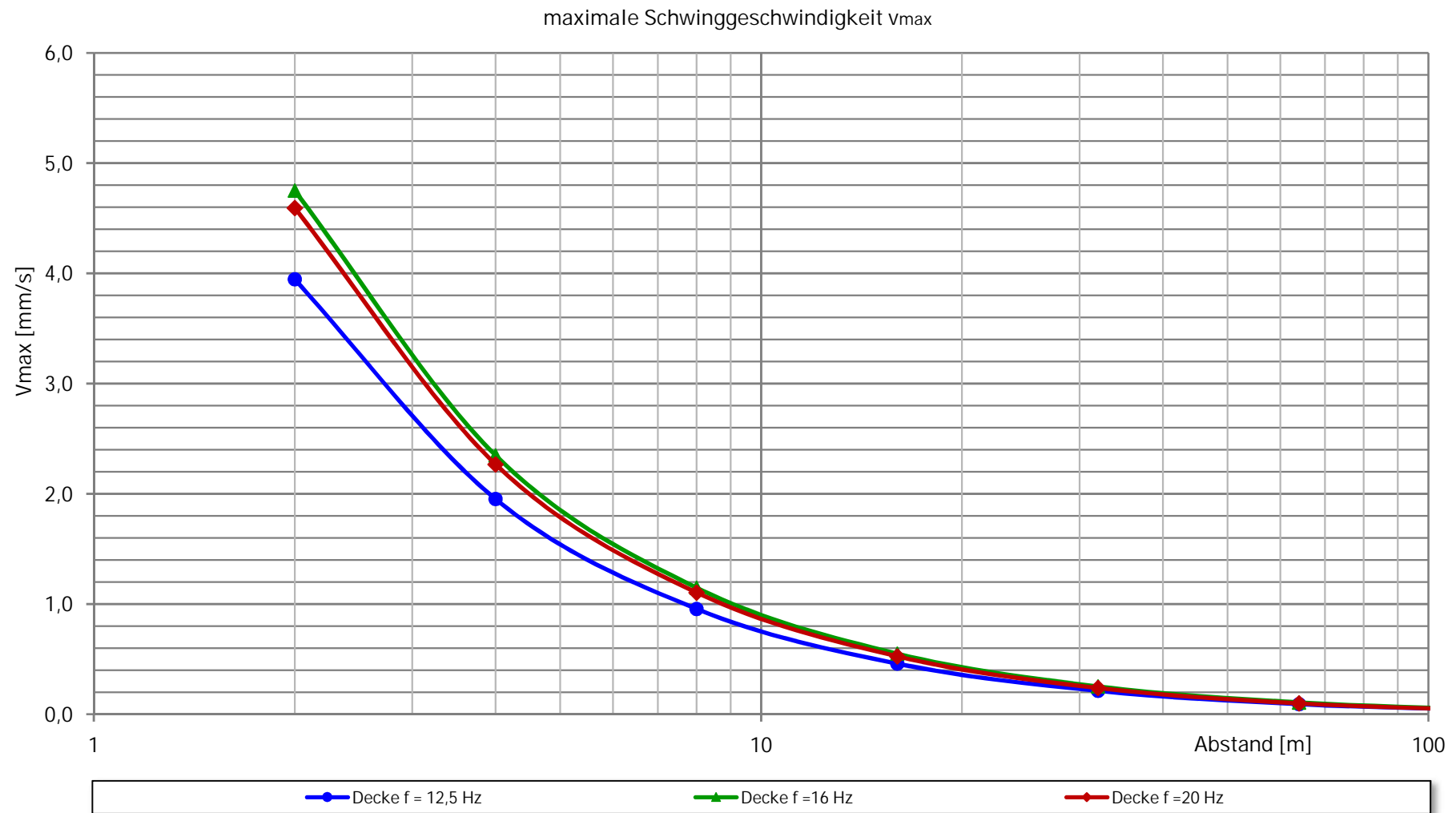
Maximale Schwinggeschwindigkeit
in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)



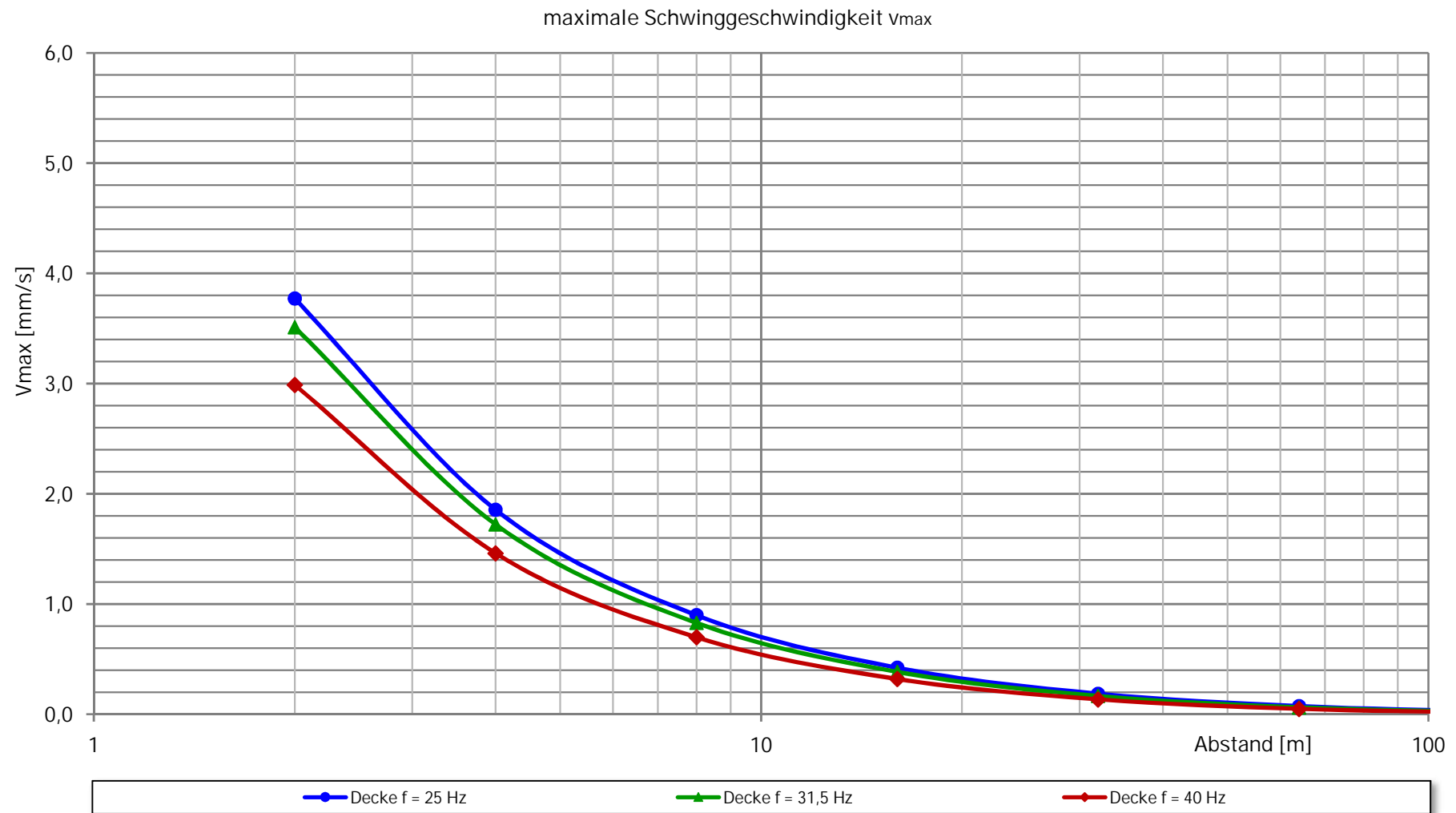
Maximale Schwinggeschwindigkeit in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

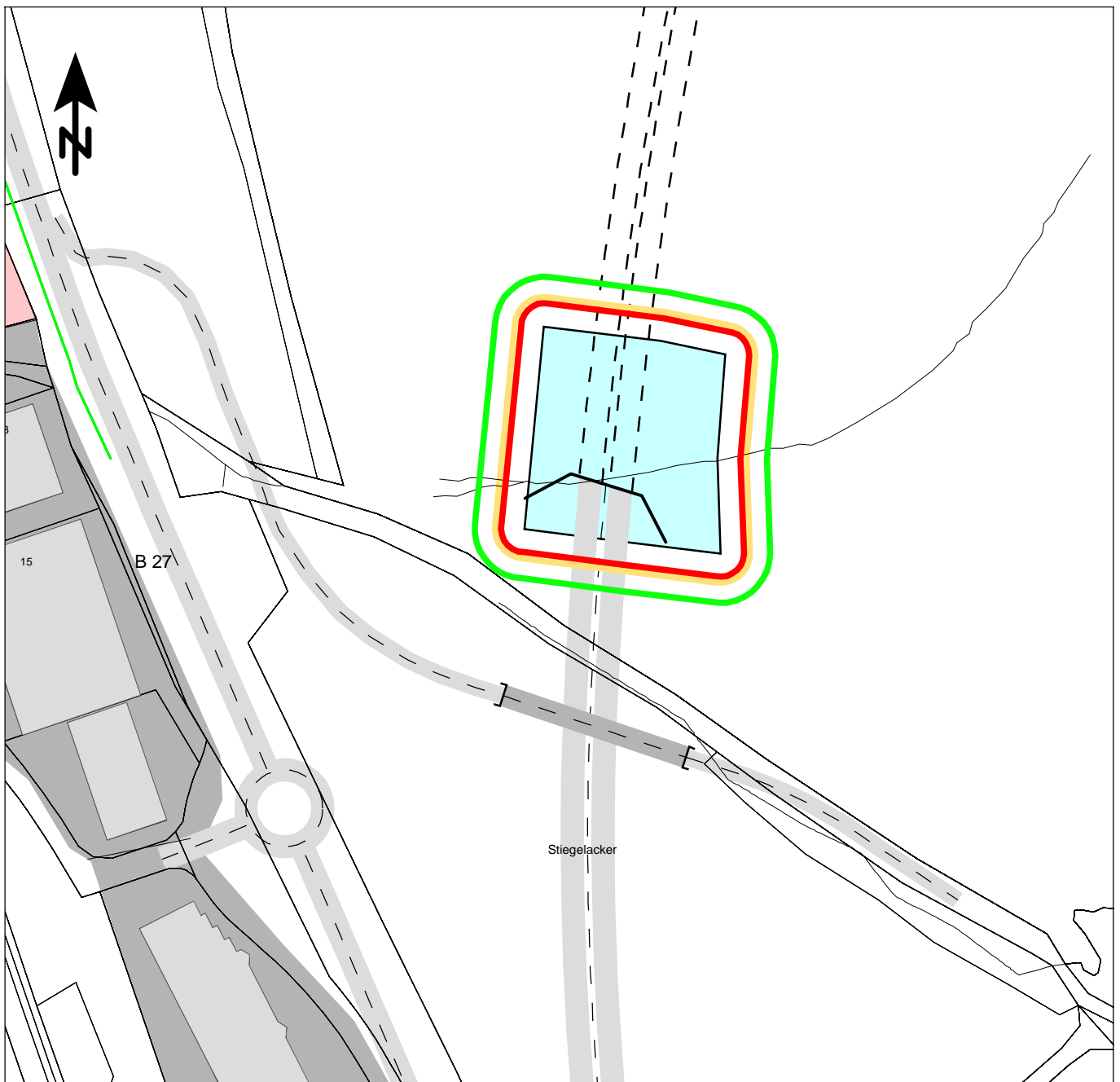
Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrröhre)



Maximale Schwinggeschwindigkeit
in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrröhre)





Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Meißelarbeiten



KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

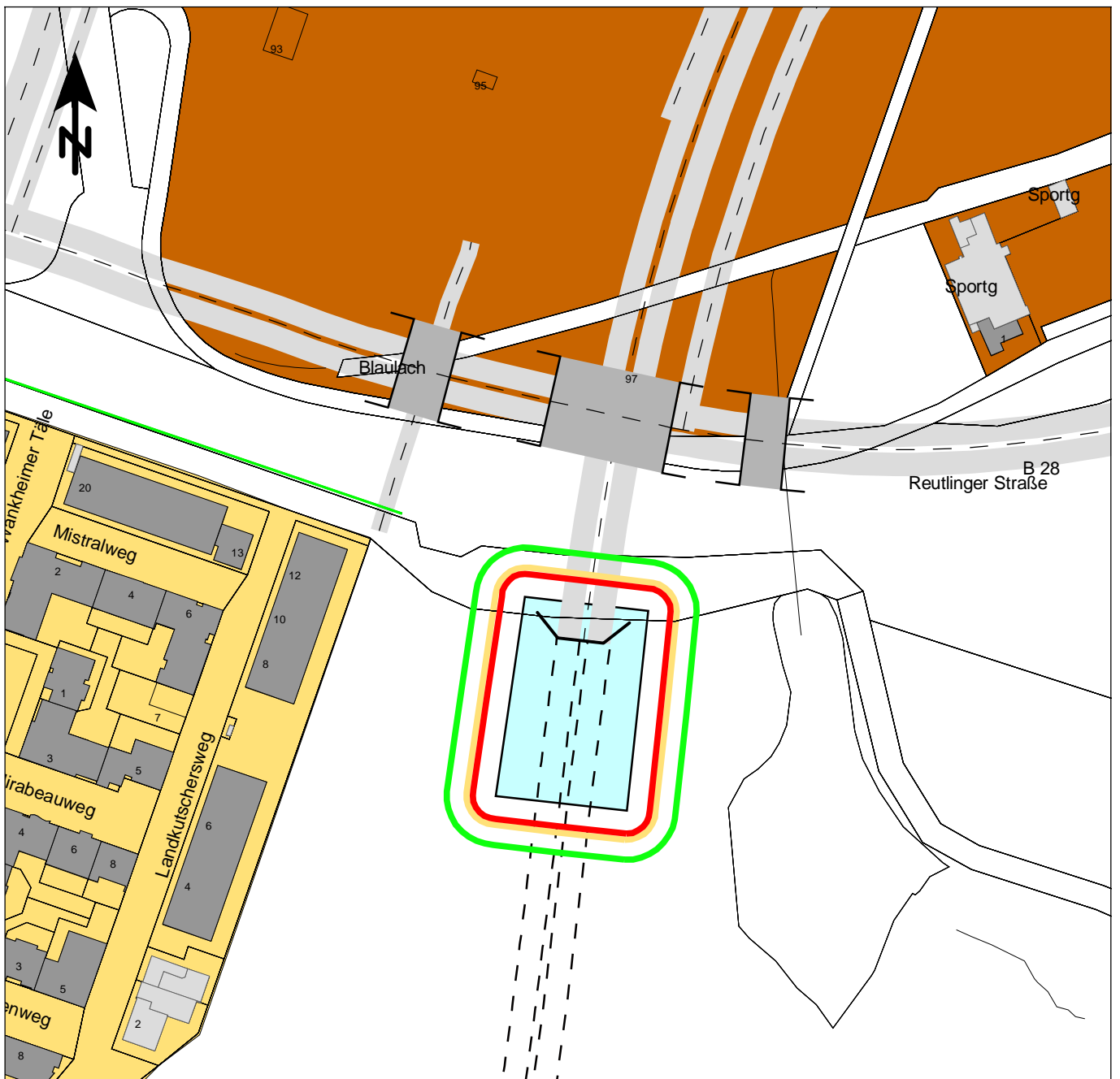
RP Tübingen - Planung

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Meißeln
Tunnelportal Süd

ANHANG 5.1.01



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Meißelarbeiten

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

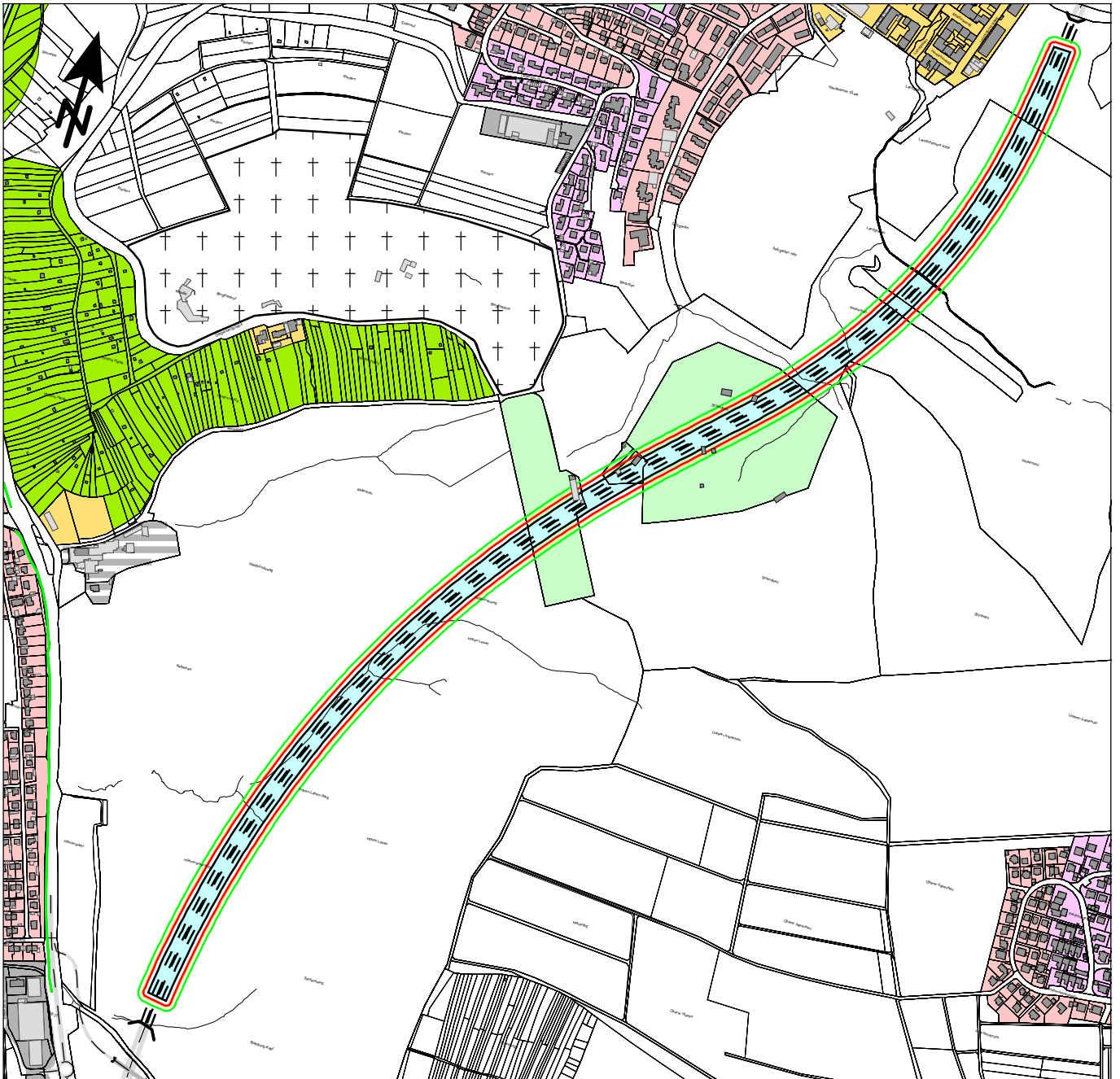
RP Tübingen - Planung

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Meißeln
Tunnelportal Nord

ANHANG 5.1.02



Maßstab 1:10000

0 50 100 200 300 400 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Meißelarbeiten



KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

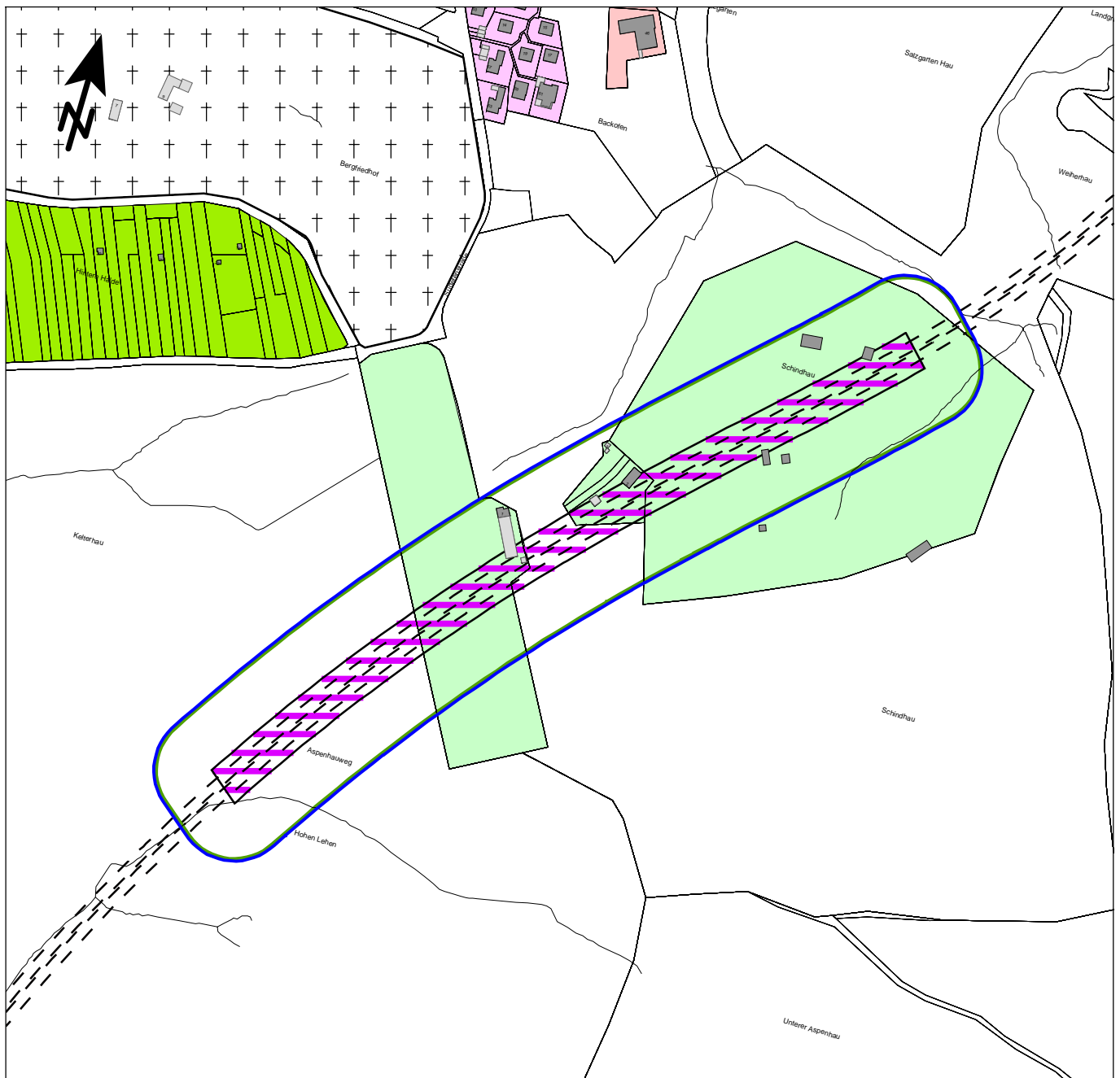
RP Tübingen - Planung

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Meißeln
Tunnel

ANHANG 5.1.03



Maßstab 1:5000



— Sprengung - Stahlbetondecken

— Sprengung - Holzbalkendecken

 Sprengungen



KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

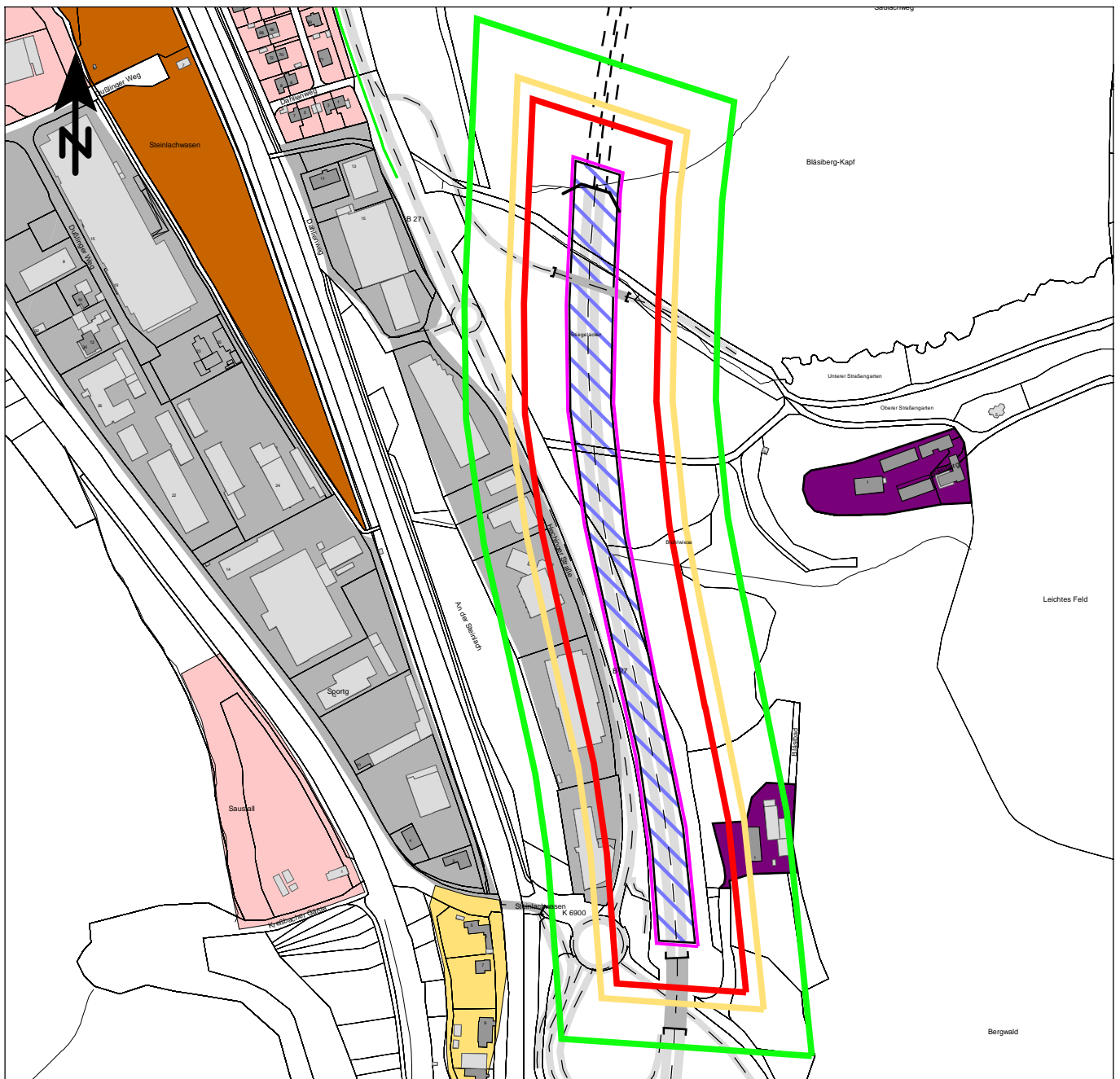
Überschreitungen der Anhaltswerte

obere Abschätzung - Stahlbetondecken

Bautätigkeit: Sprengen

Tunnel

ANHANG 5.2



Maßstab 1:5000

0 25 50 100 150 200
m

— Ao (WA/MI)

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

▨ Walzen

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasisstunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Walzen
B27 (Süd)

ANHANG 5.3.01



Maßstab 1:5000

0 25 50 100 150 200 m

— Ao (WA/MI)

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

▨ Walzen

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

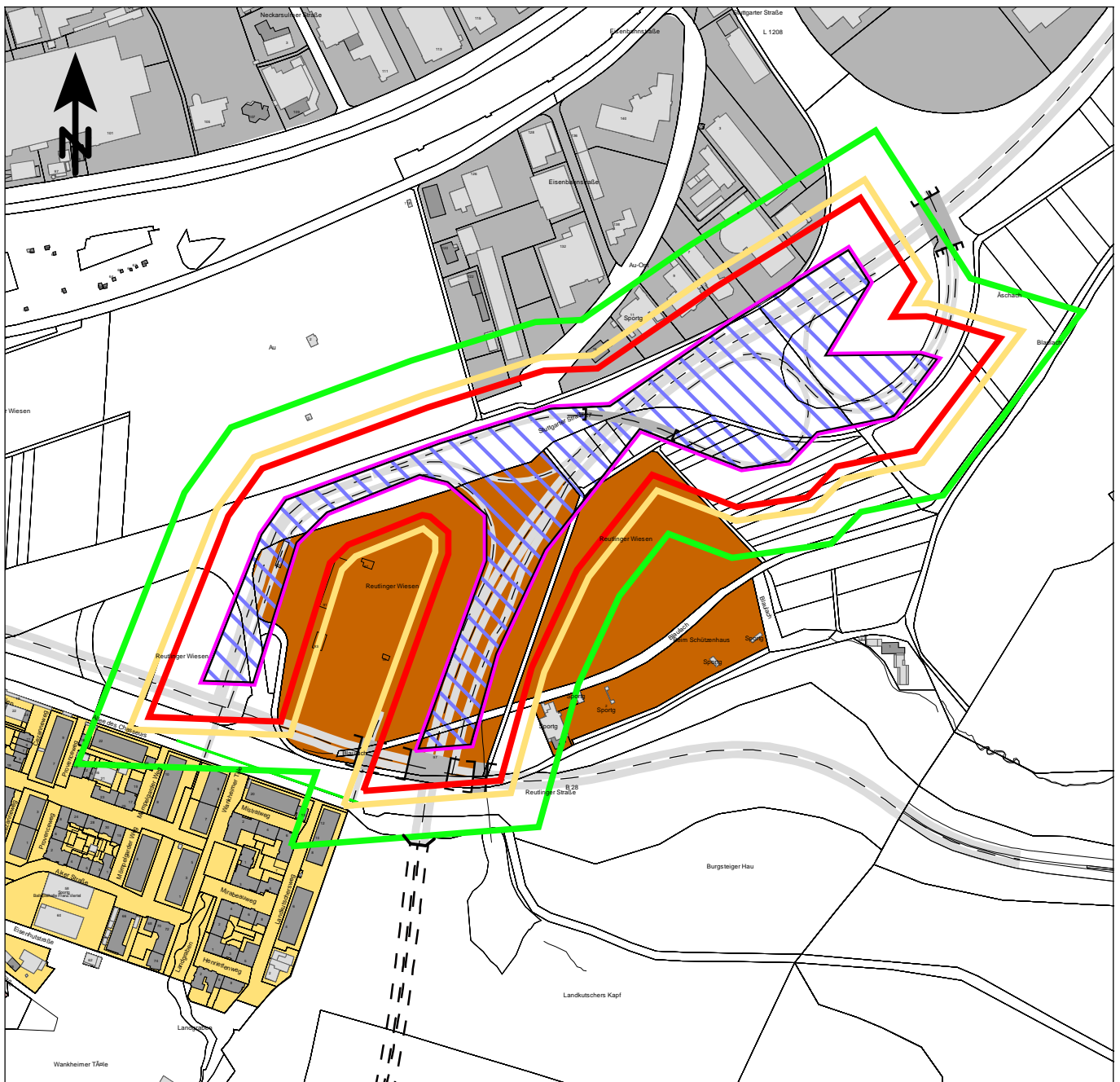
- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken

Bautätigkeit: Walzen

B27 (Nord)

ANHANG 5.3.02



Maßstab 1:6000

0 30 60 120 180 240
m

— Ao (WA/MI)

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

▨ Walzen

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

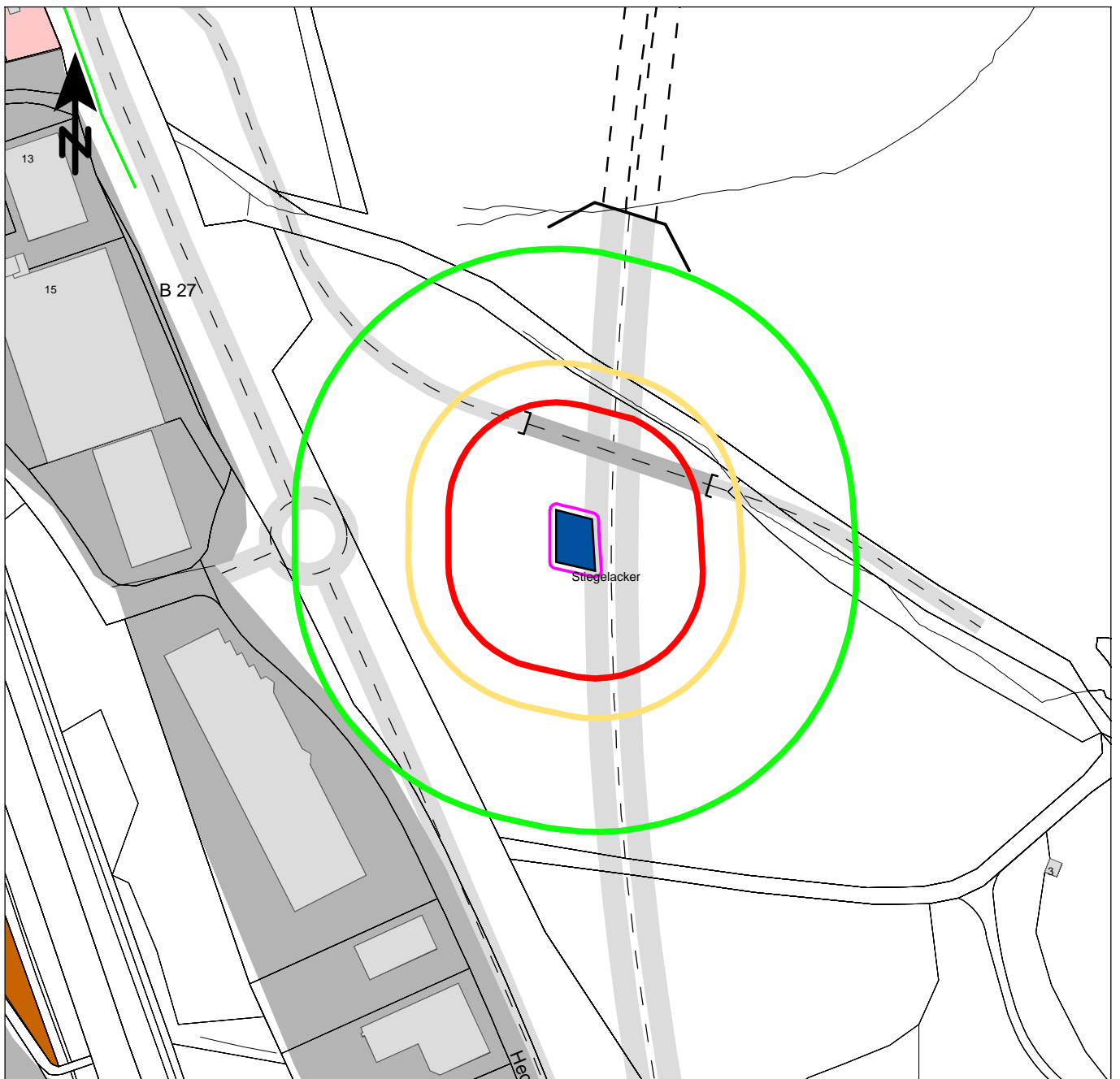
- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken

Bautätigkeit: Walzen

Anschlussstellen (Nord)

ANHANG 5.3.04



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Ao (WA/MI)

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

■ Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

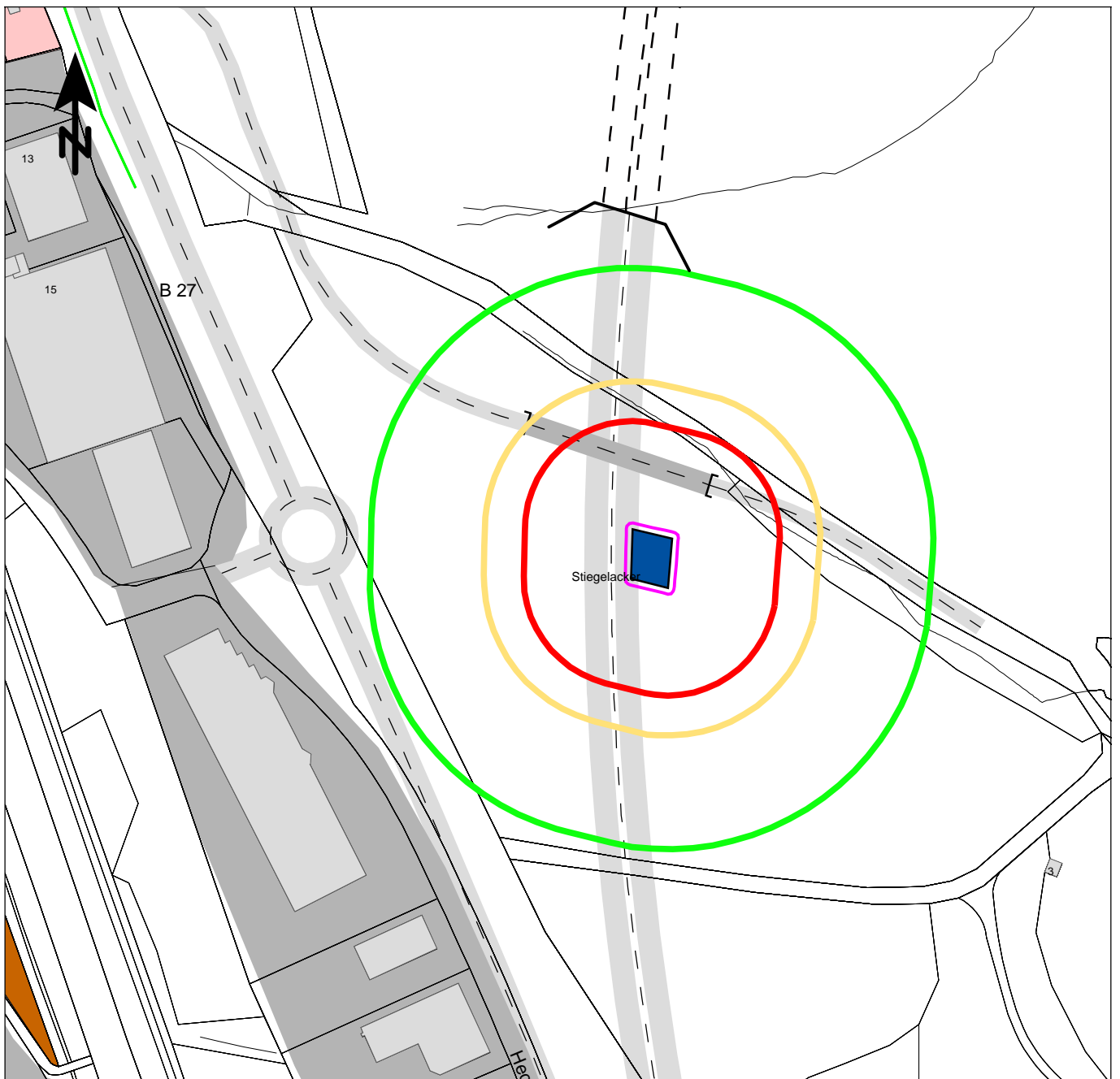
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 01

ANHANG 5.4.01



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Ao (WA/MI)

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

■ Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

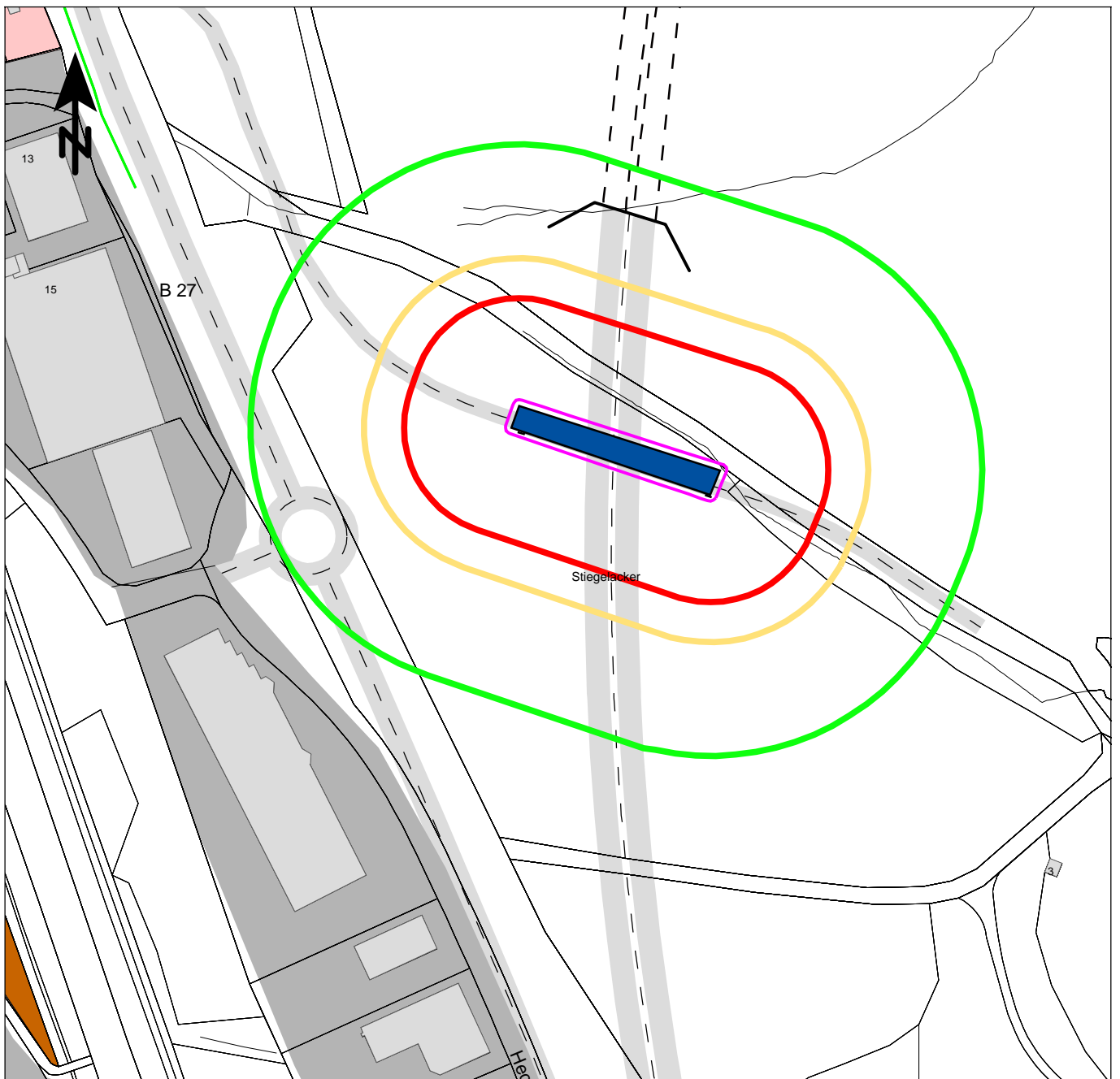
- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken

Bautätigkeit: Rammen

BW 02

ANHANG 5.4.02



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Ao (WA/MI)

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

■ Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

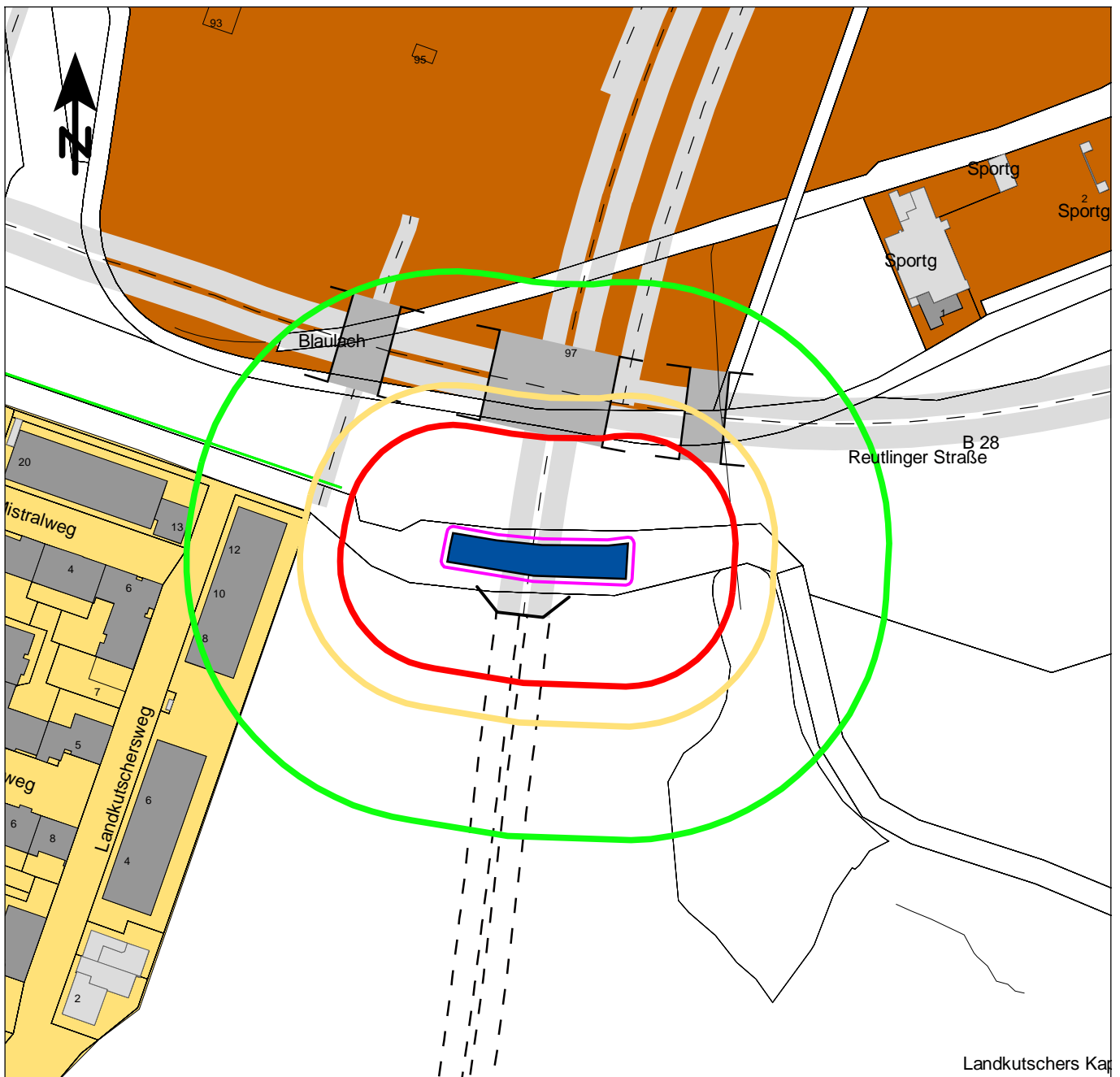
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 03

ANHANG 5.4.03



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Ao (WA/MI)
- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

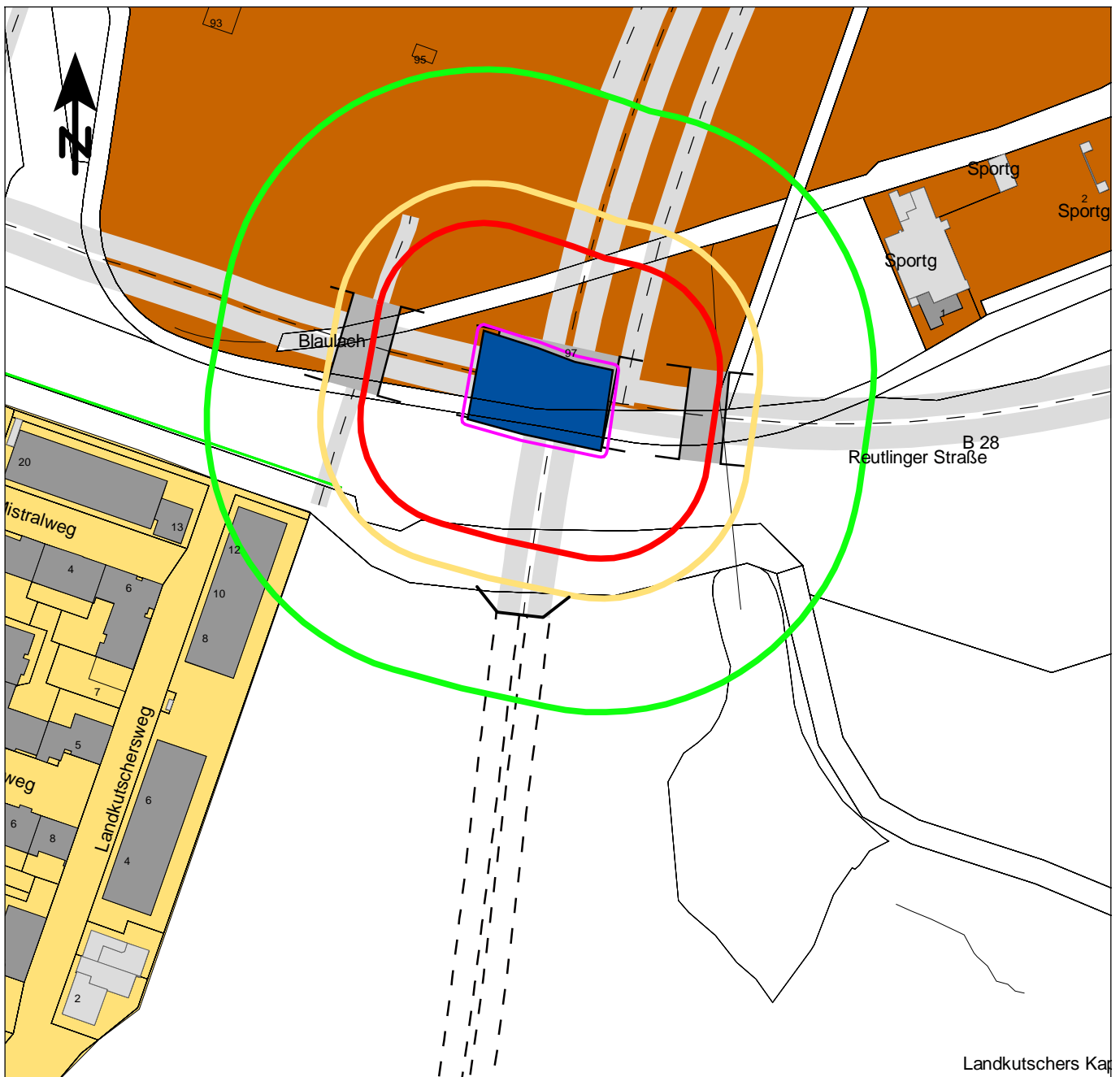
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 05

ANHANG 5.4.04



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Ao (WA/MI)
- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Bauwerk

KREBS+KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

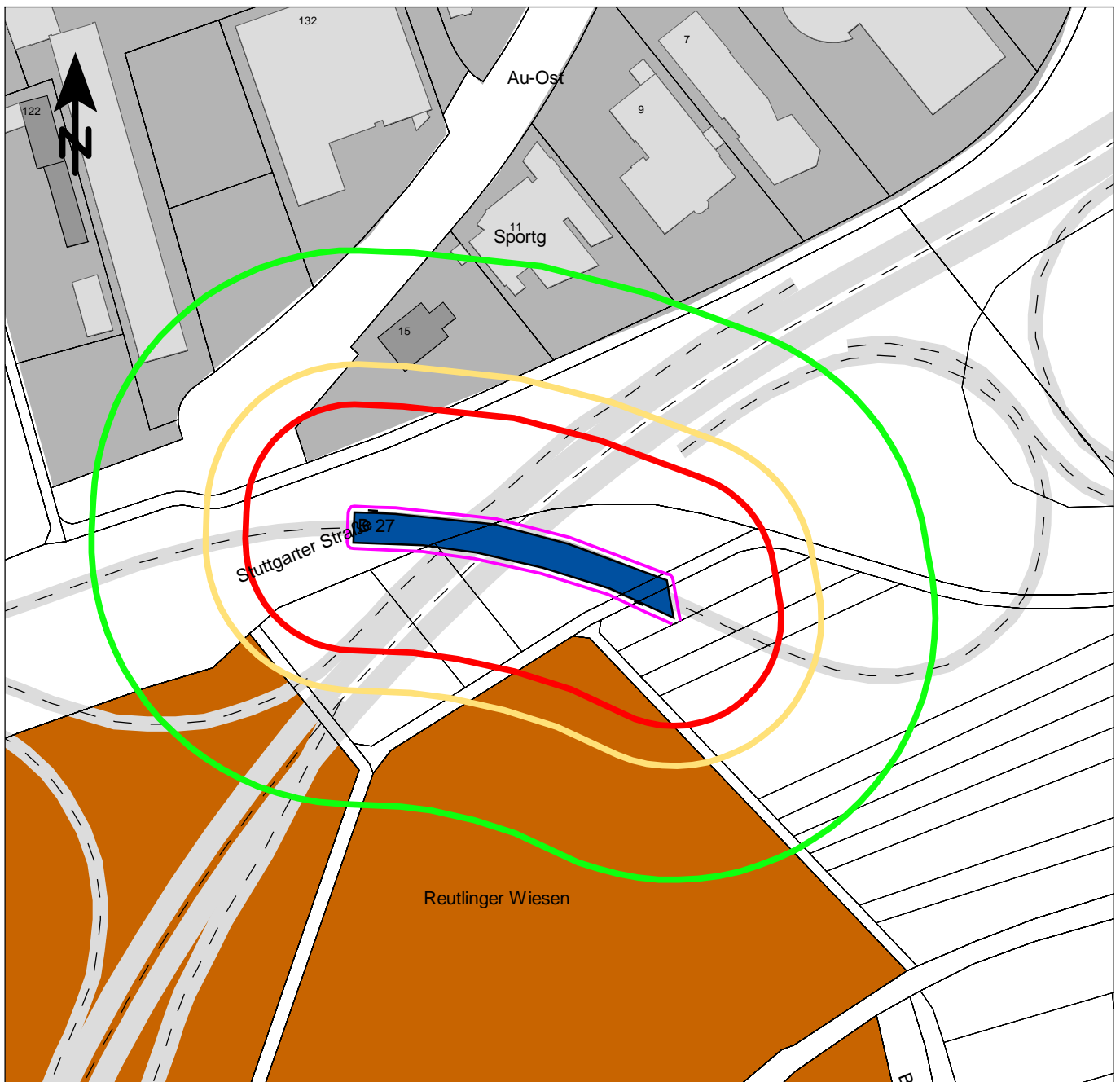
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 06

ANHANG 5.4.05



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Ao (WA/MI)
- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Bauwerk



KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

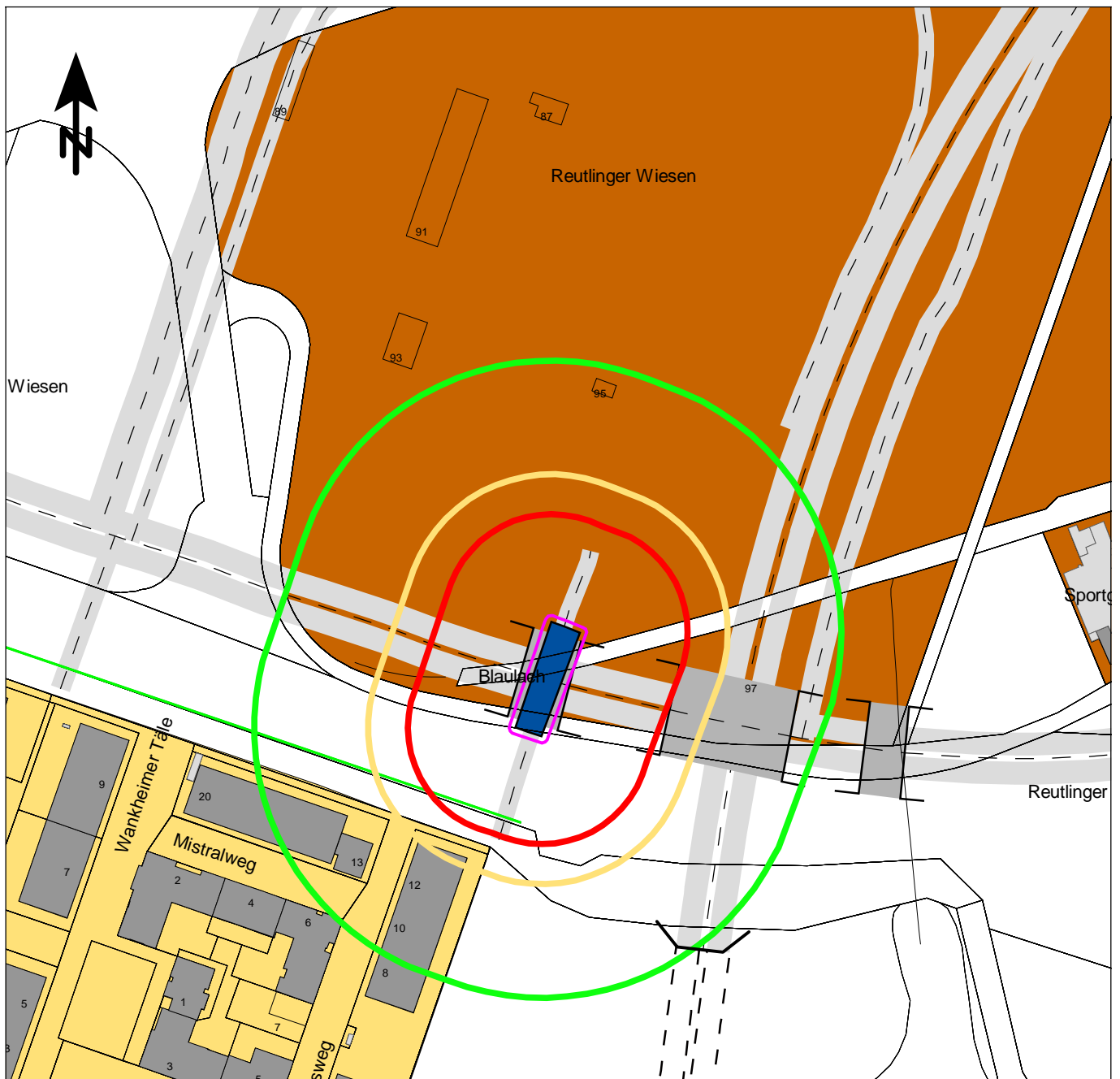
RP Tübingen - Planung

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 07

ANHANG 5.4.06



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Ao (WA/MI)

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

■ Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

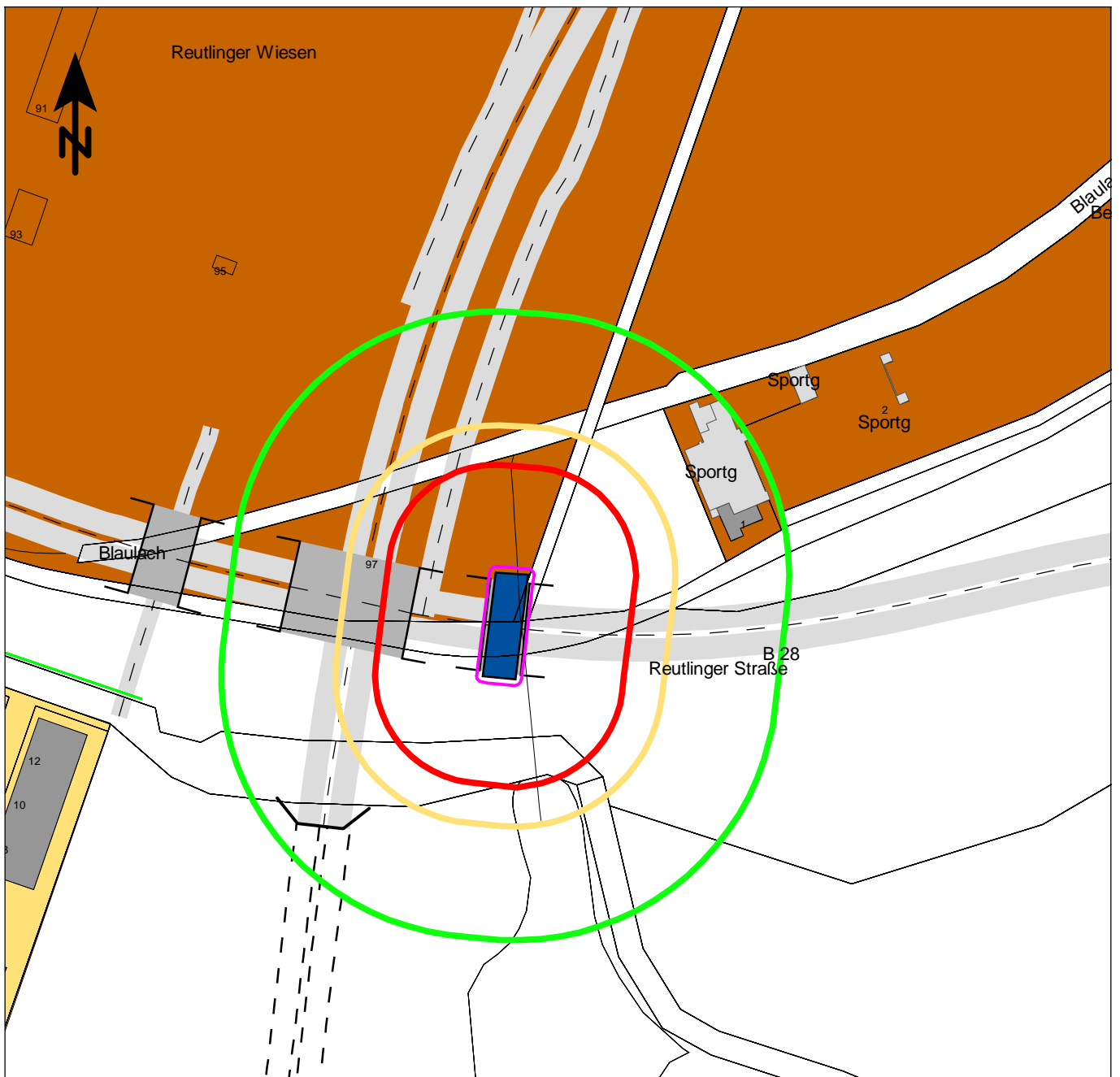
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 08

ANHANG 5.4.07



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Ao (WA/MI)

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

■ Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

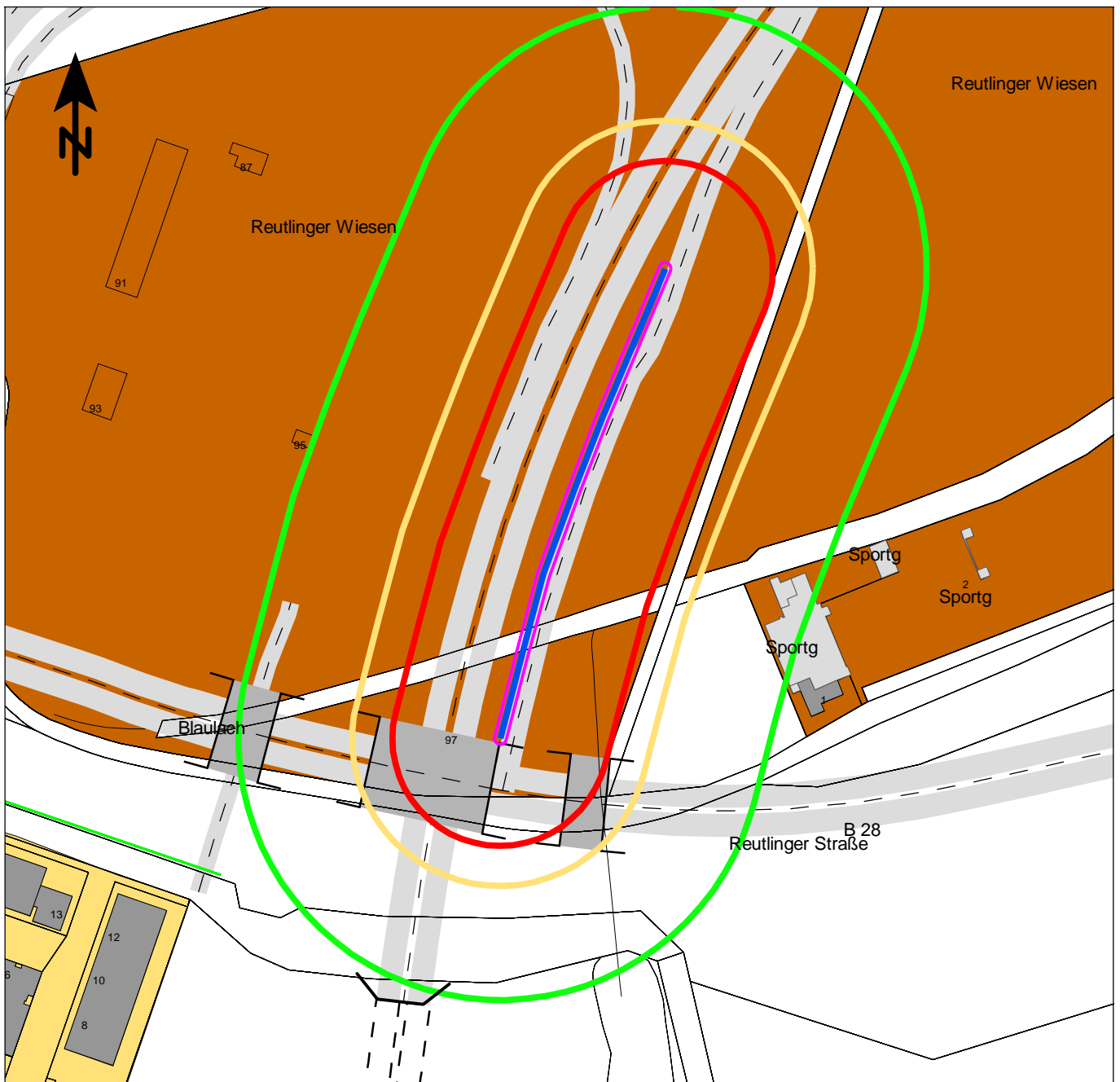
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 09

ANHANG 5.4.08



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Ao (WA/MI)
- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Stützwand

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

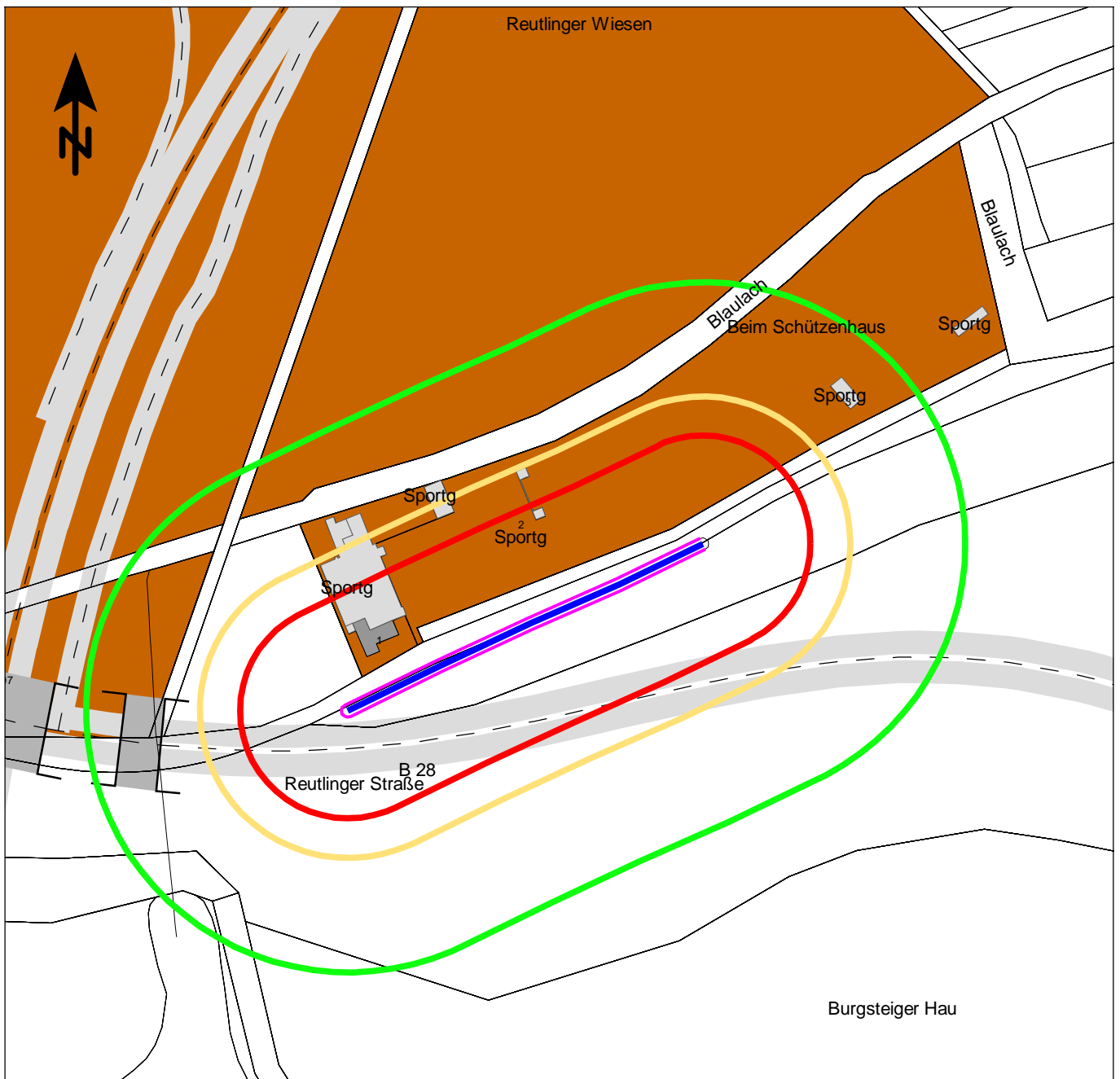
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 10

ANHANG 5.4.09



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Ao (WA/MI)
- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Stützwand

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

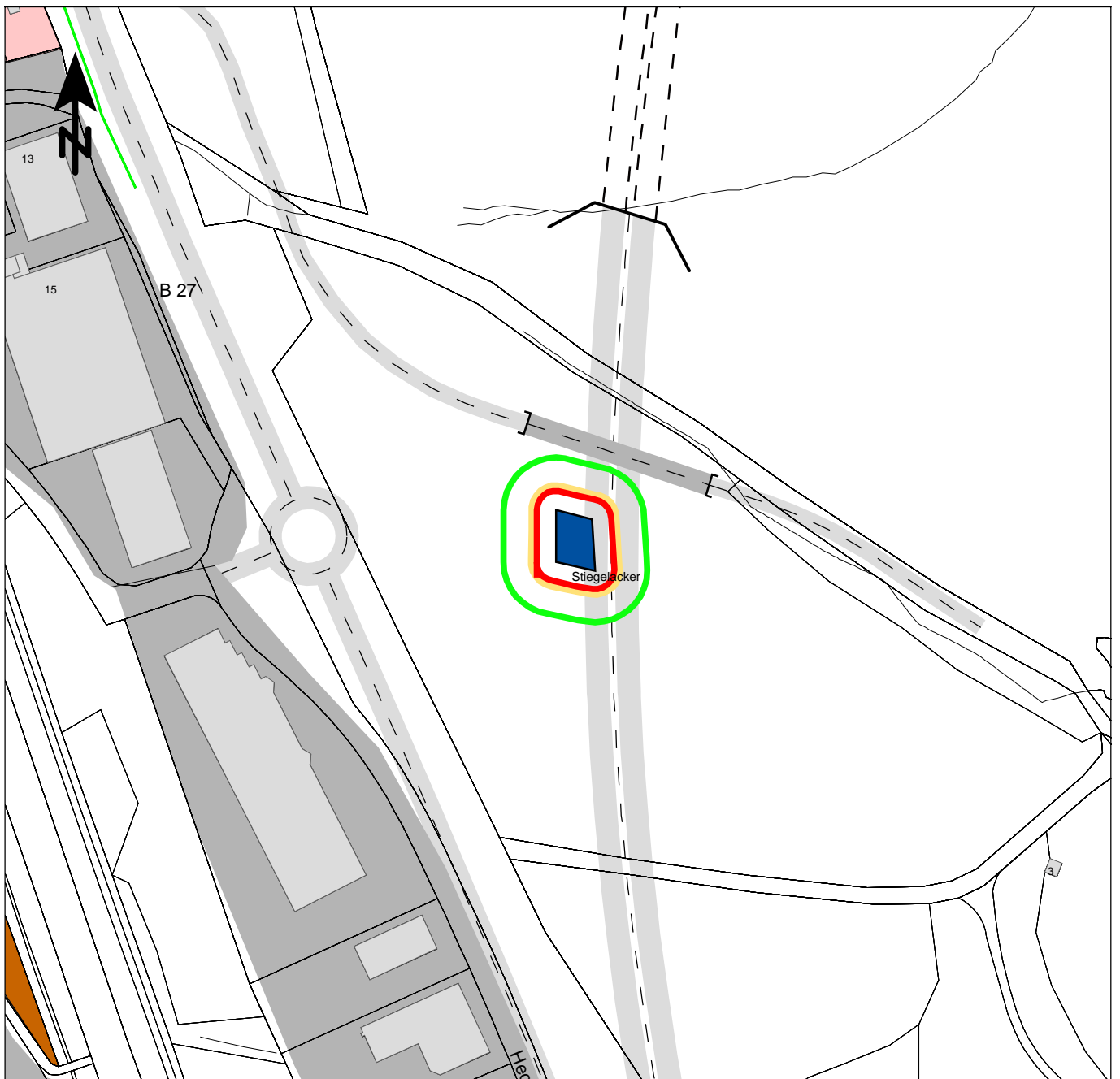
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 11

ANHANG 5.4.10



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Bauwerk



KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

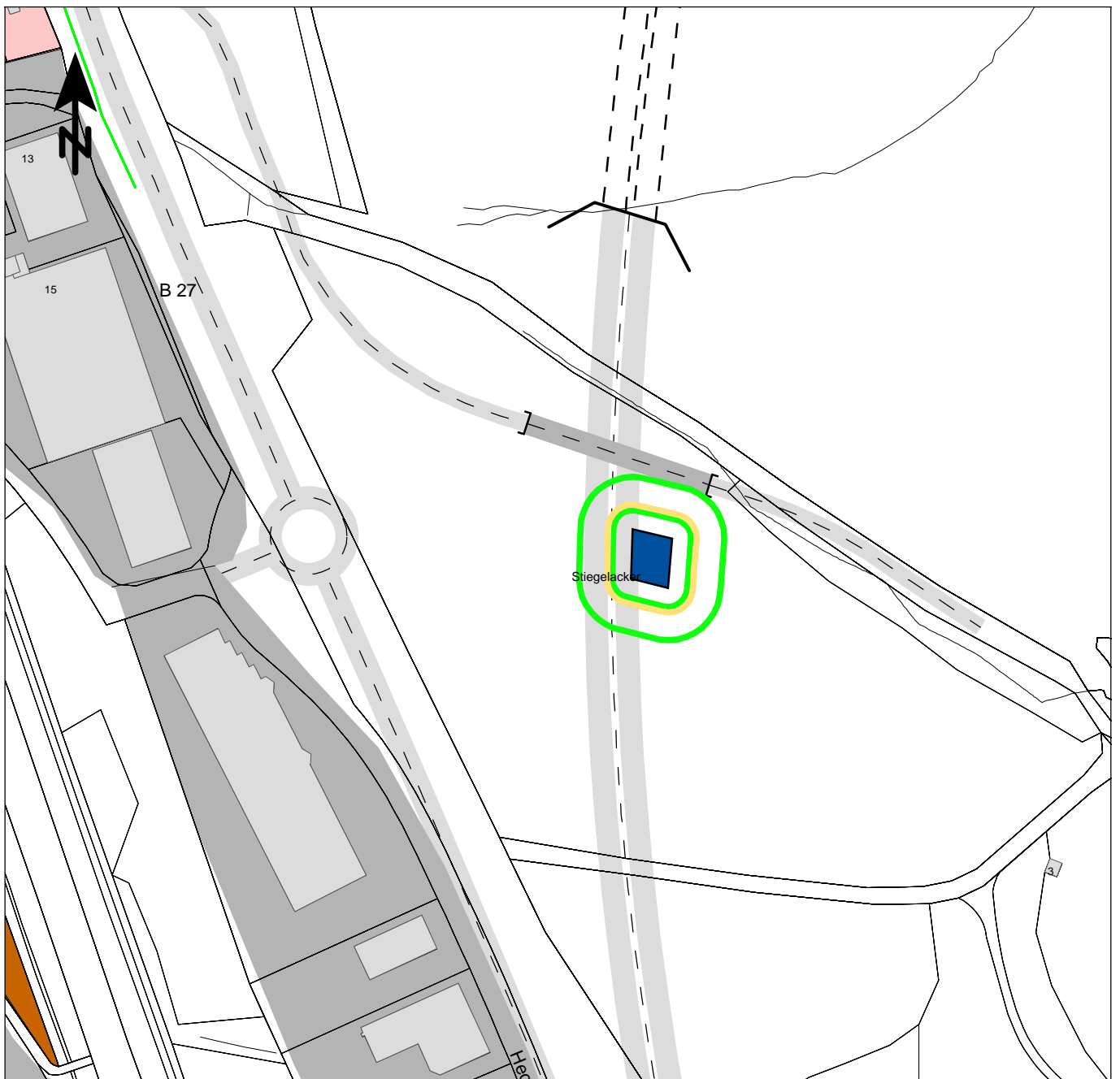
RP Tübingen - Planung

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
BW 01

ANHANG 5.5.01



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

■ Bauwerk

 **KREBS+KIEFER**
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

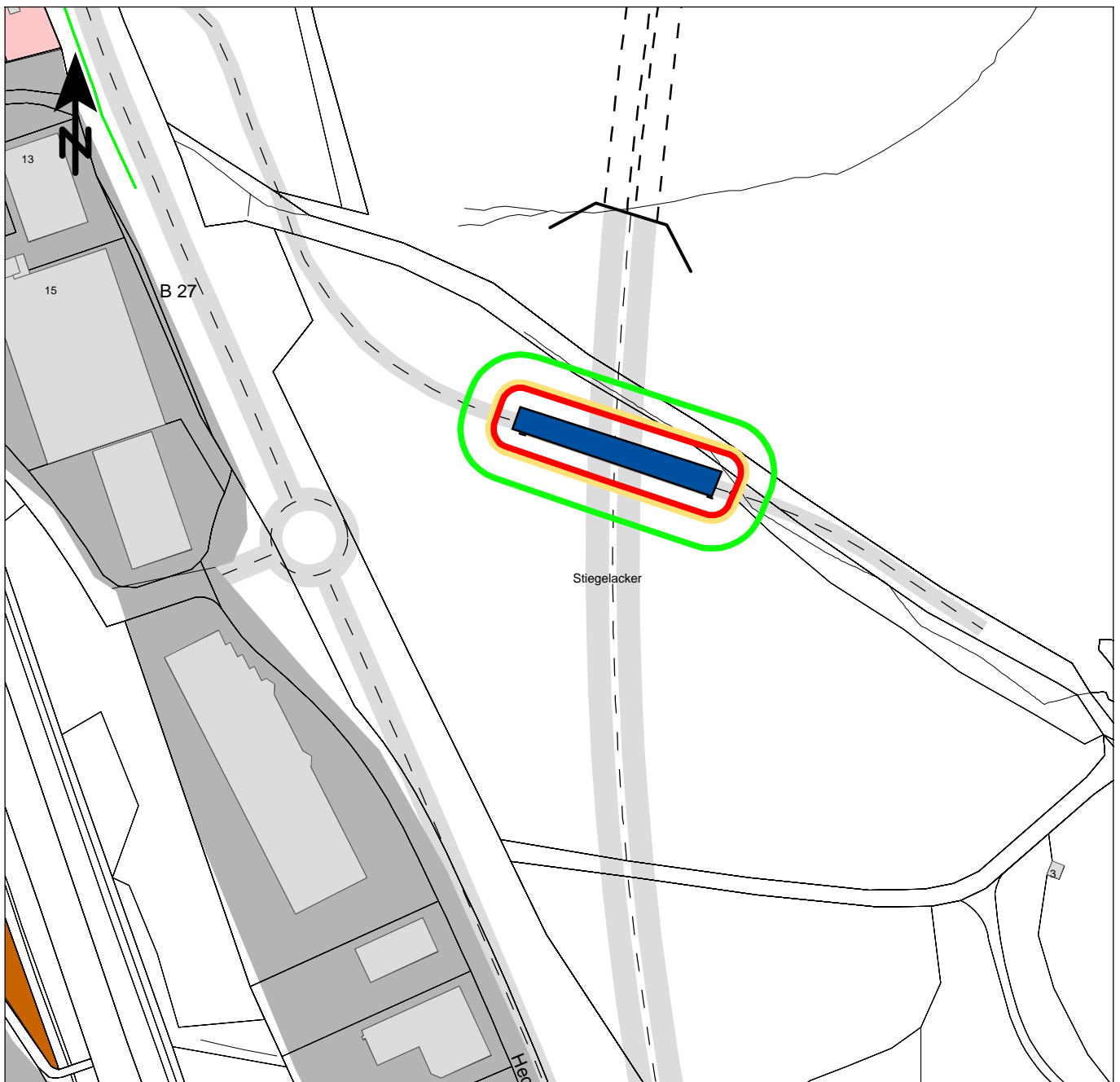
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Stahlbetondecken
Bautätigkeit: Rammen
BW 02

ANHANG 5.5.02



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

■ Bauwerk

 **KREBS+KIEFER**
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

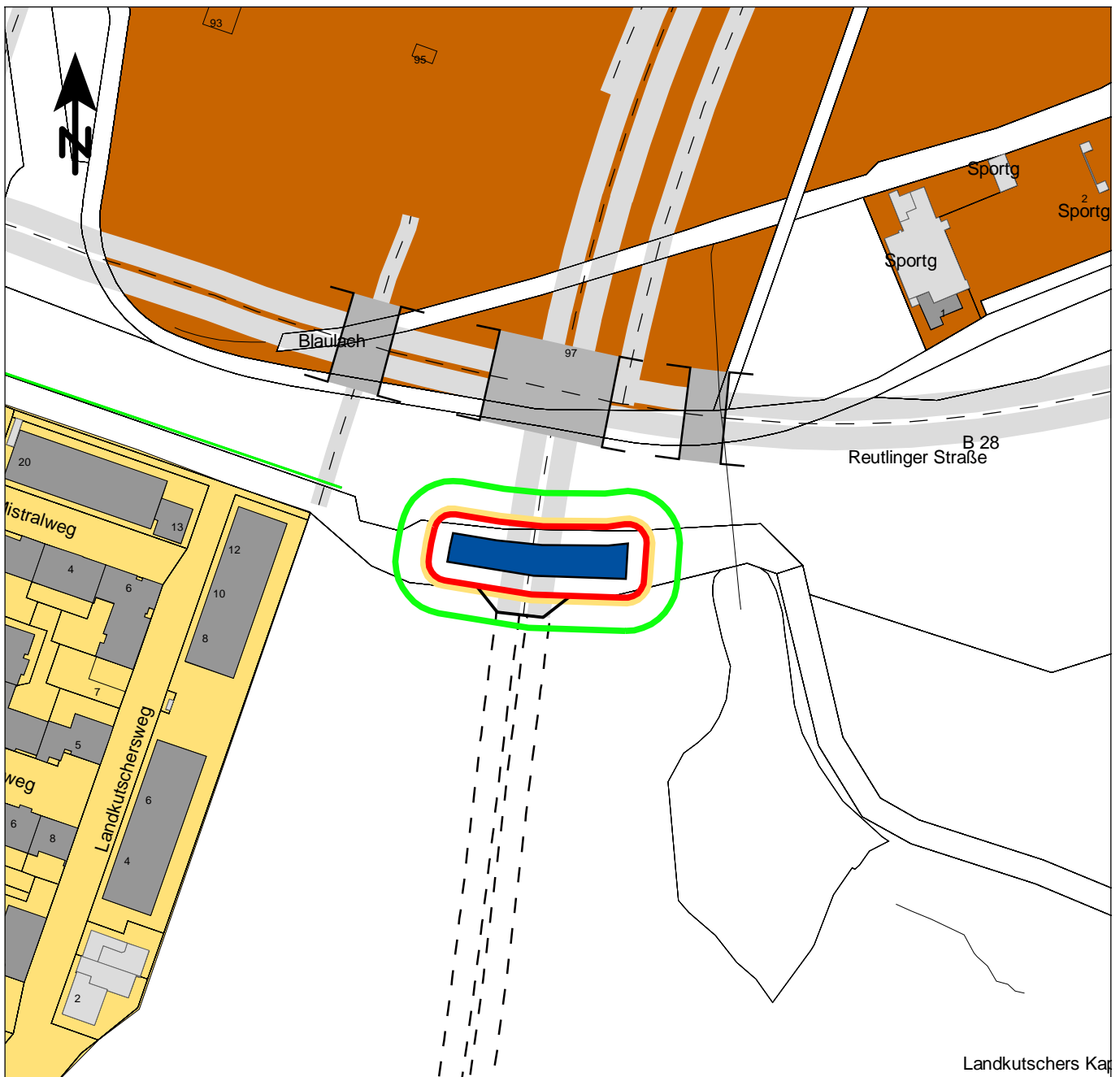
Überschreitungen der Anhaltswerte

obere Abschätzung - Holzbalkendecken

Bautätigkeit: Bohren

BW 03

ANHANG 5.5.03



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

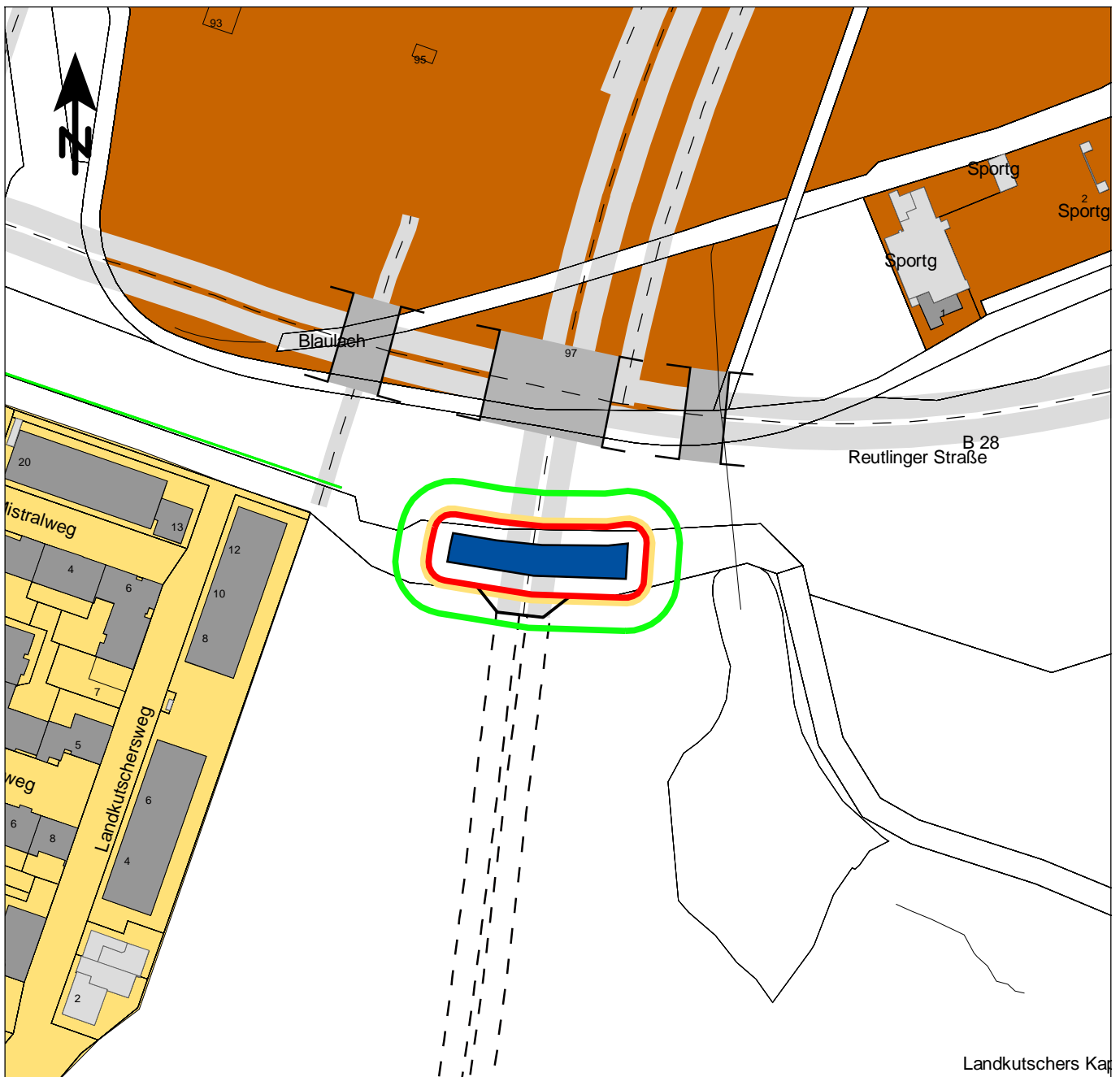
RP Tübingen - Planung

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
BW 05

ANHANG 5.5.04



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

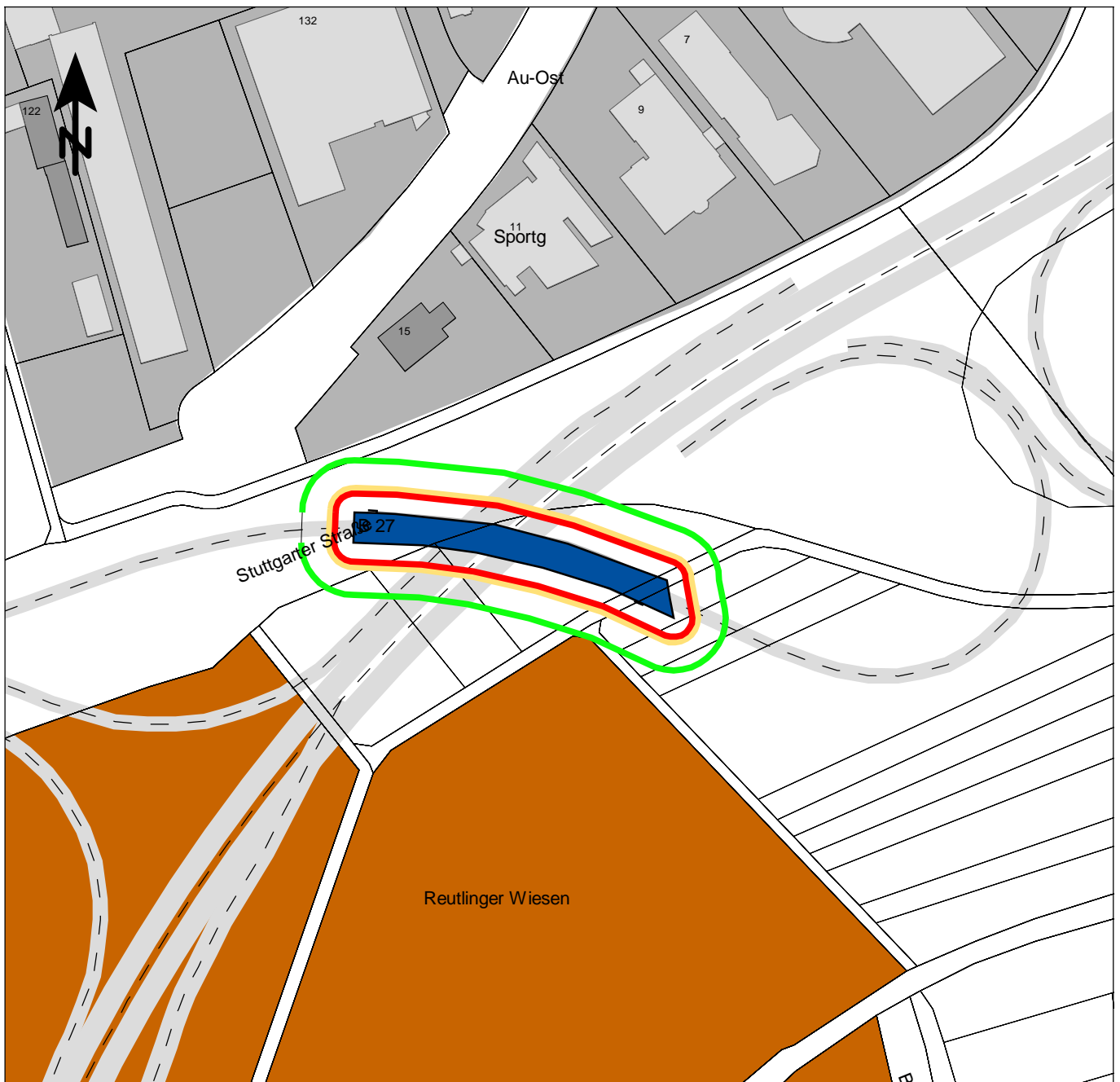
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
BW 06

ANHANG 5.5.05



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

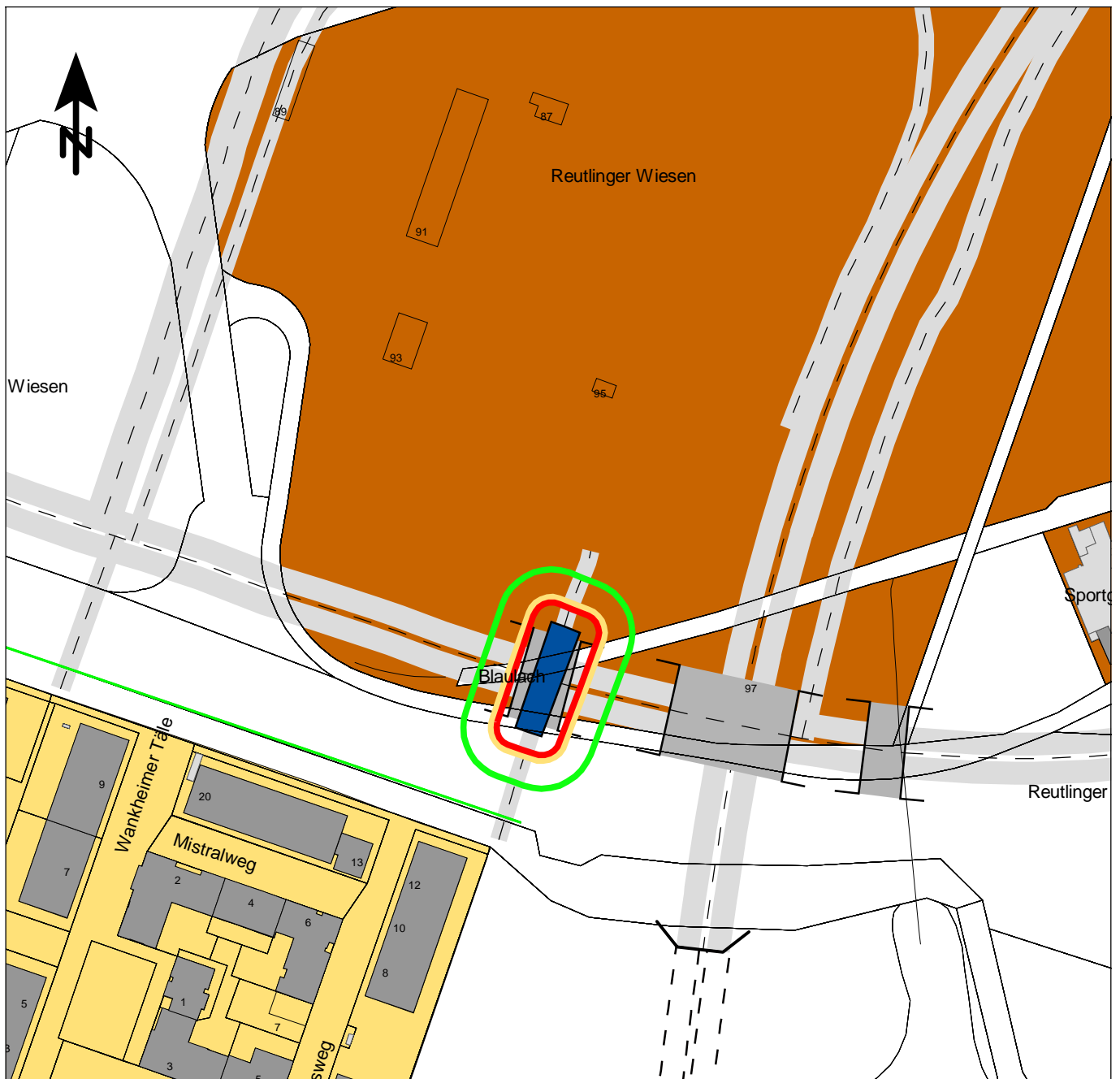
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
BW 07

ANHANG 5.5.06



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

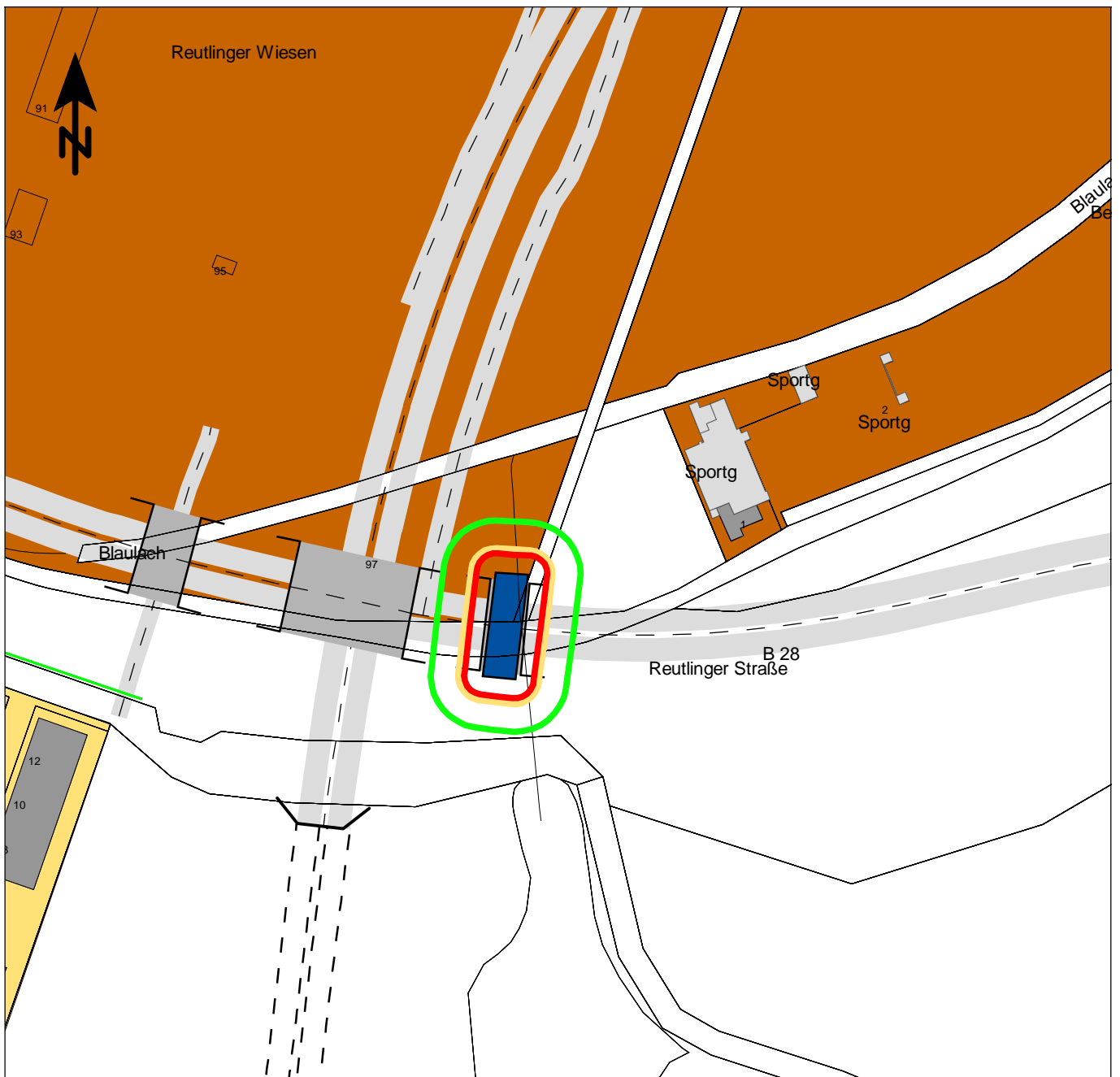
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
BW 08

ANHANG 5.5.07



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

■ Bauwerk

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

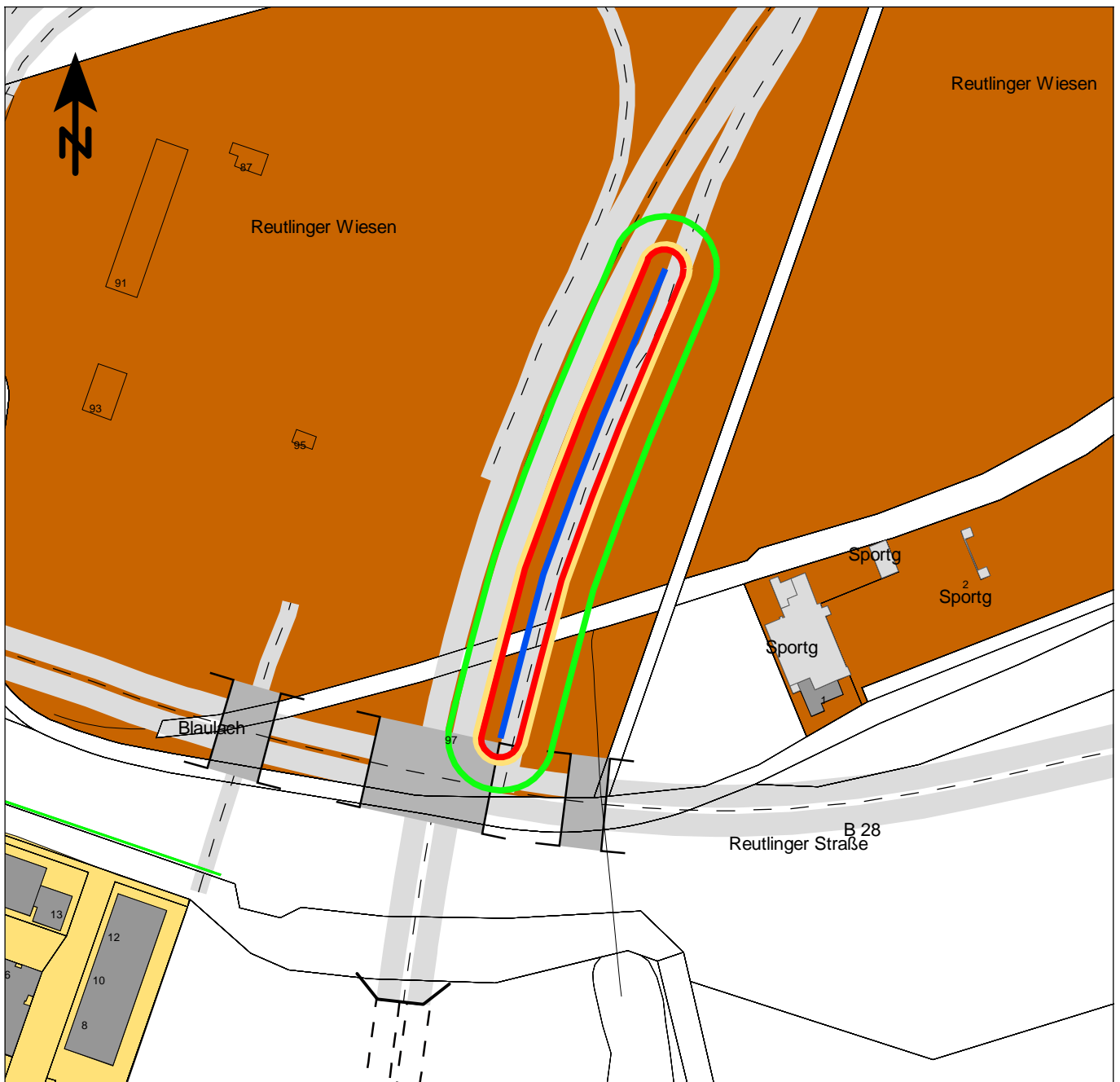
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
BW 09

ANHANG 5.5.08



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Stützwand

KREBS+KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

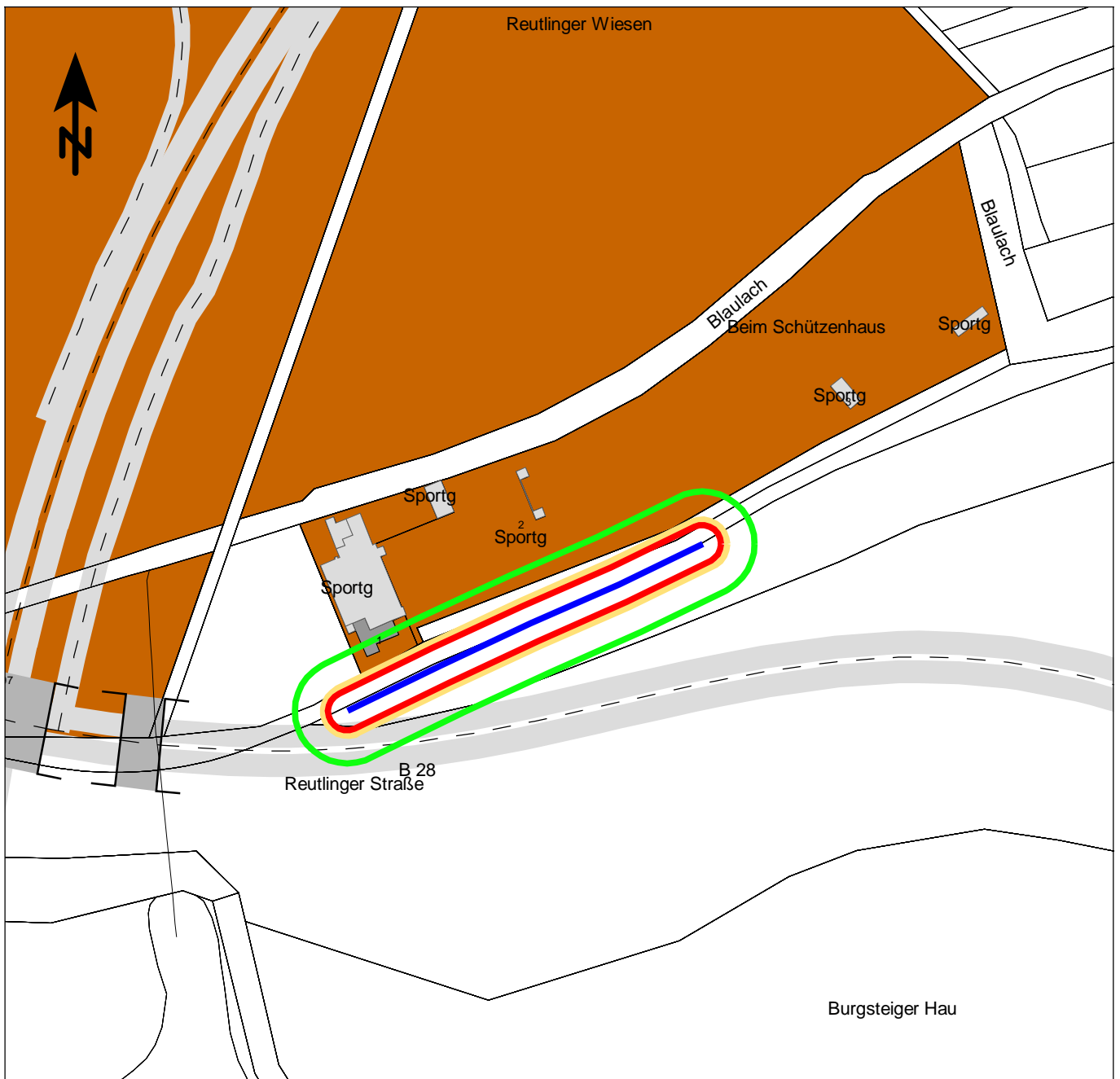
RP Tübingen - Planung

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
BW 10

ANHANG 5.5.09



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- Stützwand

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

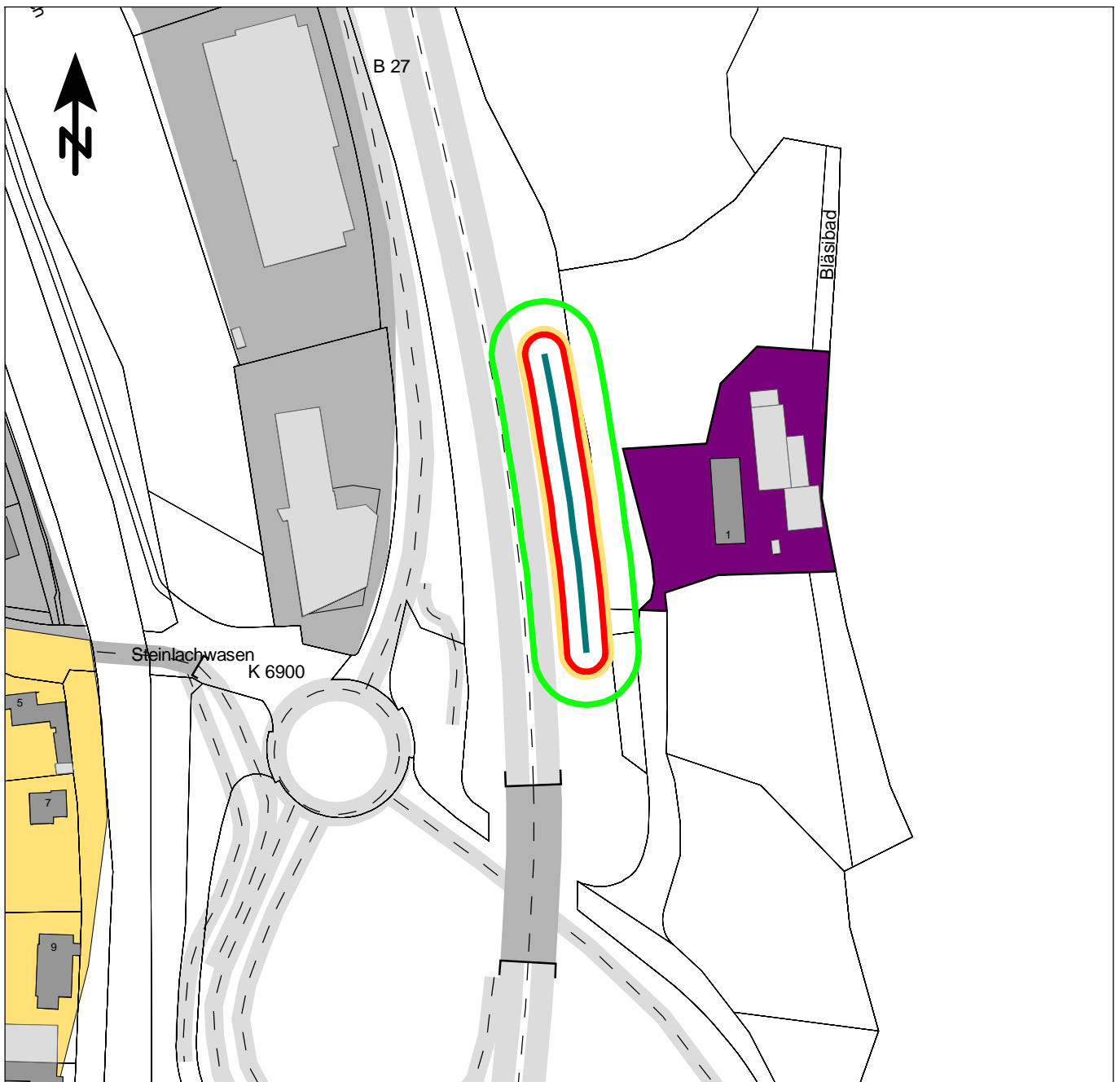
RP Tübingen - Planung

B 27 Tübingen (Bläsibad) – B 28 Schindhaubasistunnel

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
BW 11

ANHANG 5.5.10



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

— LSW

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

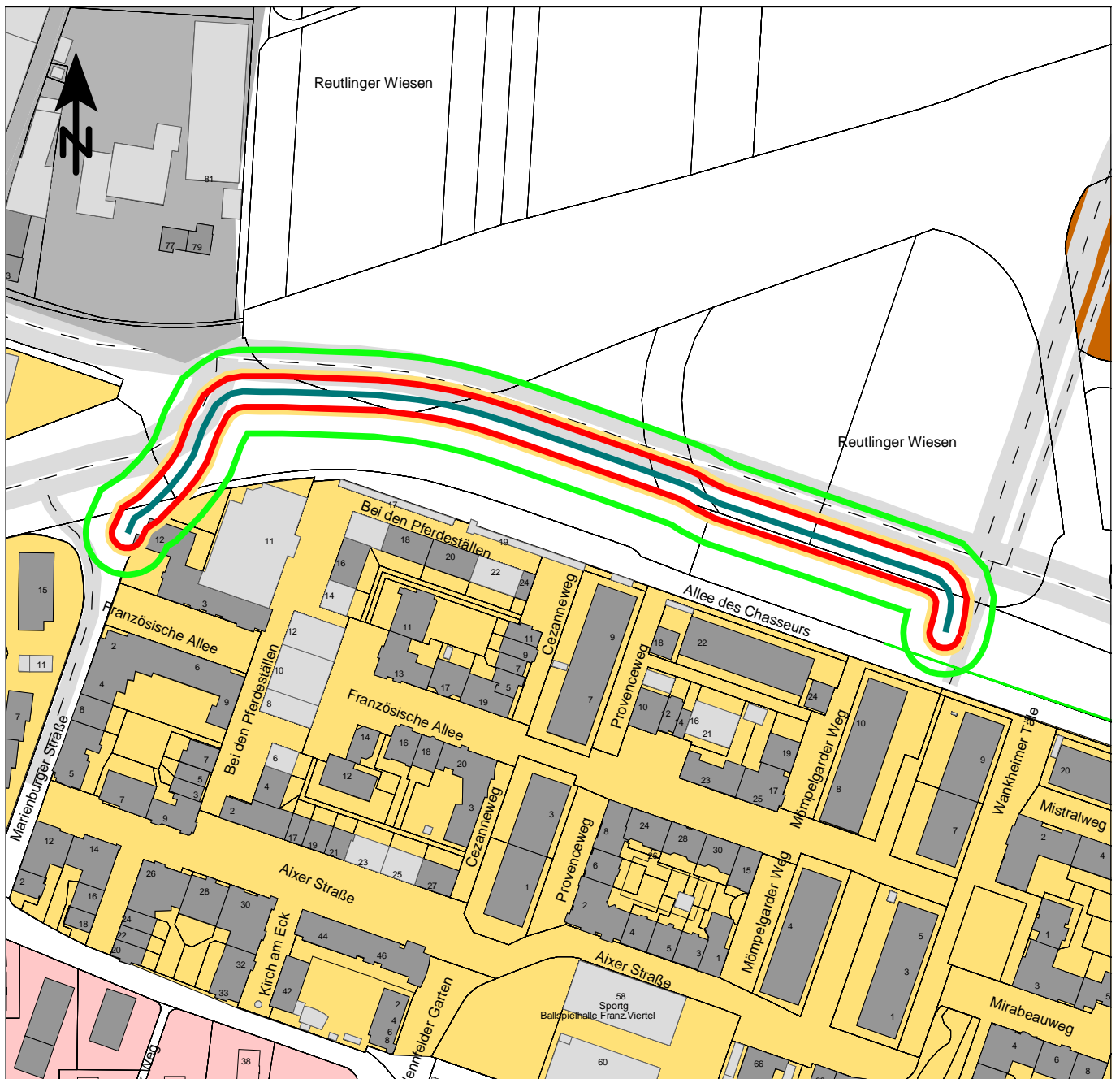
- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken

Bautätigkeit: Bohren

LA 02

ANHANG 5.5.11



Maßstab 1:2500

0 12,5 25 50 75 100
m

— Au Stufe III

— Au Stufe II

— Au Stufe I

— LSW

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

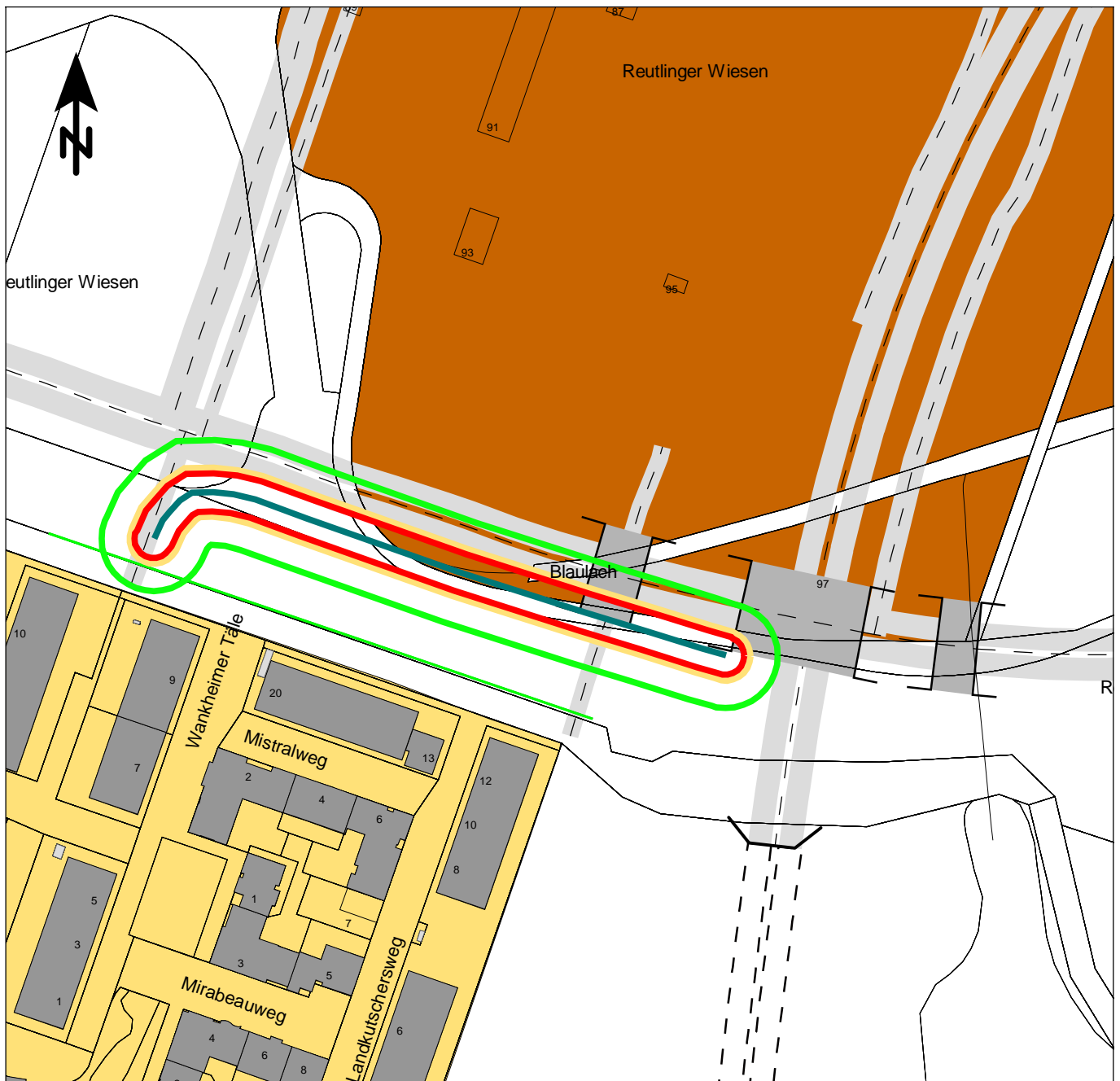
Überschreitungen der Anhaltswerte

obere Abschätzung - Holzbalkendecken

Bautätigkeit: Bohren

LA 04

ANHANG 5.5.12



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- LSW

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

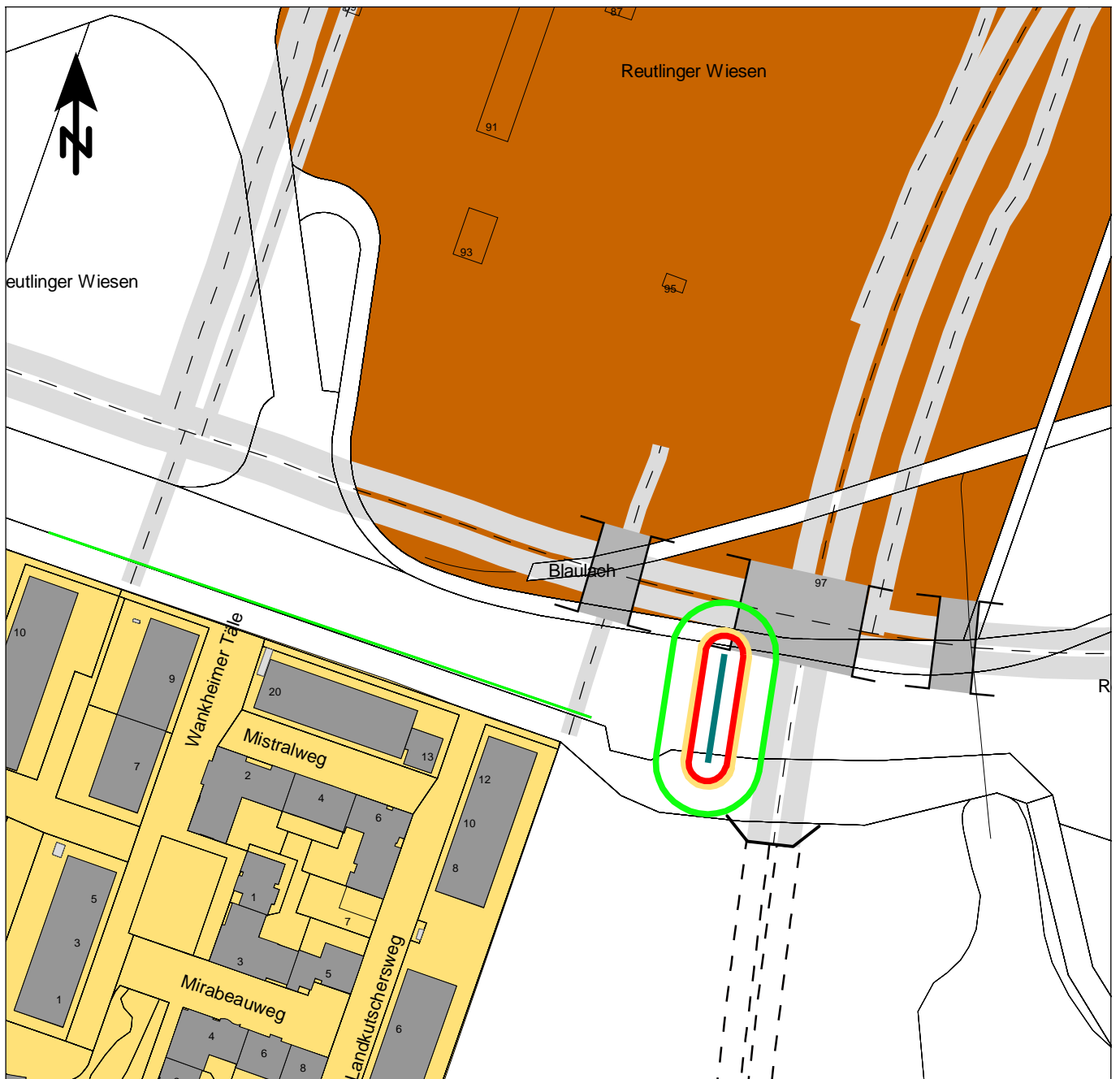
RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
LA 05

ANHANG 5.5.13



Maßstab 1:2000

0 10 20 40 60 80 m

- Au Stufe III
- Au Stufe II
- Au Stufe I
- LSW

KREBS + KIEFER
Dorsch Gruppe

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt
Telefon (06151) 885-383
www.kuk.de

10.04.2024; Bericht Nr.20198036-808-ABE-1

RP Tübingen - Planung

**B 27 Tübingen (Bläsibad) –
B 28 Schindhaubasistunnel**

- KONFLIKTKARTE -

Überschreitungen der Anhaltswerte
obere Abschätzung - Holzbalkendecken
Bautätigkeit: Bohren
LA 06

ANHANG 5.5.14