

Regionaltangente West

Planfeststellungsabschnitt Mitte

Anlage 20.5

Ermittlung und Beurteilung der aus dem Baubetrieb resultierenden Erschütterungsimmissionen

Datum: 07.05.2021

Auftraggeber:



RTW GmbH
Stiftstraße 9 -17
60313 Frankfurt am Main

Ersteller:



KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
64295 Darmstadt

Planaufsteller	-	Phase	-	Gewerk	-	Planart	-	PSP-Code	-	lfd. Nr.	-	Index	Format
KuK	-	4	-	LA	-	SU	-	02_06_00_000	-	005	-	-	.pdf

Anlage 20.5

29005449



Erschütterungstechnische Untersuchung

VORHABEN:	RTW – Regionaltangente West
ABSCHNITT:	Planfeststellungsabschnitt Mitte
UMFANG:	Ermittlung und Beurteilung der aus dem Baubetrieb resultierenden Erschütterungsimmissionen
AUFTRAGGEBER:	RTW Planungsgesellschaft mbH Stiftstraße 9 - 17 60313 Frankfurt am Main
BEARBEITUNG:	KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH Heinrich-Hertz-Straße 2 64295 Darmstadt T 06151 885-383 F 06151 885-220
AKTENZEICHEN:	20058001-ABE-3
DATUM:	Darmstadt, 07.05.2021

Dieser Bericht umfasst 31 Seiten und 5 Anhänge mit 71 Blättern.

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

29005449

1	Zusammenfassung	5
2	Sachverhalt und Aufgabenstellung	5
3	Bearbeitungsgrundlagen	6
4	Beschreibung des Planvorhabens	7
5	Anforderungen an den Schwingungsschutz	8
5.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	8
5.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	11
5.2.1	Kurzzeitige Erschütterungen	11
5.2.2	Dauererschütterungen	12
6	Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise	13
6.1	Emissionen	14
6.2	Transmission	14
6.2.1	Transferfunktion T_1	14
6.2.2	Transferfunktionen T_2 und T_3	15
6.3	Immissionen	16
7	Untersuchungsergebnisse	17
7.1	Emissionen	17
7.1.1	Rüttelstopfverdichtungen	17
7.1.2	Verdichtungsarbeiten mittels Vibrationswalze	18
7.1.3	Vibrationsramme	18
7.1.4	Einbringen von Bohrpfählen	19
7.2	Immissionen	19
7.2.1	Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	19
7.2.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	27
8	Maßnahmen	28
8.1	Einwirkungen auf Menschen im Gebäude	28
8.2	Einwirkungen auf bauliche Anlagen	29

9 Abschließende Bemerkungen

29

29005449

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ursachen-Wirkungs-Prinzip	14
Abbildung 2: Geometrische Abnahme der Schwingungsamplitude	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erschütterungstechnische Anhaltswerte für Baumaßnahmen	9
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: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen	20
Tabelle 6: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte am Tag (Rüttelstopfverdichtung)	21
Tabelle 7: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte in der Nacht (Rüttelstopfverdichtung)	21
Tabelle 8: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte am Tag (Vibrationswalze)	23
Tabelle 9: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte in der Nacht (Vibrationswalze)	23
Tabelle 10: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte am Tag (Rammarbeiten)	24
Tabelle 11: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte in der Nacht (Vibrationsramme)	25
Tabelle 12: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte am Tag (Bohren)	26
Tabelle 13: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte in der Nacht (Bohrgerät)	26

Anhänge

Anhang 1	Transferfunktionen
Anhang 2	Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch Rüttelstopfverdichtung
Anhang 3	Beurteilung der Erschütterungsimmissionen beim Einsatz der Vibrationswalze
Anhang 4	Beurteilung der Erschütterungsimmissionen beim Einsatz der Vibrationsramme
Anhang 5	Beurteilung der Erschütterungsimmissionen durch Bohrarbeiten

Abkürzungsverzeichnis

29005449

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	Holzbalken
[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	Stahlbeton
T	Übertragungsfunktion
T _E	Einsatzdauer [h]
T _r	Beurteilungszeit [h]
v ₀	Referenzwert für die Schwingschnelle [5 • 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 Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben Regionaltangente West 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:

- ❑ Hinsichtlich der Erschütterungseinwirkungen im Tagzeitraum können in weiten Einwirkungsbereichen erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden unter Berücksichtigung der Maßnahmen a) bis e) der DIN 4150-2, Ziffer 6.5.4.3 ausgeschlossen werden. Gegebenenfalls ist die reine Einwirkdauer der betrachteten Baumaschinen im Hinblick auf die Abstandsverhältnisse zu reduzieren.
- ❑ Im Nahbereich von Bebauung sollte in jedem Fall geprüft werden ob die erschütterungsintensivsten Bauarbeiten tatsächlich in der geplanten Art durchgeführt werden müssen oder ob erschütterungsarme Alternativen angewandt werden könnten.
- ❑ Aus erschütterungstechnischer Sicht sollte auf schwingungsintensive Baumaßnahmen im Nachtzeitraum in näheren Umgebung zu schutzbedürftigen Nutzungen verzichtet werden. Gegebenenfalls sind gesonderte Maßnahmen zu ergreifen.
- ❑ Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden sind aufgrund der Intensität der Erschütterungseinwirkungen durch die untersuchten Baumaßnahmen größtenteils nicht zu erwarten. Lediglich im Nahbereich von bis zu 9 m Entfernung sind, sofern erschütterungsintensive Baumaßnahmen erforderlich werden, Maßnahmen zu ergreifen. Hier sind Beweissicherungsmaßnahmen durchzuführen. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob im Nahbereich von Bebauungen erschütterungsärmere Bauverfahren angewandt werden können oder durch die Kombination mit erschütterungsärmeren Geräten die stärksten Erschütterungen gemindert werden könne (z.B. Vorbohren vor Rammarbeiten)

2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die RTW Planungsgesellschaft mbH beabsichtigt, den Schienenpersonennahverkehr im Ballungsraum Frankfurt durch die Regionaltangente West (RTW) als neue Stadtbahnverbindung weiter zu verbessern. Die RTW-Strecke verläuft mit je einem Linienast von Frankfurt-Praunheim bzw. von Bad Homburg kommend über den zentralen Abschnitt Eschborn – Höchst – Flughafen – Stadion bis nach Neu-Isenburg-Birkengewann bzw. nach Dreieich-Buchschlag. Über rund zwei

29005449
Drittel der etwa 49 km langen Strecke können bereits vorhandene Gleisanlagen genutzt werden. Die bestehenden Streckenabschnitte der Deutschen Bahn AG werden dabei durch neu zu errichtende Bahnkörper und Gleise für die RTW ergänzt und mit diesen verknüpft.

Der zu untersuchende PfA Mitte der RTW beginnt an der Grenze zum Planfeststellungsabschnitt Nord bei ca. km 7,0+00, in Höhe der Ortslage Sossenheim nördlich des Dunantrings. An der Grenze des Planfeststellungsabschnitts Mitte zum Planfeststellungsabschnitt Süd bei ca. km 16,3+50 schleift die RTW in Höhe Kelsterbach in die vorhandene Bahnstrecke 3683 ein.

Die Trasse verläuft u. a. durch die Ortslage Höchst. Zwischen dem Beginn des Planfeststellungsabschnitts und der Leunabrücke (Überführung der Leunastraße über den Main) tangiert oder durchquert die Trasse mehr oder weniger dichte Bebauung mit zahlreichen schutzwürdigen Nutzungen (im Wesentlichen Wohnen, Büronutzung, Schulen). Südlich der Leunabrücke tangiert die Trasse den Industriepark Höchst. Weiter südlich verläuft die Trasse in relativ großem Abstand an der Ortslage Kelsterbach vorbei. Südlich von Kelsterbach nutzt die RTW die vorhandenen Gleisanlagen der S-Bahn-Strecken S8 und S9. Die Grenze liegt bei der Einschleifung in die DB-Bestandsstrecke 3683.

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.

3 Bearbeitungsgrundlagen

Der durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchung liegen die folgenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Planunterlagen und Fachbeiträge 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), Mai 2000 Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 21.12.2010, Az: BVerwG 7 A 14.09

- 29005449
- /3/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Juni 2001
 - /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/ Digitale Datengrundlagen, zur Verfügung gestellt von der Planungsgemeinschaft Regionaltangente West, Stand 2019
 - /7/ Flächennutzungsplan, Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/ Rhein-Main, Maßstab 1:10.000, Stand 2015, www.pvfrm.de
 - /8/ Bebauungspläne der Stadt Frankfurt am Main, PlanAS Planungsauskunftssystem der Stadt Frankfurt am Main, www.planAS-frankfurt.de
 - /9/ Regionaltangente West, Planfeststellungsabschnitt Mitte, Angabe von Tätigkeiten zur Beurteilung der bauzeitlichen Schall- und Erschütterungsemissionen sowie Staubbelastung; Planungsgemeinschaft Regionaltangente West, Stand 07.08.2020

4 Beschreibung des Planvorhabens

Die Regionaltangente West (RTW) ist eine neue tangentielle Schienenverbindung im Orts – und Nachbarschaftsverkehr der Metropolregion Frankfurt RheinMain zur Verbesserung des öffentlichen Schienenpersonennahverkehrs durch die Verbindung der westlichen Stadtteile der Stadt Frankfurt am Main sowie der umliegenden Kreise, Städte und Gemeinden miteinander und untereinander und zur besseren intermodalen Anbindung des Flughafens Frankfurt am Main. Durch diese Funktion der RTW wird die historisch gewachsene Verbindung über den Kopfbahnhof Frankfurt Hauptbahnhof ergänzt, was mittelbar zu einer Entlastung des Hauptbahnhofs und damit des S-Bahntunnels führt.

Für die RTW sollen dabei - insbesondere um die Eingriffe in private Grundstücksflächen bzw. in Natur und Landschaft und den Flächenverbrauch zu minimieren sowie um Kosten zu reduzieren - weitgehend vorhandene Strecken der Deutschen Bahn mitgenutzt werden, die durch neu zu bauende Teilabschnitte miteinander verknüpft werden. Soweit erforderlich werden die bestehenden Bahnstrecken und Bauwerke angepasst.

29005449 Geplant ist die Realisierung zweier Linien, die sich im Kernbereich überlagern. Diese beiden Linien sollen zum einen von Bad Homburg und zum anderen von Frankfurt-Praunheim/Gewerbegebiet jeweils über Eschborn, Frankfurt-Höchst, den Flughafen-Regionalbahnhof und Neu-Isenburg Bahnhof, zum einen nach Neu-Isenburg Birkengewann und zum anderen zum Bahnhof Dreieich-Buchschlag verlaufen. Es ist vorgesehen, dass die beiden Linien jeweils halbstündlich verkehren und sich im Kernabschnitt zwischen Eschborn und Neu-Isenburg Bahnhof zu einem Viertelstundentakt ergänzen.

Linie 1: Bad Homburg – Eschborn – Höchst – Flughafen – Neu-Isenburg Bahnhof - Neu-Isenburg Birkengewann

Linie 2: Praunheim – Eschborn – Höchst – Flughafen – Neu-Isenburg Bahnhof - Dreieich-Buchschlag

Die beiden RTW-Linien sollen an insgesamt 26 Stationen halten, von denen 12 bereits bestehende Stationen darstellen.

Aufgrund der Streckenlänge der RTW wurde diese zunächst in insgesamt vier Planfeststellungsabschnitte (Nord, Mitte, Süd 1 und Süd 2) gegliedert, für die jeweils ein eigenständiges Planfeststellungsverfahren durchgeführt wird.

5 Anforderungen an den Schwingungsschutz

5.1 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.

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

Dauer	$D \leq 1$ Tag			$6 d < D \leq 26 d$			$26 d < D \leq 78 d$		
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.

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 Anhaltswerte aus Tabelle 1 der DIN 4150-2. Diese Anforderungen sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A _u	A _o	A _r	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	0,40	6,0	0,20	0,30	0,60	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	0,30	6,0	0,15	0,20	0,40	0,10
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0,20	5,0	0,10	0,15	0,30	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	0,15	3,0	0,07	0,10	0,20	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,10	3,0	0,05	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.

5.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

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.

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.

5.2.1 Kurzzeitige Erschütterungen

Für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf das Gesamtbauwerk sind die horizontale Schwinggeschwindigkeit in der obersten Deckenebene maßgebend. Es wird der größere Wert der beiden horizontalen Einzelkomponenten zu Grunde gelegt. Für zulässige Schwinggeschwindigkeit am Fundament 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 Decken- ebene, 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

Neben den in Tabelle 3 genannten Anhaltswerten nennt die DIN 4150-3 einen Anhaltswert von

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

für das Auftreten kurzzeitiger vertikaler Deckenschwingungen.

5.2.2 Dauererschütterungen

Für die Beurteilung der auftretenden Dauererschütterungen sind die größten horizontalen Schwinggeschwindigkeiten maßgebend, da diese in der Regel in der obersten Deckenebene auftreten. Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschossdecken erfahrungsgemäß nicht zu Schäden. Diese Schwingungen sind 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

Die DIN 4150-3 nennt für Dauererschütterungen keine expliziten Anhaltswerte für zulässige Schwinggeschwindigkeiten in vertikaler Richtung am Fundament. Da jedoch in der Regel am Gebäudefundament keine Resonanzerscheinungen resultieren, werden die Anhaltswerte für kurzzeitige Erschütterungen auch zur Beurteilung von Dauererschütterungen herangezogen. Diese sind in Tabelle 3 für unterschiedliche Gebäudearten zusammengefasst.

6 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

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

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.

29005449

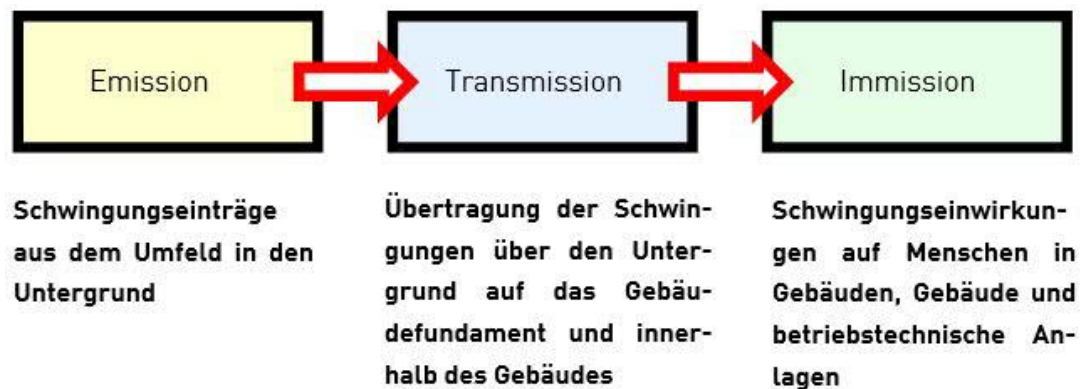


Abbildung 1: Ursachen-Wirkungs-Prinzip

6.1 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, 3.1, 4.1 und Anhang 5.1 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.

6.2 Transmission

6.2.1 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:

$$D = 1 \%$$

$$c_p = 200 \text{ m/s}$$

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).

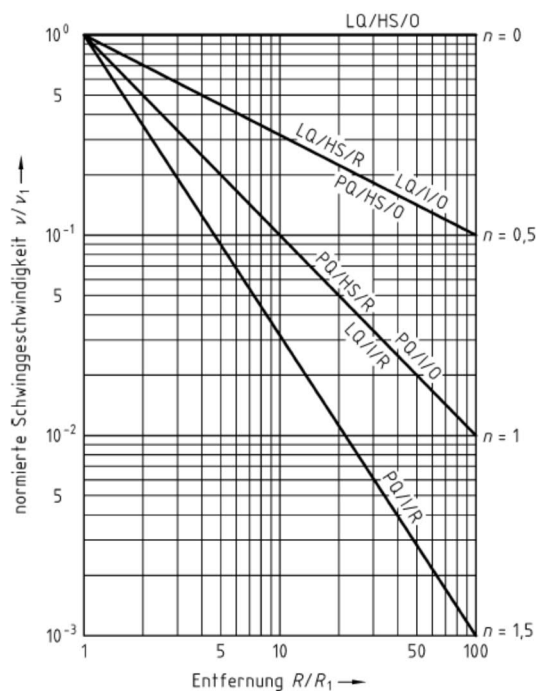


Abbildung 2: Geometrische Abnahme der Schwingungsamplitude

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

6.2.2 Transferfunktionen T_2 und T_3

Die Übertragung von Erschütterungen vom Boden auf ein Gebäudefundament (T_2 -Funktion) wird im Sinne einer oberen Abschätzung mit der in Anhang 1.1 angegebenen standardisierten Übertragungsfunktion für Mehrfamilienhäuser, die augenscheinlich überwiegen im PfA Mitte, ermittelt.

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 Stahlbetondecken liegen in der Regel zwischen 20 Hz und 40 Hz, die von Holzbalkendecken zwischen 12,5 Hz und 20 Hz. Die der Berechnung zu Grunde gelegten Übertragungsfunktionen für die jeweils ungünstigste Geschossdeckenresonanzfrequenz sind für Stahlbetondecken in Anhang 1.2 und für Holzbalkendecken in Anhang 1.3 dargestellt. Hierbei wird jeweils der Mittelwert \pm Standardabweichung der T_3 -Funktion berücksichtigt.

6.3 Immissionen

Die z. B. durch Verdichtungsarbeiten induzierten Schwingungen wirken sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Raumrichtung. Da im Regelfall die in vertikaler Richtung in Bauwerke eingeleiteten dynamischen Beanspruchungen bedingt durch das Übertragungsverhalten der Gebäude zu maximalen Schwinggeschwindigkeiten führen, werden hier ausschließlich die vertikalen Schwingungskomponenten betrachtet.

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.

7 Untersuchungsergebnisse

7.1 Emissionen

Bei dem hier untersuchten Bauvorhaben sind die geplanten Baumaßnahmen in der Regel dynamisch. Das bedeutet, dass die eingesetzten Baumaschinen aufgrund der Ausdehnung der Baustelle nicht punktuell eingesetzt werden, sondern sich mit der Fortschreitung der Baumaßnahmen bewegen. Dementsprechend kann davon ausgegangen werden, dass sich die Erschütterungsimmissionen innerhalb einer Bauphase abhängig von der Position der schwingungsintensiven Baumaschinen entsprechend verändern.

Bei der Durchführung von Baumaßnahmen können durch die Anwendung bestimmter Baumeethoden 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.

Bei den geplanten Baumaßnahmen sind die Erschütterungsimmissionen, die durch Bohrgründungen hervorgerufen wurden, gemäß DIN 4150-3 als kurzzeitige Erschütterungen (instationäre Einwirkungen) einzustufen. Zu den Dauererschütterungen zählt der Normalbetrieb und die An- und Auslaufphase der Vibrationswalze, Rüttelstopfverdichtungen sowie der Betrieb der Vibrationsramme. Beim Betrieb dieser Baumaschinen erfolgt ein Eintrag harmonischer Schwingungen in den Untergrund und somit auch in nahe gelegene Bauwerke. Diese sind grundsätzlich geeignet, Resonanzerscheinungen an Bauwerken hervorzurufen. Daher sind diese Einwirkungen als Dauererschütterungen einzustufen.

Nachfolgend werden die erschütterungsrelevanten Baumaßnahmen beschrieben.

7.1.1 Rüttelstopfverdichtungen

In einigen Bereichen des Bauvorhabens sind Rüttelstopfsäulen zur Bodenverbesserung erforderlich. Hierbei wird der weiche Untergrund bis zum tragenden Grund seitlich verdrängt und der so entstandene Hohlraum mit z. B. Kies aufgefüllt und wieder verdichtet. Diese Emissionsquelle kann sich als eine Punktquelle charakterisieren, die Raumwellen erzeugt. Das Emissionsspektrum ist in Anhang 2.1 dargestellt.

Es handelt es sich auch hier um eine Punktquelle, die jedoch harmonische Schwingungsanregung in den Raum erzeugt. In den Ausbreitungsberechnungen wurde daher ein Exponent

$$n = 1,0$$

29005449 berücksichtigt.

Die Arbeiten beschränken sich voraussichtlich auf die Bereiche, in denen noch kein verfestigter Boden vorliegt, also auf die Bereiche außerhalb der bestehenden Trassen und Straßen. Die Untersuchungsergebnisse wurden dennoch, zur Information, entlang der gesamten Trasse ausgewiesen.

7.1.2 Verdichtungsarbeiten mittels Vibrationswalze

Erschütterungstechnisch relevante Bauaktivitäten stellen zudem Verdichtungsarbeiten beim Neubau einiger Bauwerke sowie als Grundlage für den Strecken-, Straßen- und Wegebau dar. Hierbei handelt es sich ebenfalls um einen fortschreitenden dynamischen Baubetriebsbereich. Im Emissionsansatz wird vorausgesetzt, dass die Vibrationswalze mit einer Arbeitsfrequenz von

$$f \approx 40 - 60 \text{ Hz}$$

betrieben wird. Das Emissionsspektrum ist in Anhang 3.1 dargestellt.

Bei der Vibrationswalze handelt es sich ebenfalls um eine Punktquelle, die zu einer harmonisch-stationären Schwingungsanregung führt. In den Ausbreitungsberechnungen wurde daher ein Exponent

$$n = 0,5$$

berücksichtigt.

7.1.3 Vibrationsramme

Beim Einsatz von Vibrationsrammen werden stationäre Erschütterungen erzeugt. Aus erschütterungstechnischer Sicht sind für den Einsatz von Vibrationsrammen normalerweise hohe Arbeitsfrequenzen ($f > 35 \text{ Hz}$) günstiger als tiefe, da damit der Resonanzbereich von Geschossdecken in Gebäuden im Allgemeinen und insbesondere der schwingungsempfindlichen Holzbalkendecken nicht erreicht wird. Vibratoren mit tiefer Arbeitsfrequenz ($f < 35 \text{ Hz}$) können, insbesondere beim Auftreffen von Rammwiderständen, durch das Absenken der Betriebsfrequenz in den Deckenresonanzbereich und durch die stärkere Energieabstrahlung auch in größerer Entfernung noch starke Erschütterungen hervorrufen. Im Nahbereich zu schutzwürdig genutzten Gebäuden werden daher grundsätzlich nur hochfrequente Vibratoren ($f \geq 35 \text{ Hz}$) mit regelbarer Frequenz und ausreichender Leistung eingesetzt, um das Absinken der Betriebsfrequenz in den Deckenresonanzbereich zu verhindern und deshalb sowieso zur Anwendung kommen muss, um dem Minimierungsgebot gerecht zu werden.

Beim Anfahren und Abschalten von Vibratoren mit einem unveränderlichen statischen Moment können beim Durchfahren von Deckeneigenfrequenzen kurzzeitig Resonanzüberhöhungen auftreten. Das Durchlaufen von Resonanzfrequenzen beim Anfahren und Abschalten kann durch die Verwendung moderner Geräte mit im Betrieb regelbarem, veränderlichem statischen Moment verhindert werden.

In der vorliegenden Untersuchung wird davon ausgegangen, dass eine Vibrationsramme mit einem veränderlichen statischen Moment zum Einsatz kommt, was dem derzeitigen Stand der Technik entspricht. Die Arbeitsfrequenz wird mit

$$f \approx 35 \text{ Hz}$$

angenommen. Das der Berechnung zugrunde gelegte Emissionsspektrum ist in Anhang 4.1 dargestellt.

Es handelt es sich auch hier um eine Punktquelle, die jedoch harmonische Schwingungsanregung in den Raum erzeugt. In den Ausbreitungsberechnungen wurde daher ein Exponent

$$n = 1,0$$

berücksichtigt.

7.1.4 Einbringen von Bohrpfählen

Die Bohrarbeiten sind im Allgemeinen erschütterungsarm. Nur beim Aufsetzen der Bohrpfähle werden impulshaltige Schwingungen in den Boden eingeleitet. In den Ausbreitungsberechnungen wurde daher ein Exponent

$$n = 1,0$$

berücksichtigt. Das der Berechnung zugrunde gelegte Emissionsspektrum ist in Anhang 5.1 dargestellt.

7.2 Immissionen

7.2.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Bei dem betrachteten Bauvorhaben kann davon ausgegangen werden, dass die Gesamtdauer der hier untersuchten Baumaßnahmen mehr als 78 Tage beträgt. Es wird im Sinne einer oberen Abschätzung jedoch davon ausgegangen, dass die erschütterungsintensiven Bautätigkeiten, die im vorherigen Kapitel beschrieben wurden, punktuell nicht mehr als 4 Tage andauern. Folglich sind

die Anhaltswerte gemäß DIN 4150-2, Bild 3 entsprechend der genannten Einwirkdauer zu interpolieren. Die in der vorliegenden Untersuchung der Beurteilung zu Grunde zu legenden interpolierten Anhaltswerte sind in Tabelle 5 dargestellt.

Dauer	D = 4 Tage		
Spalte	1	2	3
Anhaltswerte	A_u	A_o	A_r
Stufe I	0,60	5	0,35
Stufe II	1,00	5	0,70
Stufe III	1,40	5	1,10

Tabelle 5: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen der Baumaßnahmen erfolgen für die jeweils ungünstigsten Deckeneigenfrequenzen für Stahlbeton- bzw. Holzbalkendecken, die in Anhang 1.2 bzw. Anhang 1.3 grafisch und tabellarisch dargestellt sind:

- ☐ $f_0 = 31,5 \text{ Hz}$ bei Stahlbetondecken bzw.
- ☐ $f_0 = 20,0 \text{ Hz}$ bei Holzbalkendecken.

7.2.1.1 Rüttelstopfverdichtungen

Die Rüttelstopfverdichtungen stellen die schwingungsintensivsten Baumaßnahmen dar. Diese Maßnahmen dienen zur Verfestigung des Untergrunds. Diese sind voraussichtlich lediglich in Bereichen außerhalb der bestehenden Trassen und Straßenführung erforderlich, wurden dennoch für den gesamten Untersuchungsabschnitt ausgewiesen.

7.2.1.1.1 Tagzeitraum

Die Schwingstärken für diese Baumaßnahmen im Tagzeitraum wurden anhand der Ausbreitungskurven in Anhang 2.2 dargestellt. Demnach kann der obere Anhaltswert am Tag $A_{o, \text{Tag}}$ (6,0 bei Gewerbegebieten, 5,0 bei Wohnnutzungen) unabhängig von der Deckenkonstruktion bei Abständen zum Baufeld von weniger als 10 m eingehalten werden. Die unteren Anhaltswerte der Stufe I $A_{u, \text{Tag}}$ werden jedoch erst ab einem Abstand von

$$r_{\text{Tag, Stufe I}} \geq 100 \text{ m}$$

eingehalten. In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die Grenzabstände zu den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen gemäß den Stufen, wie in Kapitel Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden beschrieben, ausgewiesen.

Deckenart	Stufe		
	I	II	III
Holzbalken	100 m	65 m	45 m
Stahlbeton	100 m	70 m	50 m

Tabelle 6: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte am Tag (Rüttelstopfverdichtung)

Für alle Gebäude die eine Entfernung zu den Rüttelstopfverdichtungen von 10 m – 100 m aufweisen ist der 2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2, die Bildung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} für den Tag erforderlich. Der KB_{FTr} -Wert wird in Anhang 2.4 (Holzbalkendecken) und Anhang 2.6 (Stahlbetondecken) für die maßgeblichen Deckenkonstruktionen in Abhängigkeit von der tatsächlichen Einwirkzeit während des Tagzeitraums ermittelt und mit den entsprechenden Anhaltswerten gemäß Tabelle 5 verglichen.

Werden Baumaßnahmen im Nahbereich (hier zwischen 10 m-45 m) notwendig, kann die Anforderungen auf Erschütterungsschutz gemindert werden, d. h. die Einhaltung der Stufe III, wobei die Einwirkzeit dann entsprechend zu kürzen wäre um die Stufe III einzuhalten. Dabei werden zudem zusätzliche Maßnahmen, wie baubegleitende Erschütterungsmessungen erforderlich.

7.2.1.1.2 Nachtzeitraum

Die Schwingstärken für die oben genannte Baumaßnahme im Nachtzeitraum wurden anhand der Ausbreitungskurven in Anhang 2.3 dargestellt. Demnach wird der obere Anhaltswert A_0 im Nachtzeitraum bei geringen Abständen deutlich überschritten. Bei größeren Abständen von mehr als

$$r_{\text{Nacht}} \geq 150 \text{ m (GE)}$$

$$r_{\text{Nacht}} \geq 160 \text{ m (MI)}$$

$$r_{\text{Nacht}} \geq 210 \text{ m (WA)}$$

kann der obere Anhaltswert unabhängig von der Deckenkonstruktion unterschritten werden.

Die unteren Anhaltswerte in der Nacht können erst bei den in Tabelle 7 aufgeführten Abständen eingehalten werden.

Deckenart	Untere Anhaltswerte		
	GE	MI	WA
Holzbalken	270 m	245 m	210 m
Stahlbeton	250 m	225 m	190 m

Tabelle 7 Grenzabstände der unteren Anhaltswerte in der Nacht (Rüttelstopfverdichtung)

Bei den gegebenen Abstandsverhältnissen können die Anforderungen der DIN 4150-2 /4/ dementsprechend innerhalb der oben angegebenen Grenzabständen nicht eingehalten werden. Demzufolge können erhebliche Belästigungen infolge der Rüttelstopfverdichtungen im Nachtzeitraum nicht ausgeschlossen werden.

Die Grenzabstände ab denen die Anhaltswerte einhalten werden können sind in Anhang 2.10 und 2.11 ausgewiesen. Dabei sind die Darstellungen unterteilt in Tag und Nacht sowie nach Deckenart.

7.2.1.2 Verdichtungsarbeiten

7.2.1.2.1 Tagzeitraum

Die Schwingstärken für die Verdichtungsarbeiten mittels Vibrationswalze im Tagzeitraum wurden anhand der Ausbreitungskurven in Anhang 3.2 dargestellt. Demnach kann der obere Anhaltswert am Tag $A_{0, \text{Tag}}$ (6,0 bei Gewerbegebieten, 5,0 bei Wohnnutzungen) unabhängig von der Deckenkonstruktion selbst bei geringen Abständen von weniger als 2,5 m zum Baufeld eingehalten werden. Die unteren Anhaltswerte der Stufe I $A_{u, \text{Stufe I}}$, werden unabhängig von der Deckenkonstruktion ab einem Abstand von

$$r_{\text{Tag, Stufe I}} \geq 45 \text{ m}$$

eingehalten. Dementsprechend ist der 2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2, die Bildung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} für den Tag für Gebäude innerhalb des Korridors bis 45 m erforderlich. Der KB_{FTr} -Wert wird in Anhang 3.4 (Holzbalkendecken) und Anhang 3.6 (Stahlbetondecken) für die maßgeblichen Deckenkonstruktionen in Abhängigkeit von der tatsächlichen Einwirkzeit während des Tagzeitraums ermittelt und mit den entsprechenden Anhaltswerten gemäß Tabelle 5 verglichen.

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die Grenzabstände zu den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen gemäß den Stufen, wie in Kapitel Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden beschrieben, ausgewiesen.

Deckenart	Stufe		
	I	II	III
Holzbalken	25 m	15 m	9 m
Stahlbeton	45 m	26 m	18 m

Tabelle 8: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte am Tag (Vibrationswalze)

Anhang 3.10 kann entnommen werden an welchen Gebäuden hier gegebenenfalls, in Abhängigkeit der Deckenkonstruktionen, Konflikte nicht ausgeschlossen werden können und wo evtl. zeitliche Einschränkungen der reinen Verdichtungsarbeiten vorgenommen werden sollten.

7.2.1.2.2 Nachtzeitraum

Die Schwingstärken für die oben genannte Baumaßnahme im Nachtzeitraum wurden anhand der Ausbreitungskurven in Anhang 3.3 dargestellt. Demnach wird der obere Anhaltswert A_0 im Nachtzeitraum bei geringen Abständen bereits deutlich überschritten. Bei größeren Abständen von mehr als

$$r_{\text{Nacht}} \geq 45 \text{ m (GE)}$$

$$r_{\text{Nacht}} \geq 80 \text{ m (MI)}$$

$$r_{\text{Nacht}} > 110 \text{ m (WA)}$$

kann der obere Anhaltswert unabhängig von der Deckenkonstruktion unterschritten werden. Die unteren Anhaltswerte in der Nacht können erst bei den in Tabelle 9 aufgeführten Abständen eingehalten werden.

Deckenart	Untere Anhaltswerte		
	GE	MI	WA
Holzbalken	75 m	90 m	125 m
Stahlbeton	110 m	140 m	160 m

Tabelle 9 Grenzabstände der unteren Anhaltswerte in der Nacht (Vibrationswalze)

Bei den gegebenen Abstandsverhältnissen können die Anforderungen der DIN 4150-2 /4/ dementsprechend innerhalb der oben angegebenen Grenzabständen nicht eingehalten werden. Demzufolge können erhebliche Belästigungen infolge der Verdichtungsarbeiten mittels Vibrationswalze im Nachtzeitraum nicht ausgeschlossen werden. Gegebenenfalls können auch durch zeitliche Einschränkungen in der Nacht Verdichtungsarbeiten mittels Vibrationswalzen durchgeführt werden. Hierzu sind im Hinblick auf die Abstände zu den Baumaßnahmen und die Deckenkonstruktionen die reinen Verdichtungsarbeiten entsprechend der Diagramme in Anhang 3.5 bzw. Anhang 3.7 zeitlich zu beschränken.

Die Grenzabstände ab denen die Anhaltswerte in der Nacht einhalten werden können sind in Anhang 3.11 ausgewiesen.

7.2.1.3 Rammarbeiten

29005449

7.2.1.3.1 Tagzeitraum

Die Schwingstärken für die Rammarbeiten, die mittels Vibrationsramme ausgeführt werden, wurden für den Tagzeitraum anhand der Ausbreitungskurven in Anhang 4.2 dargestellt. Demnach kann der obere Anhaltswert am Tag $A_{0, \text{Tag}}$ (6,0 bei Gewerbegebieten, 5,0 bei Wohnnutzungen) unabhängig von der Deckenkonstruktion ab einem Abstand von 7 m zum Baufeld eingehalten werden. Die unteren Anhaltswerte der Stufe I $A_{u, \text{Tag}}$ werden erst in einem Abstand von

$$r_{\text{Tag, Stufe I}} \geq 90 \text{ m}$$

unabhängig von der Deckenkonstruktion eingehalten. Dementsprechend ist der 2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2, die Bildung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTF} für den Tag, für Gebäude im Abstand bis 90 m bei Stahlbetondecken und 40 m bei Holzbalkendecken, erforderlich. Der KB_{FTF} -Wert wird in Anhang 4.4 (Holzbalkendecken) und Anhang 4.6 (Stahlbetondecken) für die maßgeblichen Deckenkonstruktionen in Abhängigkeit von der tatsächlichen Einwirkzeit während des Tagzeitraums ermittelt und mit den entsprechenden Anhaltswerten gemäß Tabelle 5 verglichen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Grenzabstände zu den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen, im Hinblick auf die unteren Anhaltswerte der einzelnen Stufen, ausgewiesen.

Deckenart	Stufe		
	I	II	III
Holzbalken	14 m	20 m	40 m
Stahlbeton	45 m	60 m	90 m

Tabelle 10: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte am Tag (Rammarbeiten)

7.2.1.3.2 Nachtzeitraum

Die Schwingstärken für die Rammarbeiten im Nachtzeitraum wurden anhand der Ausbreitungskurven in Anhang 4.3 dargestellt. Demnach wird der obere Anhaltswert A_0 im Nachtzeitraum bei geringen Abständen deutlich überschritten. Für die exemplarisch betrachteten Immissionsorte werden die Werte ebenfalls überschritten. Bei größeren Abständen von mehr als

$$r_{\text{Nacht}} \geq 130 \text{ m (GE)}$$

$$r_{\text{Nacht}} \geq 150 \text{ m (GE)}$$

$$r_{\text{Nacht}} > 180 \text{ m (WA)}$$

kann der obere Anhaltswert unabhängig von der Deckenkonstruktion unterschritten werden.

Die unteren Anhaltswerte in der Nacht können erst bei den in Tabelle 11 aufgeführten Abständen eingehalten werden.

Deckenart	Untere Anhaltswerte		
	GE	MI	WA
Holzbalken	110 m	140 m	160 m
Stahlbeton	180 m	200 m	240 m

Tabelle 11 Grenzabstände der unteren Anhaltswerte in der Nacht (Vibrationsramme)

Bei den gegebenen Abstandsverhältnissen können die Anforderungen der DIN 4150-2 /4/ dementsprechend innerhalb der oben angegebenen Grenzabständen nicht eingehalten werden. Demzufolge können erhebliche Belästigungen infolge der Rammarbeiten mittels Vibrationsramme im Nachtzeitraum nicht ausgeschlossen werden. Gegebenenfalls können auch durch zeitliche Einschränkungen in der Nacht Rammarbeiten durchgeführt werden. Hierzu sind im Hinblick auf die Abstände zu den Baumaßnahmen und die Deckenkonstruktionen die reinen Verdingungsarbeiten entsprechend der Diagramme in Anhang 4.5 bzw. Anhang 4.7 zeitlich zu beschränken.

Die Grenzabstände ab denen die Anhaltswerte in der Nacht einhalten werden können sind in Anhang 4.11 ausgewiesen.

7.2.1.4 Bohrgründungen

7.2.1.4.1 Tagzeitraum

Die Schwingstärken für die Bohrarbeiten im Tagzeitraum wurden anhand der Ausbreitungskurven in Anhang 5.2 dargestellt. Demnach kann der obere Anhaltswert am Tag $A_{o, \text{Tag}}$ (6,0 bei Gewerbegebieten, 5,0 bei Wohnnutzungen) unabhängig von der Deckenkonstruktion selbst bei geringsten Abständen zum Baufeld eingehalten werden. Die unteren Anhaltswerte Stufe I $A_{u, \text{Tag}}$ werden ab einem Abstand von

$$r_{\text{Tag, Stufe I}} \geq 8 \text{ m}$$

eingehalten. Dementsprechend ist der 2. Schritt der Beurteilung gemäß DIN 4150-2, die Bildung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} für den Tag lediglich für Gebäude innerhalb des Korridors bis 8 m erforderlich. Der KB_{FTr} -Wert wird in Anhang 5.4 (Holzbalkendecken) und Anhang 5.6 (Stahlbetondecken) für die maßgeblichen Deckenkonstruktionen in Abhängigkeit von der tatsächlichen Einwirkzeit während des Tagzeitraums ermittelt und mit den entsprechenden Anhaltswerten verglichen.

In der nachfolgenden Tabelle 12 sind die Grenzabstände zu den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen gemäß den Stufen, wie in Kapitel Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden beschrieben, ausgewiesen.

29005449

Deckenart	Stufe		
	I	II	III
Holzbalken	8 m	5 m	3,5 m
Stahlbeton	6 m	4 m	3 m

Tabelle 12: Grenzabstände der unteren Anhaltswerte am Tag (Bohren)

Anhang 5.10 kann entnommen ob sich Gebäude innerhalb dieser Grenzen befinden und ob hier gegebenenfalls, in Abhängigkeit der Deckenkonstruktionen, Konflikte nicht ausgeschlossen werden können.

7.2.1.4.2 Nachtzeitraum

Die Schwingstärken für die Bohrmaßnahme im Nachtzeitraum wurden anhand der Ausbreitungskurven in Anhang 5.3 dargestellt. Demnach kann der obere Anhaltswert A_0 im Nachtzeitraum bei relativ geringen Abständen bereits unterschritten werden.

Bei Abständen von mehr als

$$r_{\text{Nacht}} \geq 12 \text{ m (GE)}$$

$$r_{\text{Nacht}} \geq 16 \text{ m (MI)}$$

$$r_{\text{Nacht}} > 22 \text{ m (WA)}$$

kann der obere Anhaltswert unabhängig von der Deckenkonstruktion unterschritten werden.

Die unteren Anhaltswerte in der Nacht können bei den in Tabelle 13 aufgeführten Abständen eingehalten werden.

Deckenart	Untere Anhaltswerte		
	GE	MI	WA
Holzbalken	22 m	28 m	40 m
Stahlbeton	17 m	21 m	30 m

Tabelle 13 Grenzabstände der unteren Anhaltswerte in der Nacht (Bohrgerät)

Bei den gegebenen Abstandsverhältnissen können die Anforderungen der DIN 4150-2 /4/ d innerhalb der oben angegebenen Grenzabstände nicht eingehalten werden. Im Hinblick auf die vergleichsweise geringen Grenzabständen sind Bohrarbeiten entlang der Strecke damit auch in der Nacht teilweise möglich. Hier sollten im Hinblick auf die Abstände zu den Baumaßnahmen und den Deckenkonstruktionen die reinen Bohrarbeiten lediglich entsprechend der Diagramme in Anhang 5.5 bzw. Anhang 5.7 zeitlich gegebenenfalls beschränkt werden.

Die Grenzabstände ab denen die Anhaltswerte in der Nacht einhalten werden können sind in Anhang 5.11 grafisch ausgewiesen.

7.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

29005449

7.2.2.1 Rüttelstopfverdichtungen

Die Schwinggeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Abstand der Rüttelstopfverdichtungen zu den Gebäuden sind für Holzbalkendecken in Anhang 2.8 und für Stahlbetondecken in Anhang 2.9 dargestellt.

Vergleicht man mit dem Anhaltswert

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

gemäß DIN 4150-3 für Dauererschütterungen auf Geschossdecken so können bereits bei einem Abstand von

$$r = 9 \text{ m}$$

unabhängig von der Geschossdeckenart Gebäudeschäden durch baubedingte Erschütterungen ausgeschlossen werden.

7.2.2.2 Verdichtungsmaßnahmen mittels Vibrationswalze

Die Schwinggeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Abstand der Verdichtungsarbeiten zu den Gebäuden sind für Holzbalkendecken in Anhang 3.8 und für Stahlbetondecken in Anhang 3.9 dargestellt.

Der Betrieb der Vibrationswalze stellt im Sinne der DIN 4150-3 eine stationäre Erschütterung dar. Schwinggeschwindigkeiten oberhalb des für Dauererschütterungen benannten Anforderungswertes

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

werden maximal bei Abständen von weniger als 2 m zu Gebäuden erreicht und dies auch nur, wenn es sich um Stahlbetondecken mit Eigenfrequenzen von 40 Hz handeln würde.

Bauschäden im Sinne der DIN 4150-3 infolge der Verdichtungsarbeiten können somit ausgeschlossen werden.

7.2.2.3 Rammarbeiten

Die Schwinggeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Abstand der Rammarbeiten zu den Gebäuden sind für Holzbalkendecken in Anhang 4.8 und für Stahlbetondecken in Anhang 4.9 dargestellt.

Der Betrieb der Vibrationsramme stellt im Sinne der DIN 4150-3 ebenfalls eine stationäre Erschütterung dar. Schwinggeschwindigkeiten oberhalb des für Dauererschütterungen benannten Anforderungswertes

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

werden maximal bei Abständen von weniger als 6 m zu Gebäuden erreicht und dies auch nur, wenn es sich dabei um Gebäude die mit Stahlbetondecken ausgestattet sind, handelt.

Bauschäden im Sinne der DIN 4150-3 infolge der Rammarbeiten können für Holzbalkendecken somit ausgeschlossen werden

7.2.2.4 Bohrgründungen

Die Schwinggeschwindigkeiten beim Einbringen von Bohrpfählen sind für Holzbalkendecken in Anhang 5.8 und für Stahlbetondecken in Anhang 5.9 dargestellt.

Der Vergleich mit dem Anhaltswert

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

gemäß DIN 4150-3 für kurzzeitige Erschütterungen auf Geschossdecken belegt, dass während der Bohrgründungen nicht mit Gebäudeschäden durch baubedingte Erschütterungen zu rechnen ist.

8 Maßnahmen

8.1 Einwirkungen auf Menschen im Gebäude

Wie man den Plänen für den Tagzeitraum im Anhang 5.10 entnehmen kann können die oberen Anhaltswerte (gestrichelte Linien) am Tag beim Einsatz des Bohrgeräts problemlos eingehalten werden und auch die unteren Anhaltswerte (durchgezogene Linien) können größtenteils unterschritten werden. Wie den Anhängen 2.10, 3.10 und 4.10 entnommen werden kann, sind hier die oberen Anhaltswerte größtenteils unterschritten. Somit können, gegebenenfalls mit entsprechender zeitlicher Einschränkungen, die Arbeiten am Tag durchgeführt werden. Sofern die oberen Anhaltswerte nicht einhalten werden können, was zum Beispiel am Gebäude Karl-Blum-Allee 20a während der Rammarbeiten der Fall sein könnte, sind alternative Bauverfahren zu prüfen.

Bei den nächtlichen Arbeiten sind mit Ausnahme der Bohrarbeiten die Baumaßnahmen möglichst zu vermeiden oder zumindest lediglich in Bereichen, in denen keine Bebauung vorhanden

29005449 ist, durchzuführen. Die Bohrarbeiten in der Nacht führen in einigen Fällen in der Nacht auch zu Überschreitungen der oberen Anhaltswerte und sollten in diesen Bereichen ebenfalls nach Möglichkeit auf den Tag verlegt werden. In den Bereichen in denen die oberen Anhaltswerte eingehalten werden können und die unteren Anhaltswerte überschritten sind die Baumaßnahmen zeitlich zu beschränken.

Darüber hinaus wird dringend empfohlen, dass die in Abschnitt 6.5.4.3 der DIN 4150-2 aufgeführten Maßnahmen a) bis e) vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme ergriffen werden. Demnach können die psychischen Auswirkungen von Erschütterungseinwirkungen vermindert werden durch

- 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;*

Sollte Stufe II überschritten werden, so ist auch die unten nachfolgende Maßnahme zu ergreifen:

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

8.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Hinsichtlich der Einwirkungen auf bauliche Anlagen ist anzumerken, dass vereinzelte Gebäude in einem Abstand von weniger als 10 m von den Gleisanlagen entfernt liegen. Da die erschütterungsintensiven Arbeiten an oder auch neben der Strecke stattfinden, sind noch geringere Abstände gegeben. Für Gebäude die sich innerhalb der in Kapitel 7.2.2 ausgewiesenen Radien befinden sind somit gegebenenfalls Beweissicherungsmaßnahmen durchzuführen.

9 Abschließende Bemerkungen

Nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) soll jede Baustelle so geplant oder eingerichtet und betrieben werden, dass Geräusche verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. Demgemäß sind die mit den Bauleistungen beauftragten Unternehmen

29005449 dahingehend vertraglich zu verpflichten, dass sie ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte einsetzen, die dem (fortschreitenden) Stand der Technik entsprechen.

Die durchgeführte erschütterungstechnische Untersuchung belegt, dass erhebliche Belästigungen im Sinne der DIN 4150-2 bei den gegebenen Abstandsverhältnissen vor allem im Nachtzeitraum nicht ausgeschlossen werden können und somit die Einwirkdauer der erschütterungsintensiven Bauarbeiten entsprechend der Ausbreitungskurven beschränkt werden müssen, alternative Bauverfahren geprüft werden sollten. Die Erschütterungsintensivsten Baumaßnahmen in der Nähe von schutzwürdigen Nutzungen sind soweit möglich auf den Tagzeitraum zu verlegen. Es ist zu empfehlen vor dem Beginn der schwingungsintensiven Bauarbeiten die Maßnahmen a) bis e) gemäß DIN 4150-2 zu ergreifen.

Gebäudeschäden im Sinne der DIN 4150-3 können während der geplanten Maßnahmen größtenteils ausgeschlossen werden. In Ausnahmefällen, wenn Arbeiten in geringem Abstand (abhängig von den eingesetzten Maschinen) zu Gebäuden befinden, sind Beweissicherungsmaßnahmen durchzuführen.

AUFGESTELLT:



Dipl.-Ing.(FH) Katrin Endres

GEPRÜFT:



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

ANHANG

T₂-Funktion

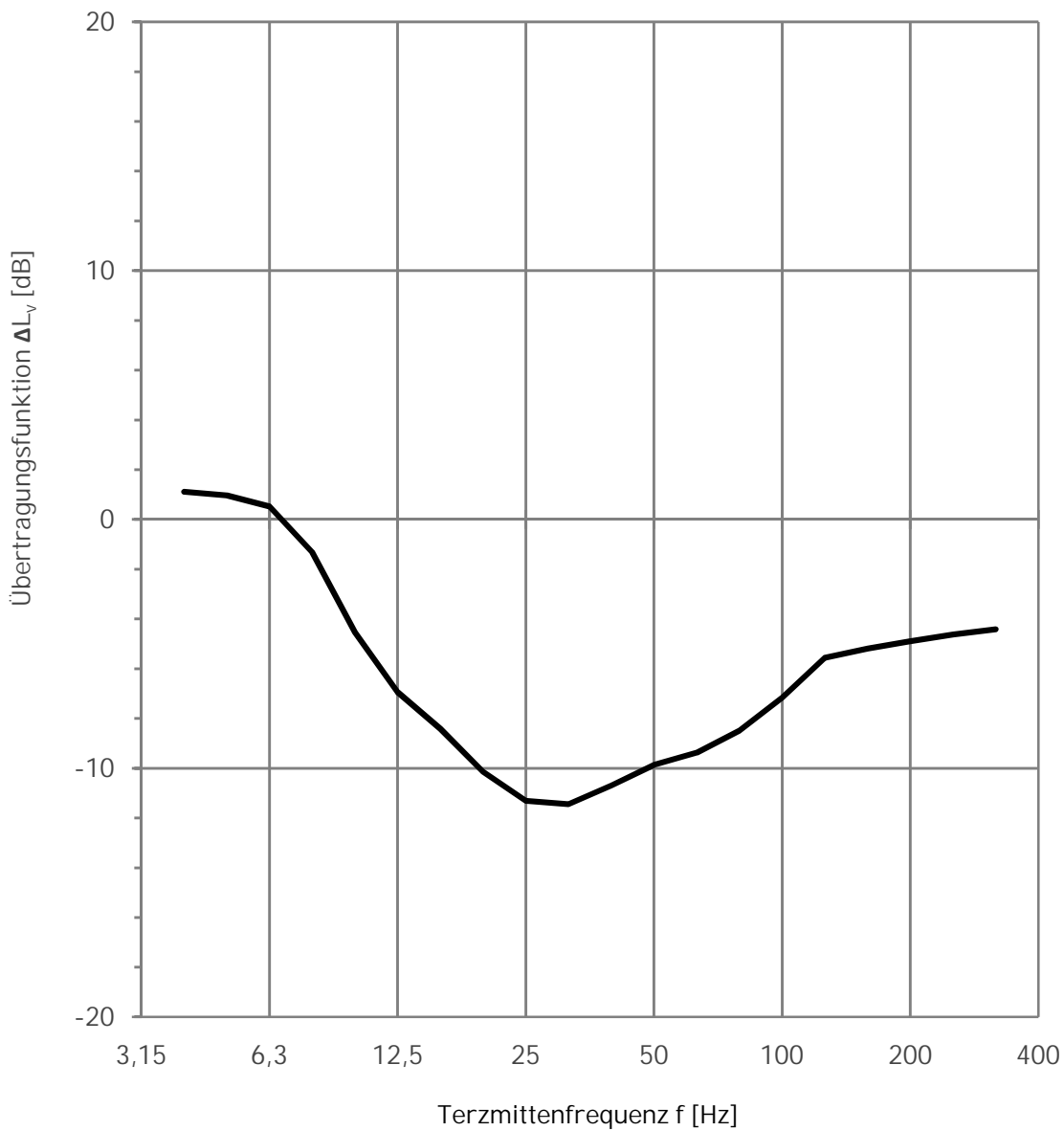
Übertragung Erdreich - Fundament

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

Übertragung vom Erdreich auf das Gebäudefundament

Gebäudetyp: Mehrfamilienhäuser

Schwingrichtung: vertikal (z)



T₃-Funktion

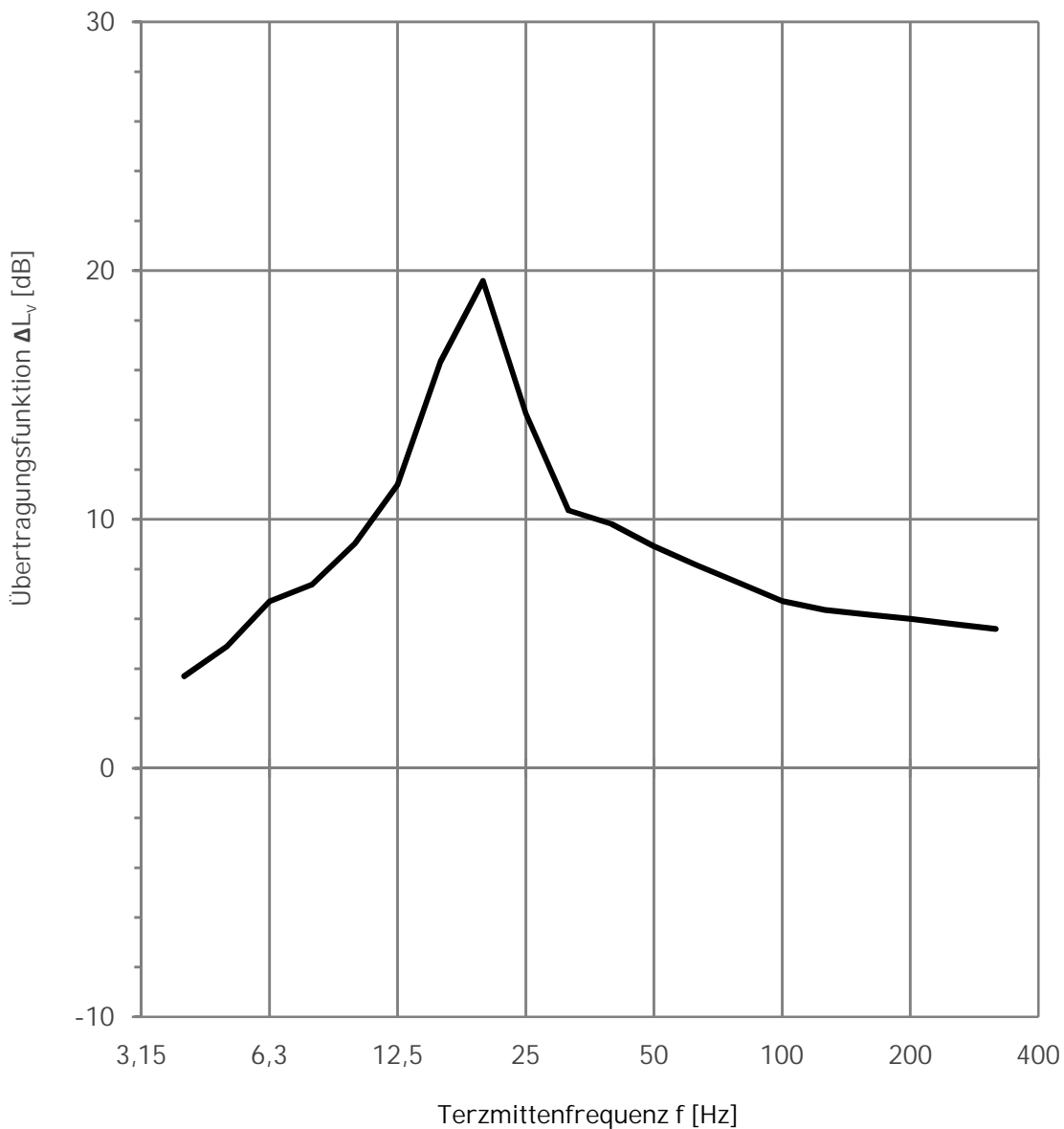
Übertragung Fundament - Geschossdecke

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

Deckenart: Holzbalkendecke

Schwingrichtung: z

Deckeneigenfrequenz: f = 20 Hz



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

T₃-Funktion

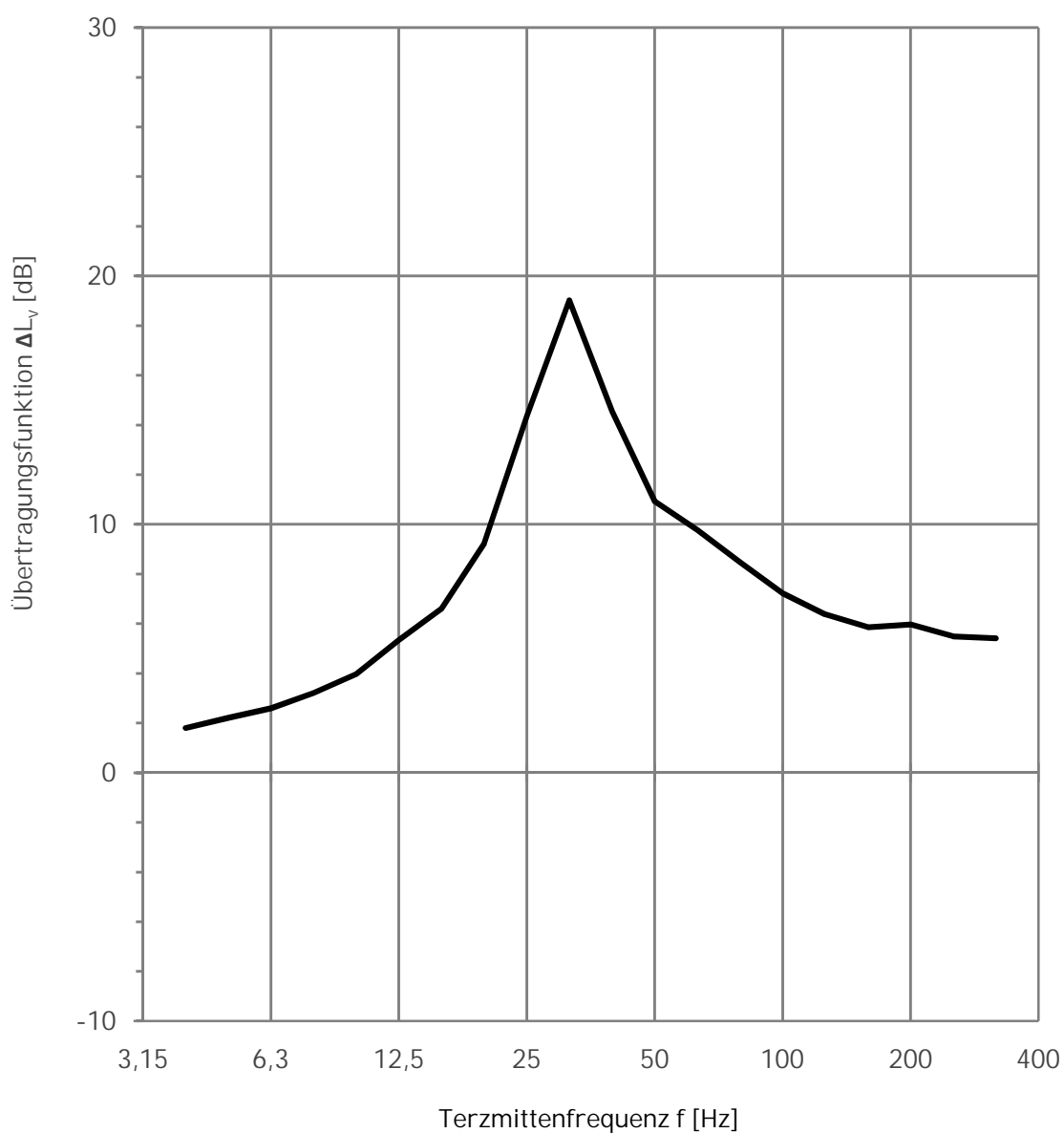
Übertragung Fundament - Geschossdecke

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

Deckenart: Stahlbetondecke

Schwingrichtung: z

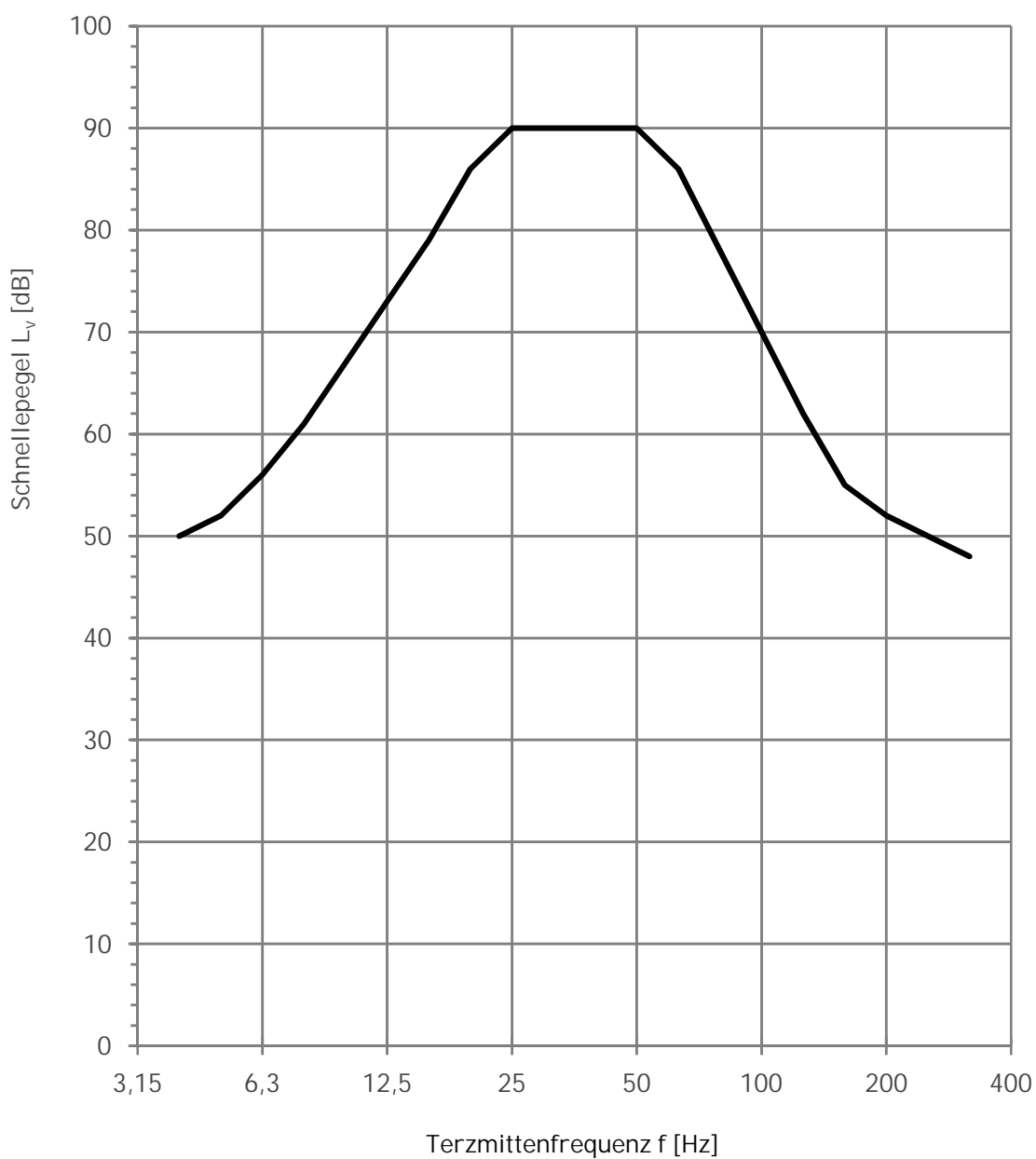
Deckeneigenfrequenz: f = 31,5 Hz



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

Emissionsspektrum Rüttelstopfverdichtung

Messpunkt (Abstand): 20 m
 Arbeitsfrequenz: - Hz
 Schwingrichtung: z
 Quelletyp: Punktquelle (PQ)
 harmonisch/stationär (HS)
 Wellenart: Oberflächenwelle

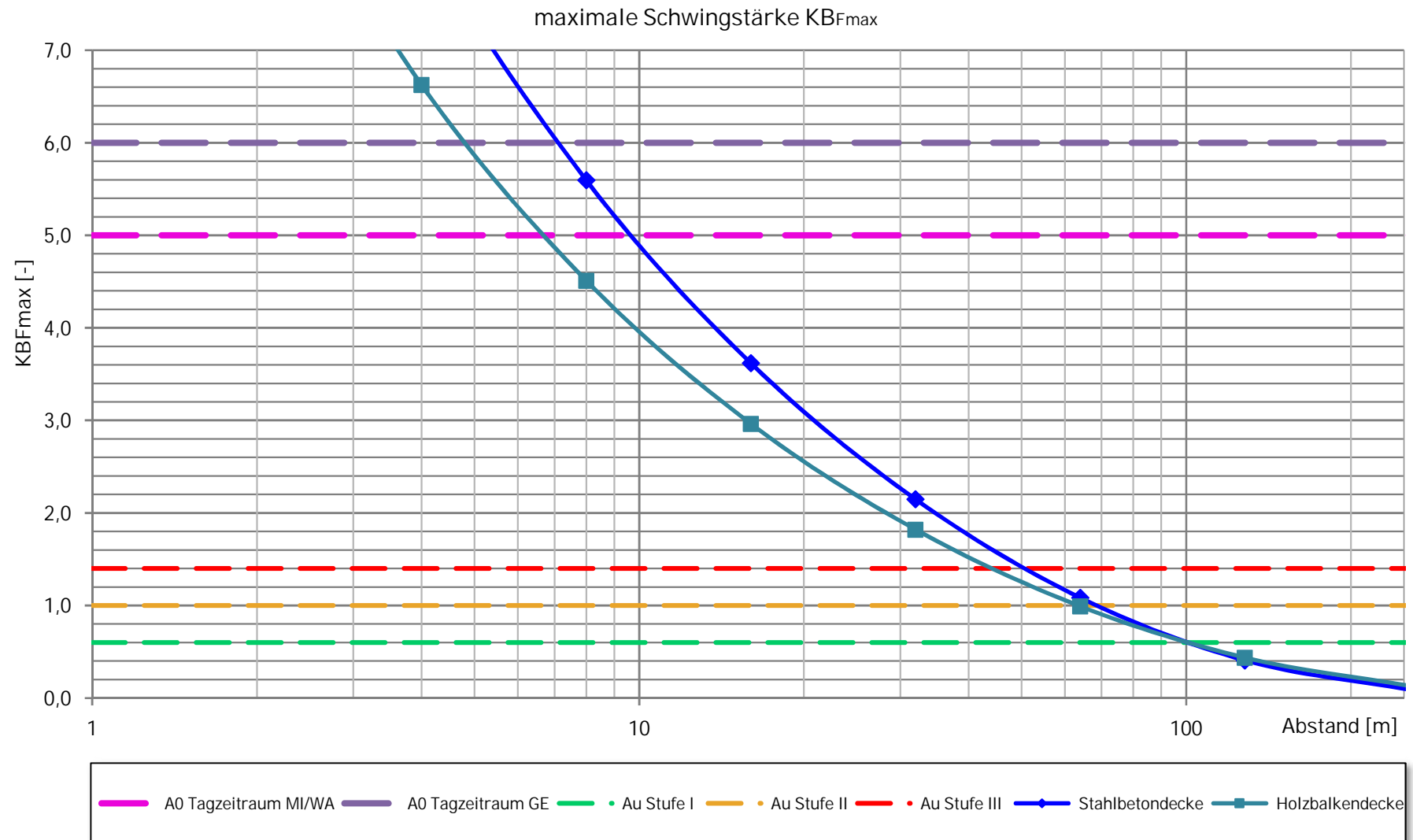


L_v [dB]	f [Hz]
50,0	4
52,0	5
56,0	6,3
61,0	8
67,0	10
73,0	12,5
79,0	16
86,0	20
90,0	25
90,0	31,5
90,0	40
90,0	50
86,0	63
78,0	80
70,0	100
62,0	125
55,0	160
52,0	200
50,0	250
48,0	315
97,0	Σ
3,53	v_{Fmax}

KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

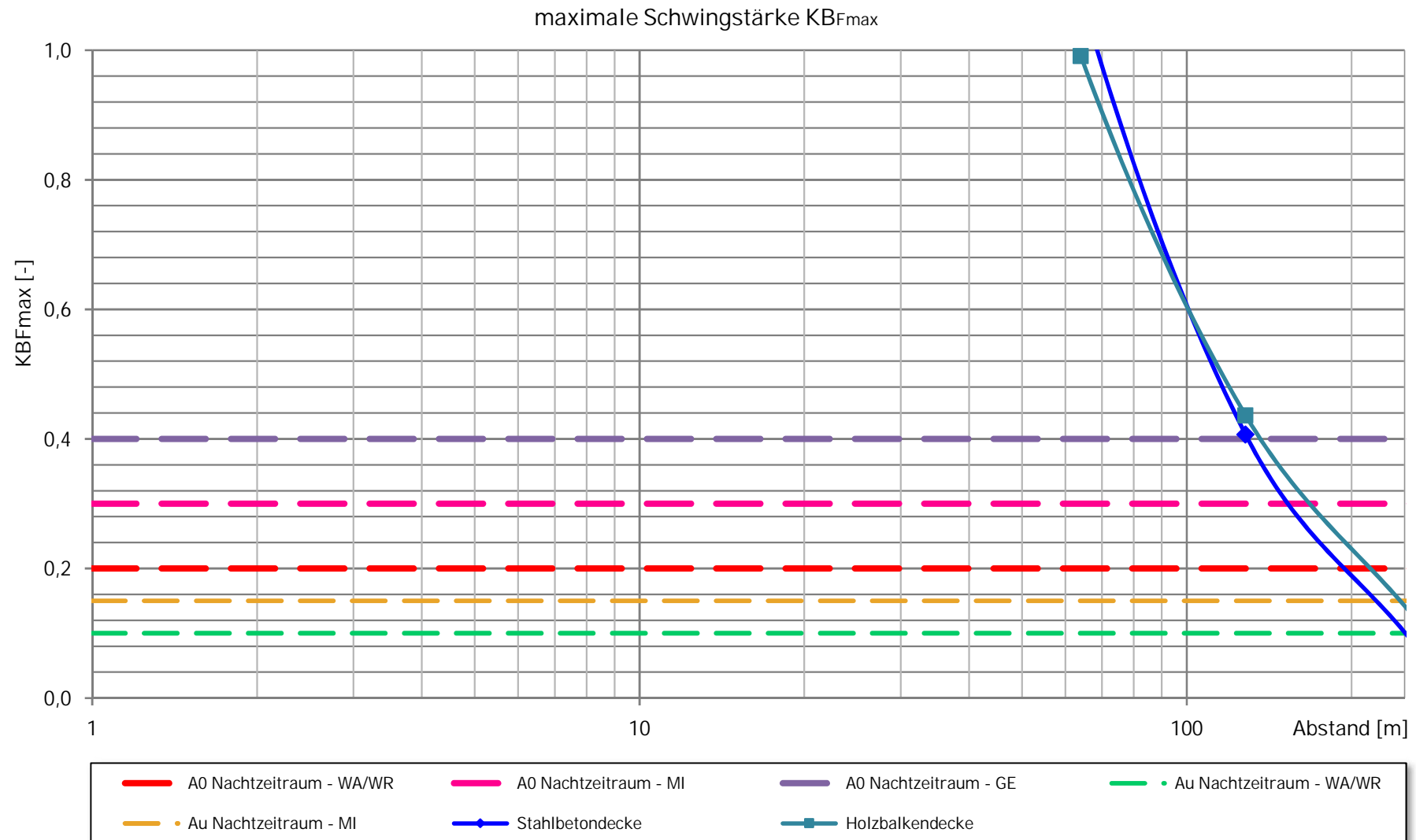
Rüttelstopfverdichtung



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Rüttelstopfverdichtung

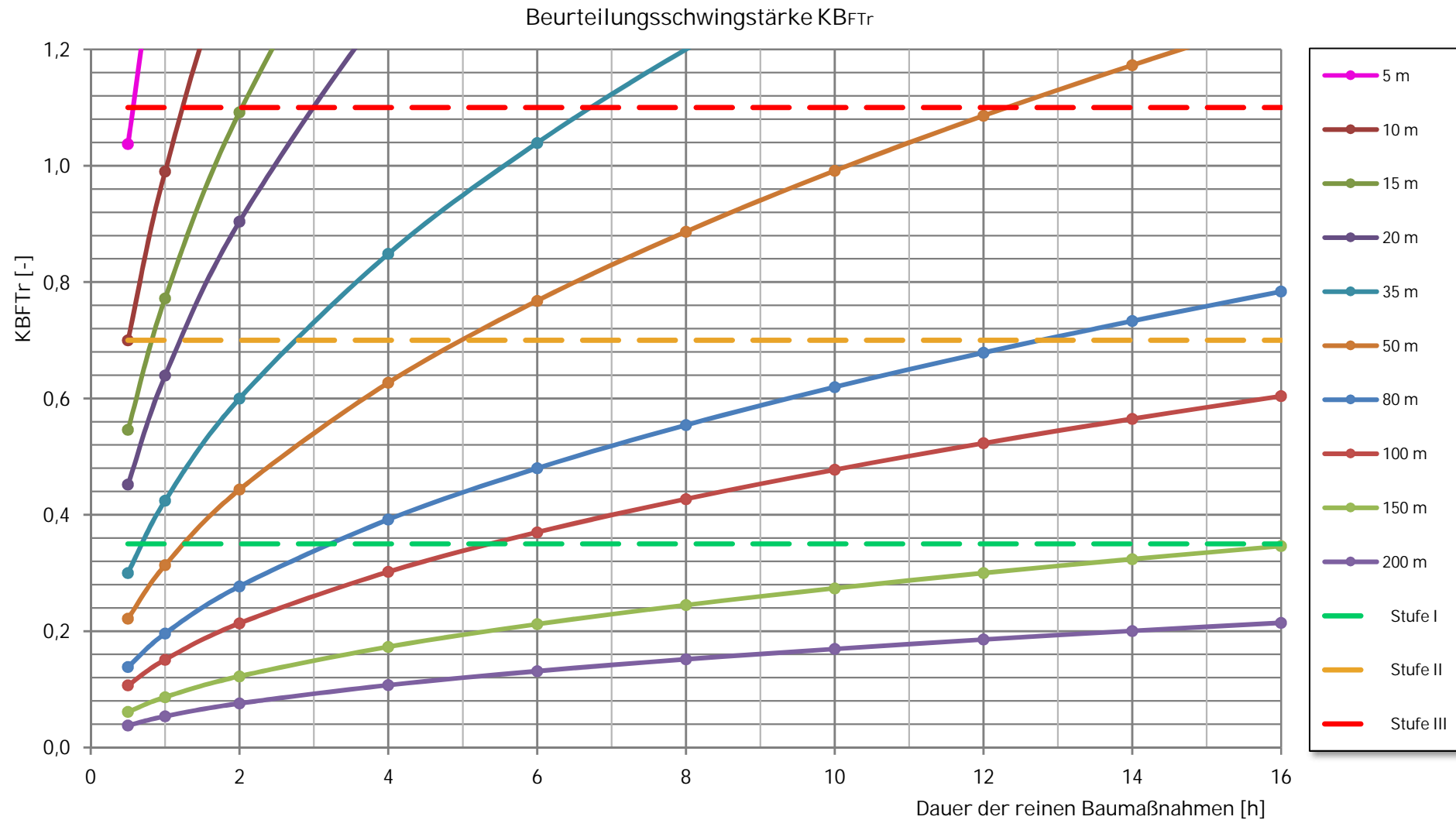


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Holzbalkendecken

Rüttelstopfverdichtung

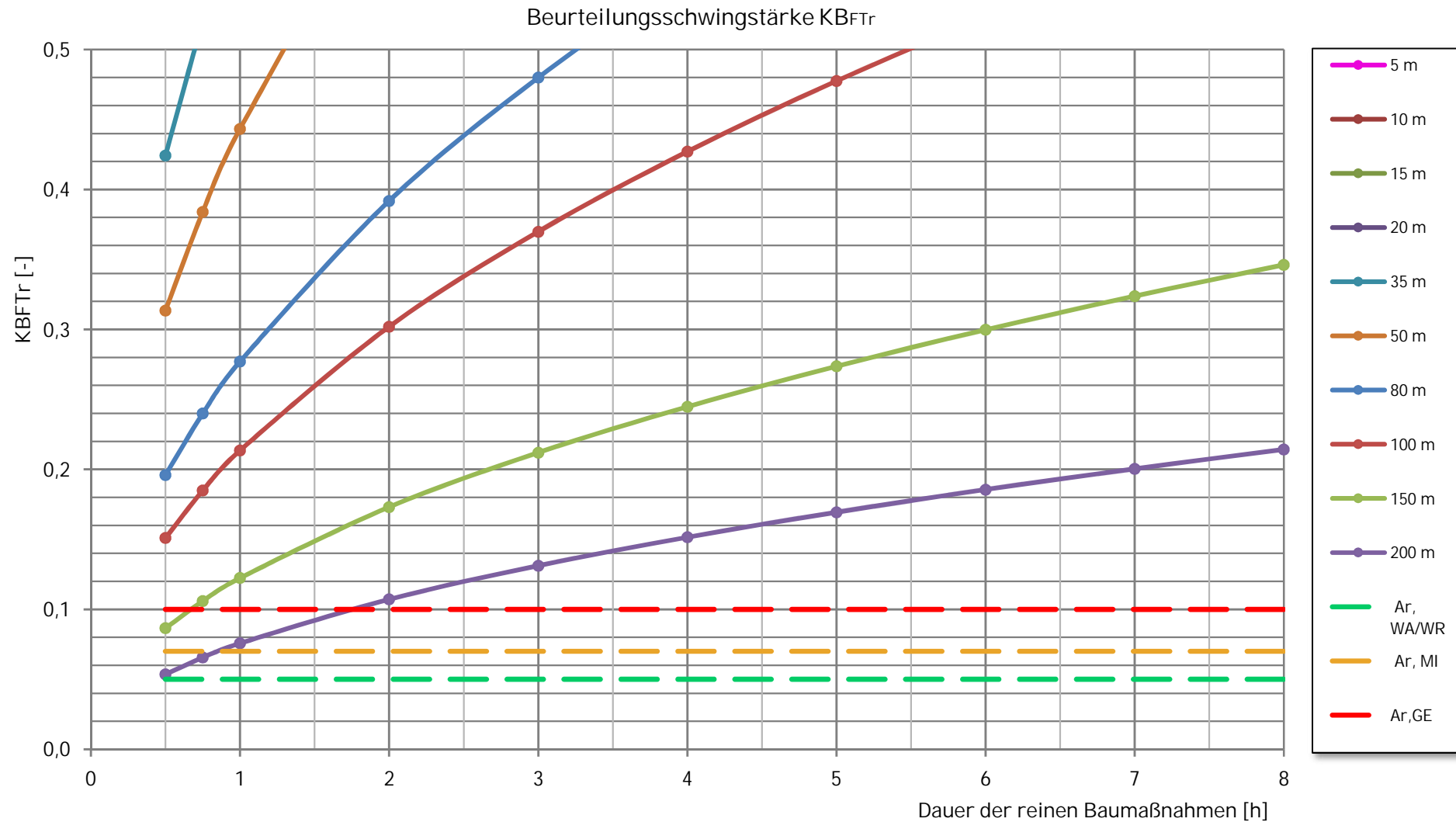


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Holzbalkendecken

Rüttelstopfverdichtung

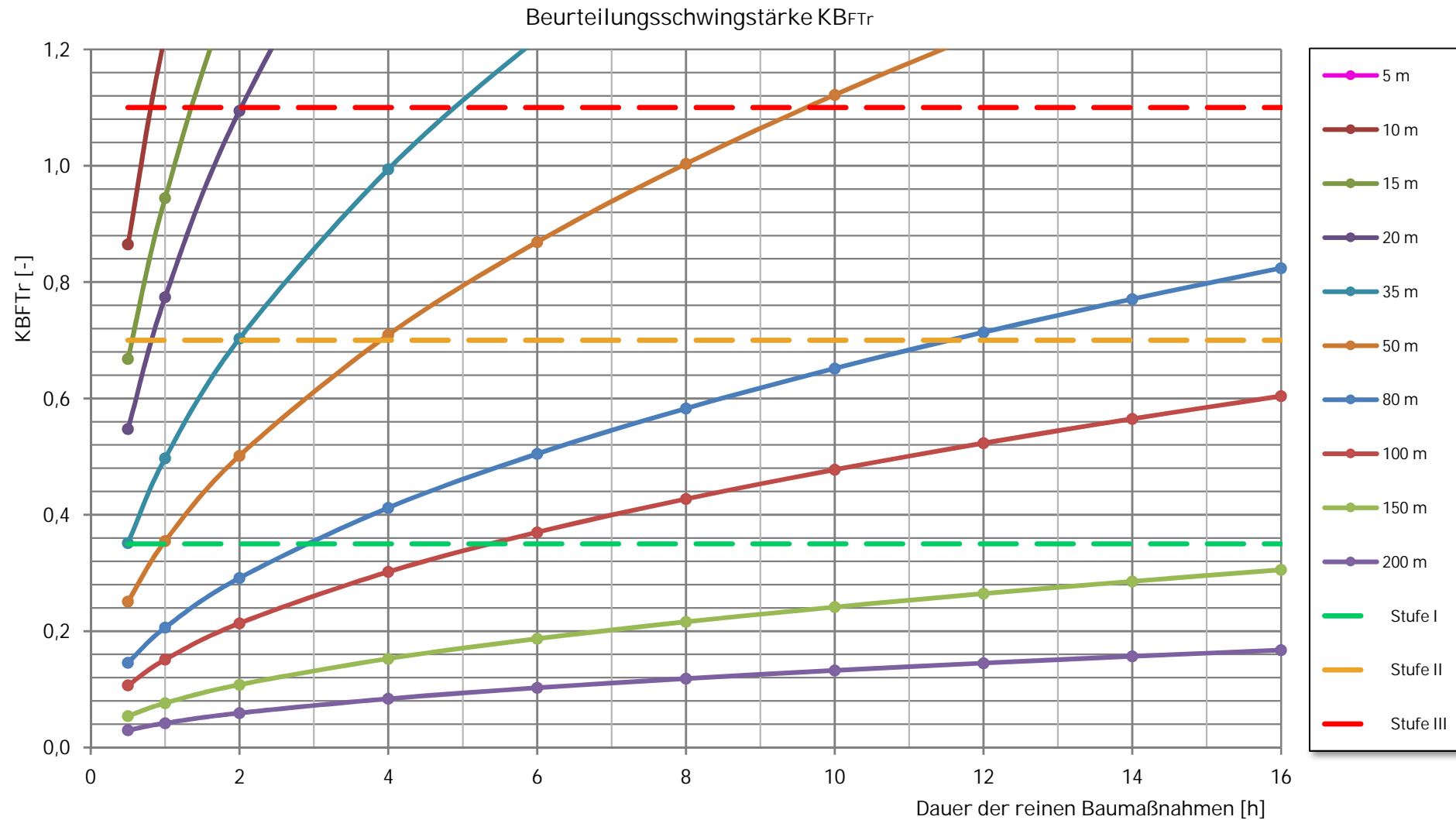


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Stahlbetondecken

Rüttelstopfverdichtung

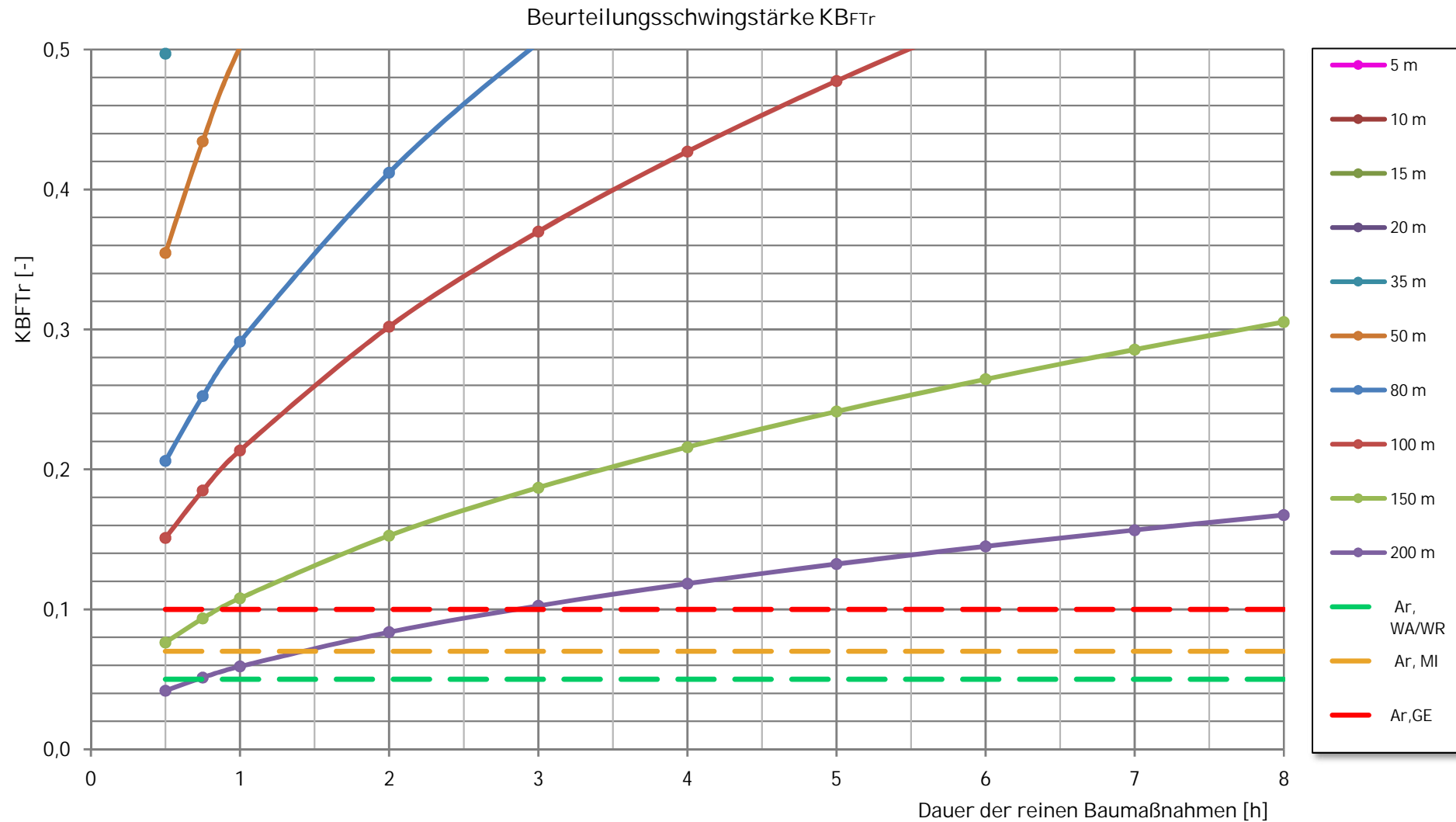


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Stahlbetondecken

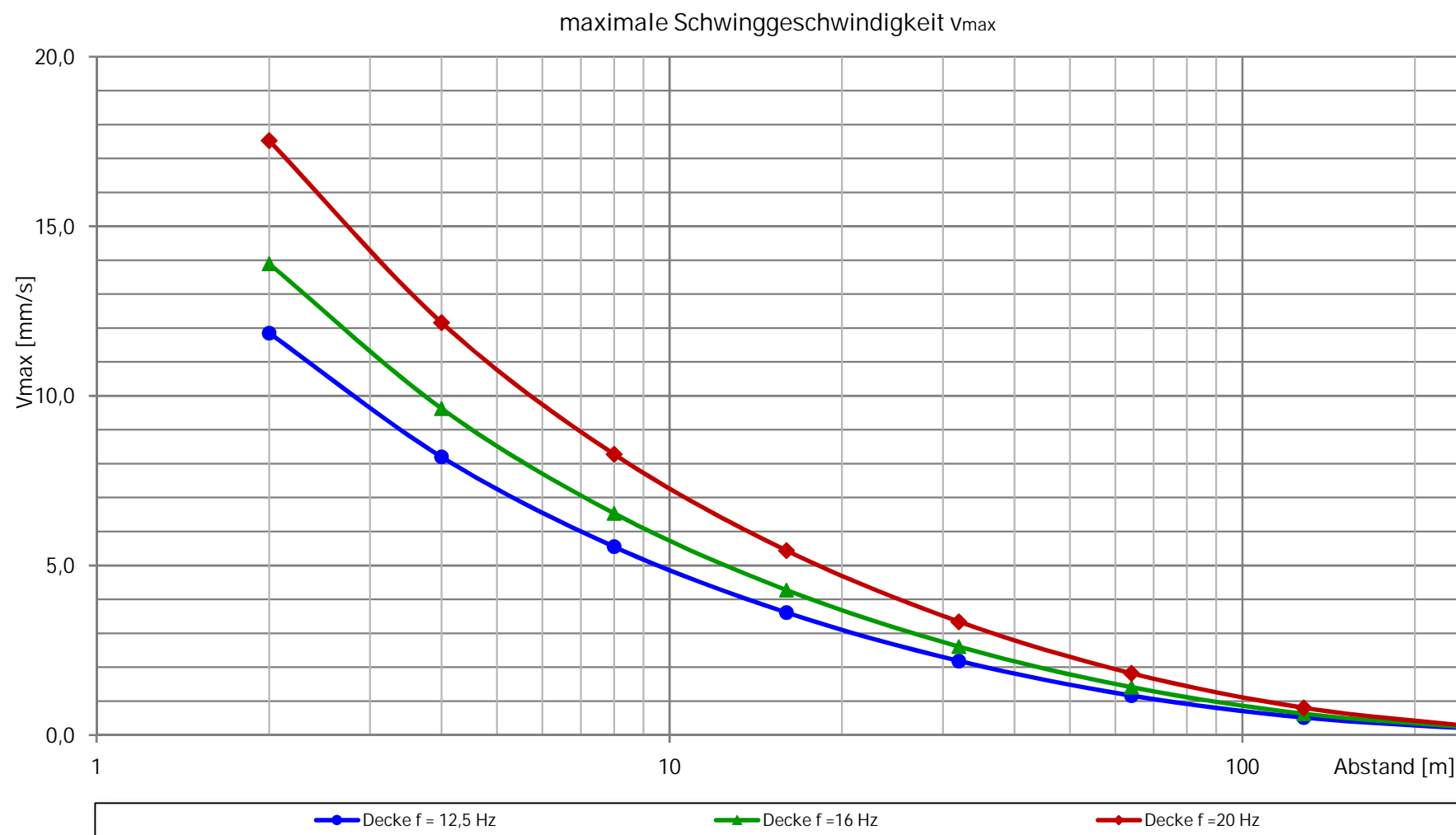
Rüttelstopfverdichtung



Maximale Schwinggeschwindigkeit

in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

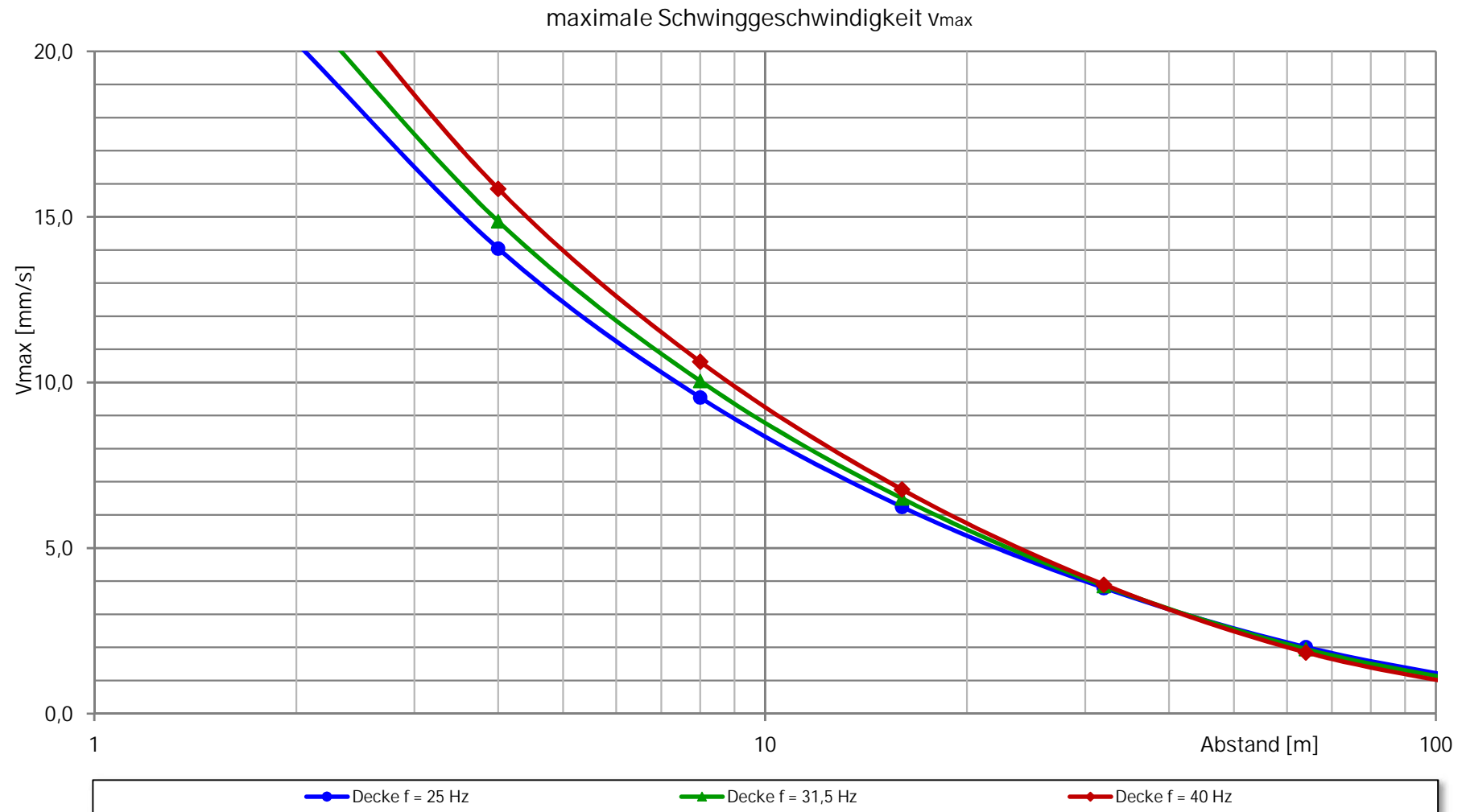
Rüttelstopfverdichtung




Maximale Schwinggeschwindigkeit

in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

Rüttelstopfverdichtung





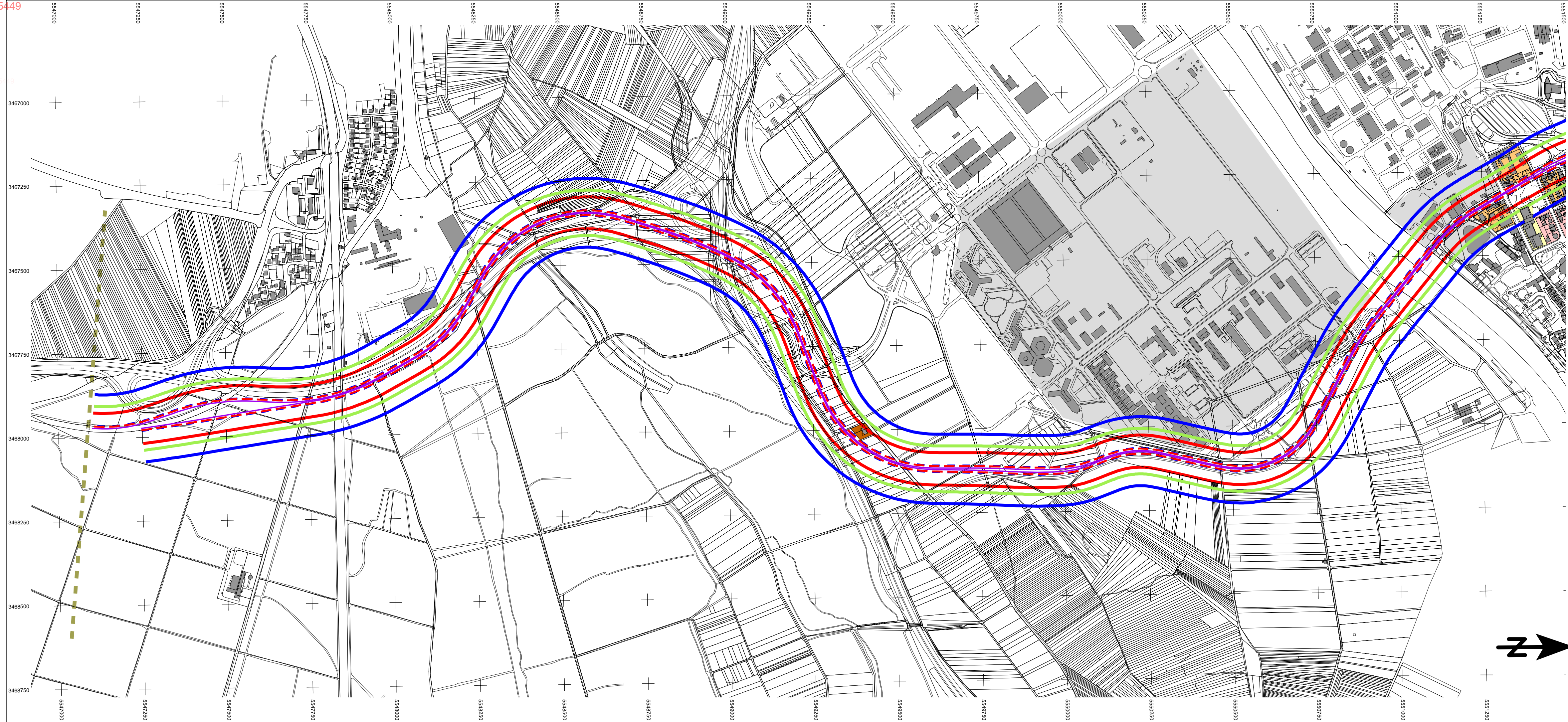
- Maßstab 1:7500
- 
- 0 75 150 225 300 375 m

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



Planausschnitt Nord



- Ao Tag GE
 - Ao Tag MI/WA
 - Au Tag Stufe III
 - Au Tag Stufe II
 - Au Tag Stufe I
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500

0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



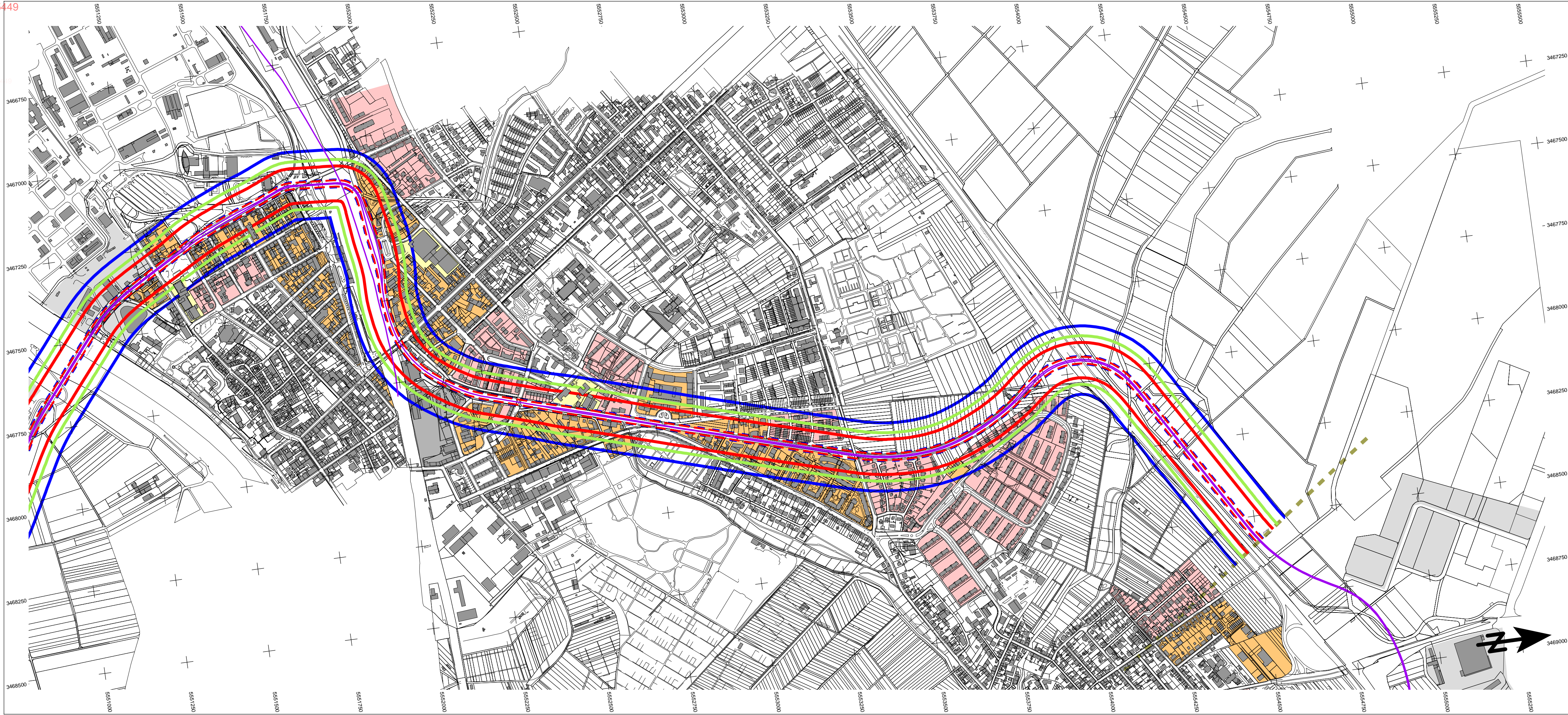
ANHANG 2.10.1.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während der Rüttelstopfverdichtung

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Ao Tag GE
- Ao Tag MI/WA
- Au Tag Stufe III
- Au Tag Stufe II
- Au Tag Stufe I

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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



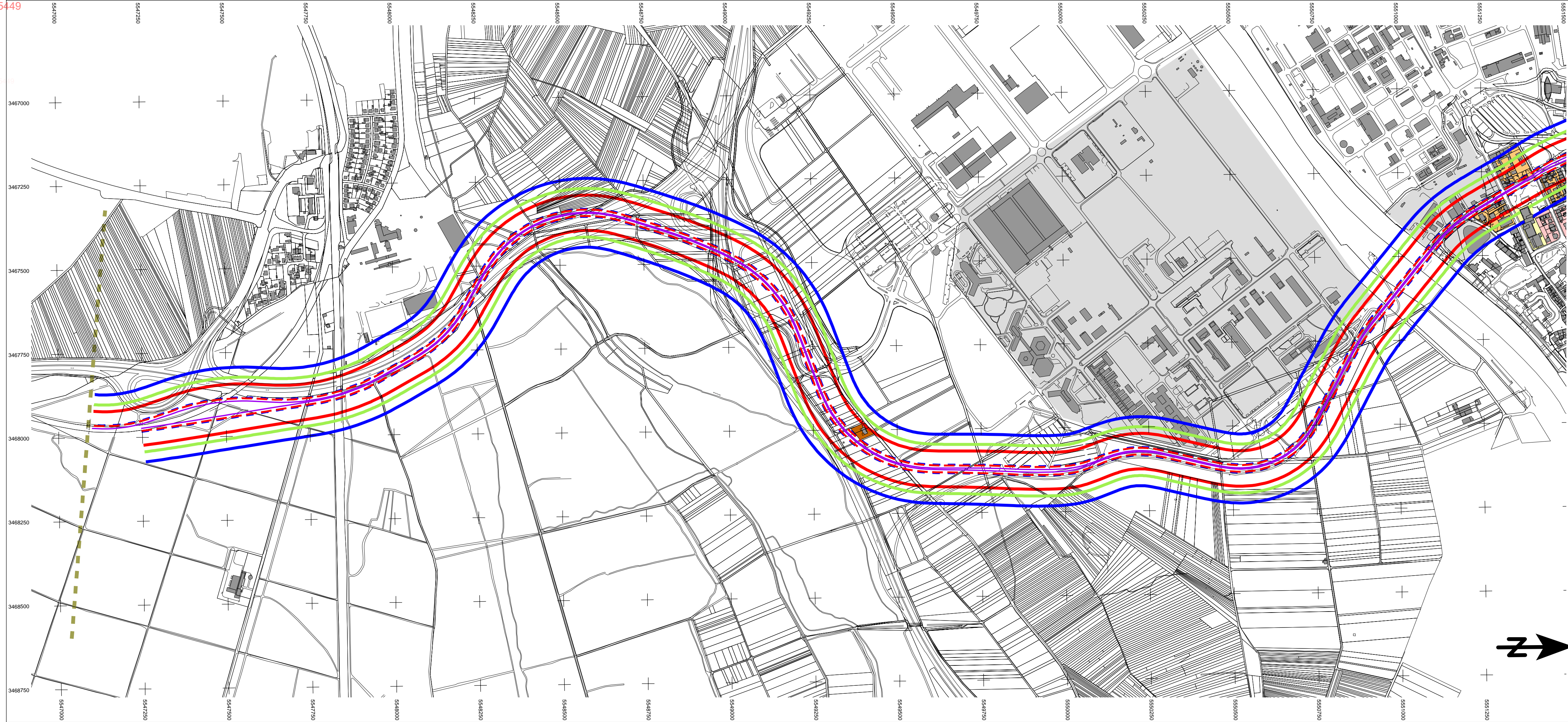
ANHANG 2.10.2.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während der Rüttelstopfverdichtung

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- - - Ao Tag GE
 - - - Ao Tag MI/WA
 - Au Tag Stufe III
 - Au Tag Stufe II
 - Au Tag Stufe I
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500

0 75 150 225 300 375 m



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



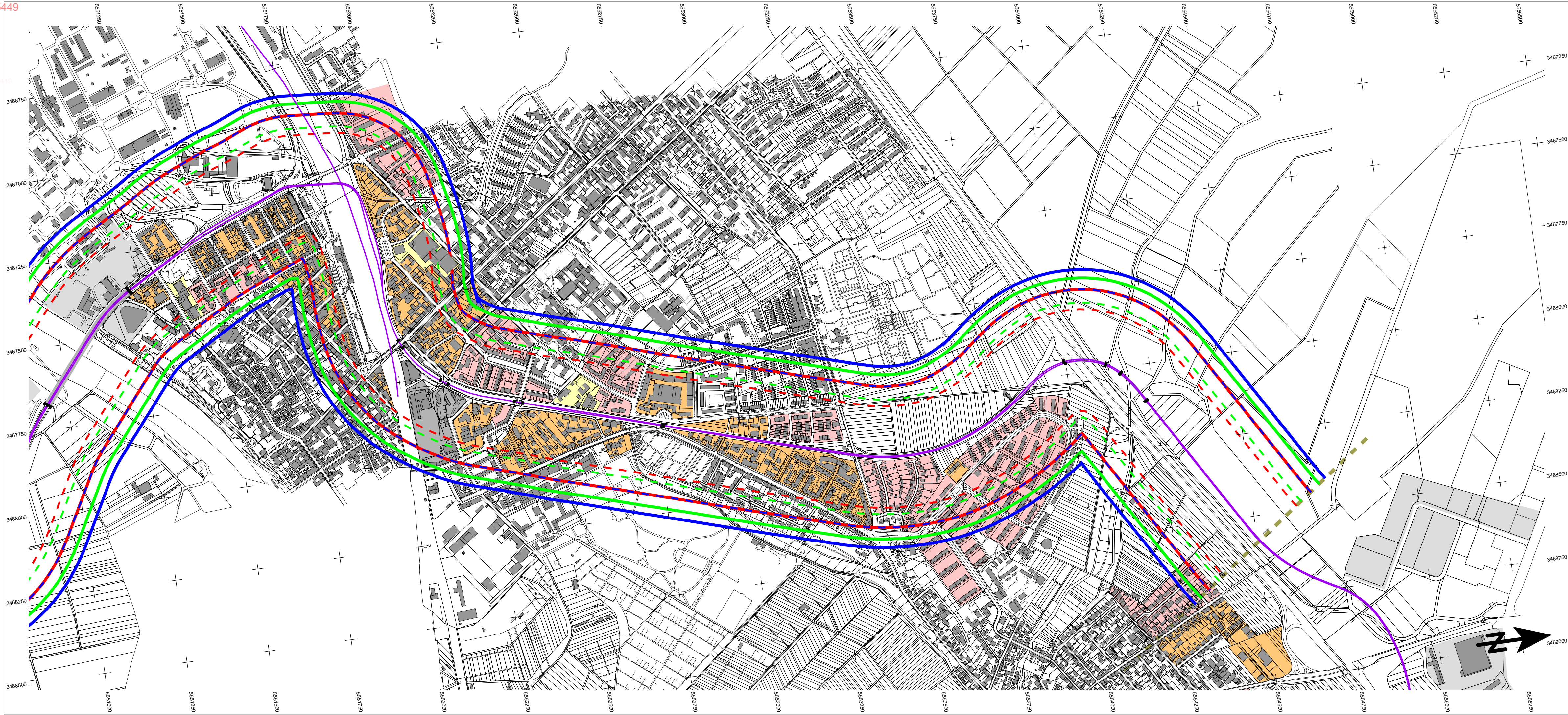
ANHANG 2.10.2.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während der Rüttelstopfverdichtung

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



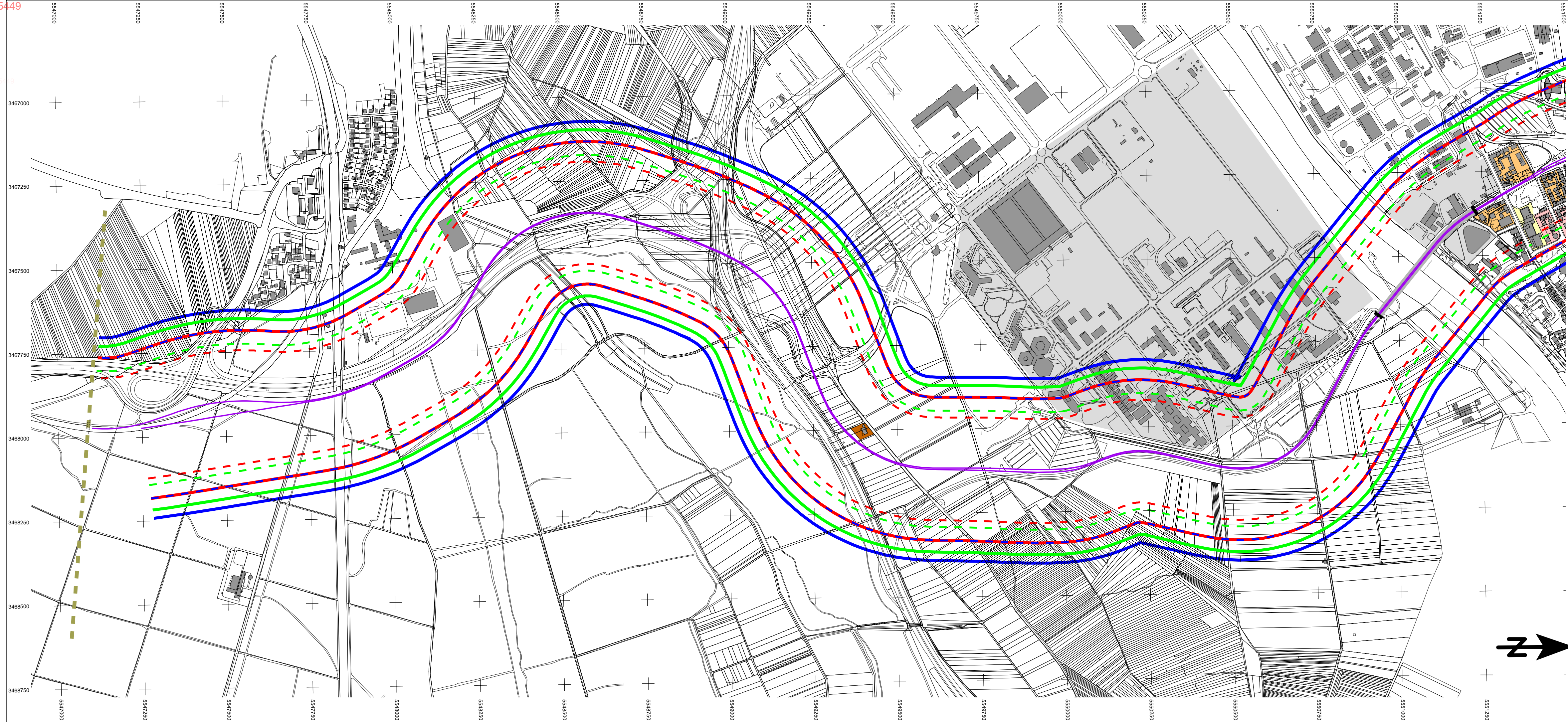
ANHANG 2.11.1.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während der Rüttelstopfverdichtung

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



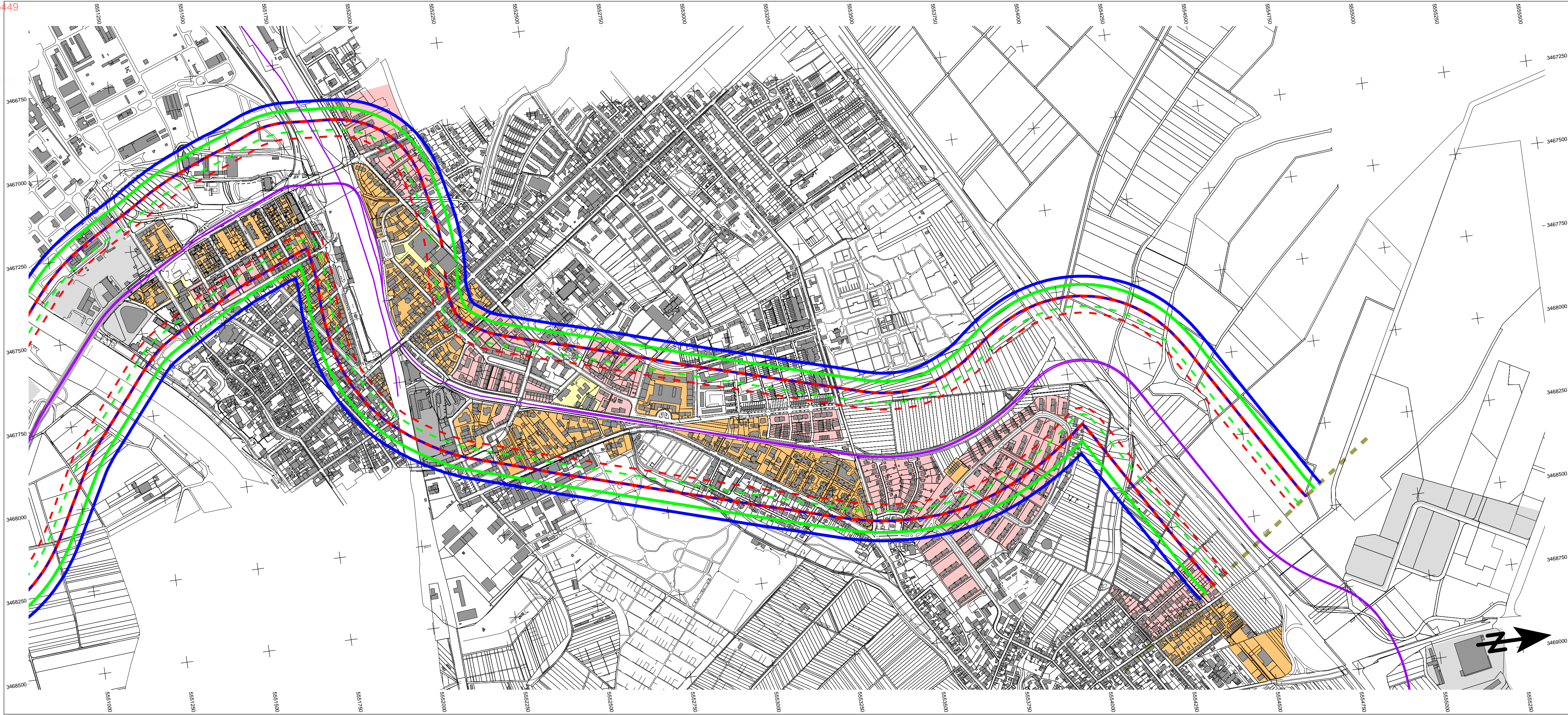
ANHANG 2.11.1.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während der Rüttelstopfverdichtung

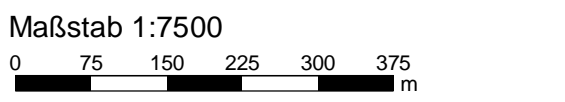
Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich



KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



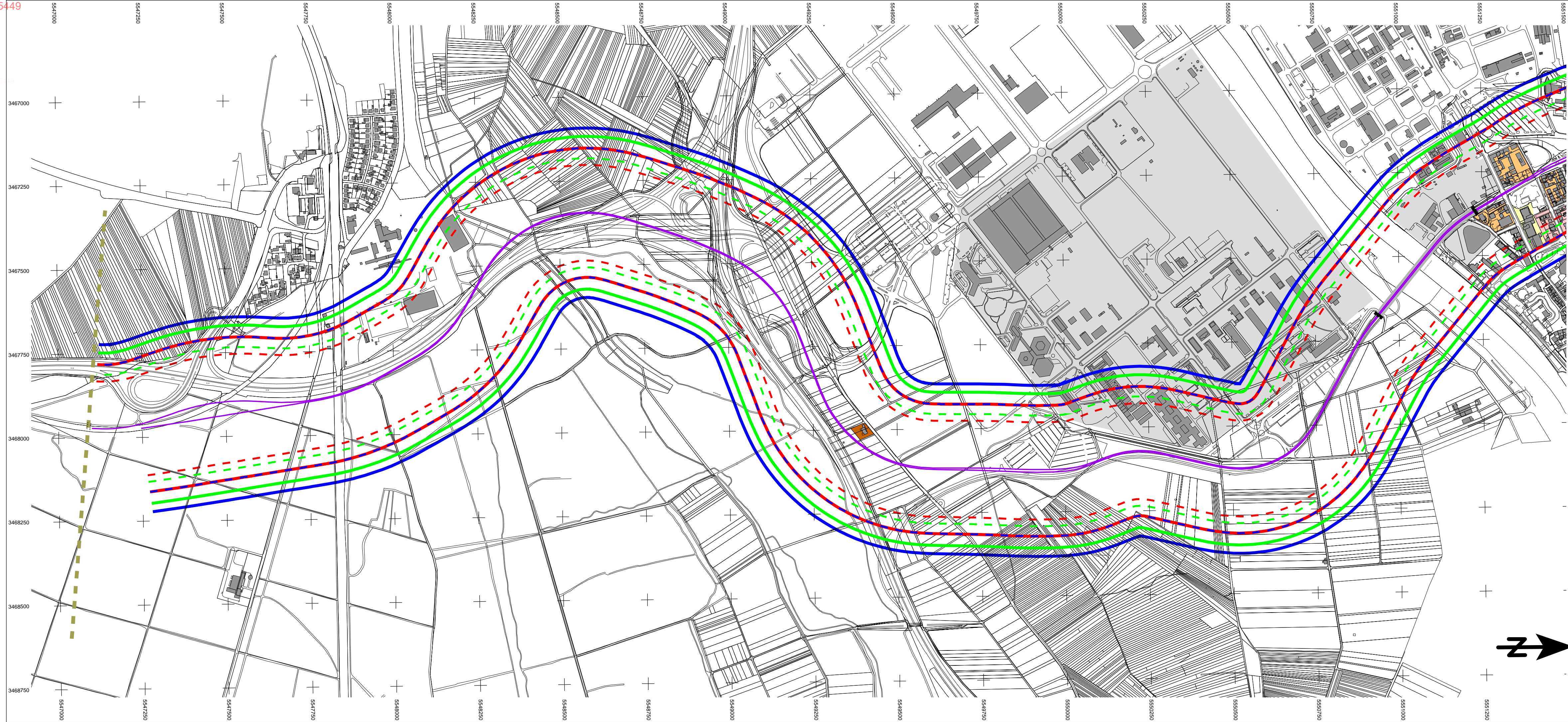
ANHANG 2.11.2.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während der Rüttelstopfverdichtung

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



ANHANG 2.11.2.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während der Rüttelstopfverdichtung

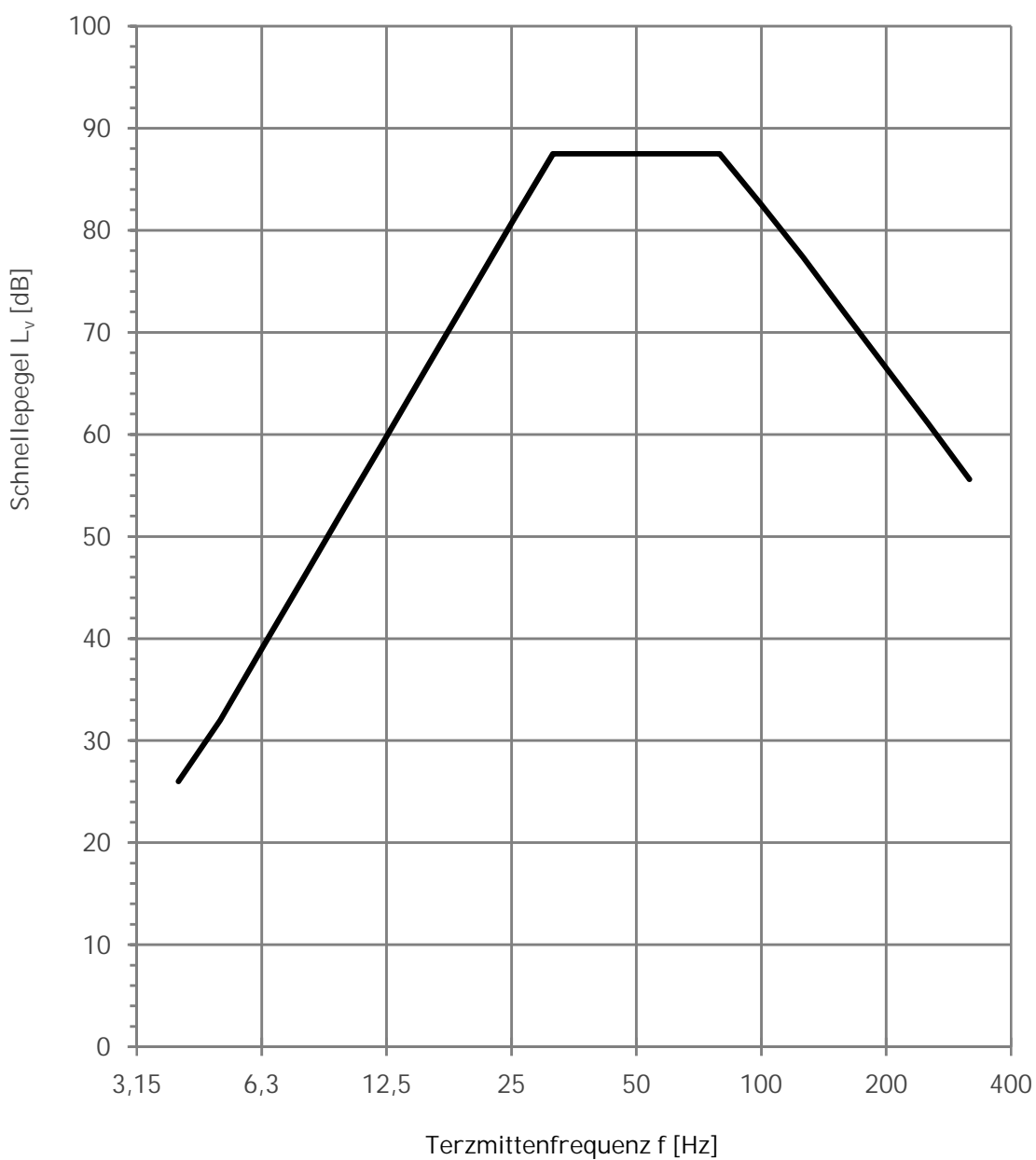
Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Süd

Emissionsspektrum

Vibrationswalze

Messpunkt (Abstand): 8 m
 Arbeitsfrequenz: 40-60 Hz
 Schwingrichtung: z
 Quelletyp: Punktquelle (PQ)
 harmonisch/stationär (HS)
 Wellenart: Oberflächenwelle (O)

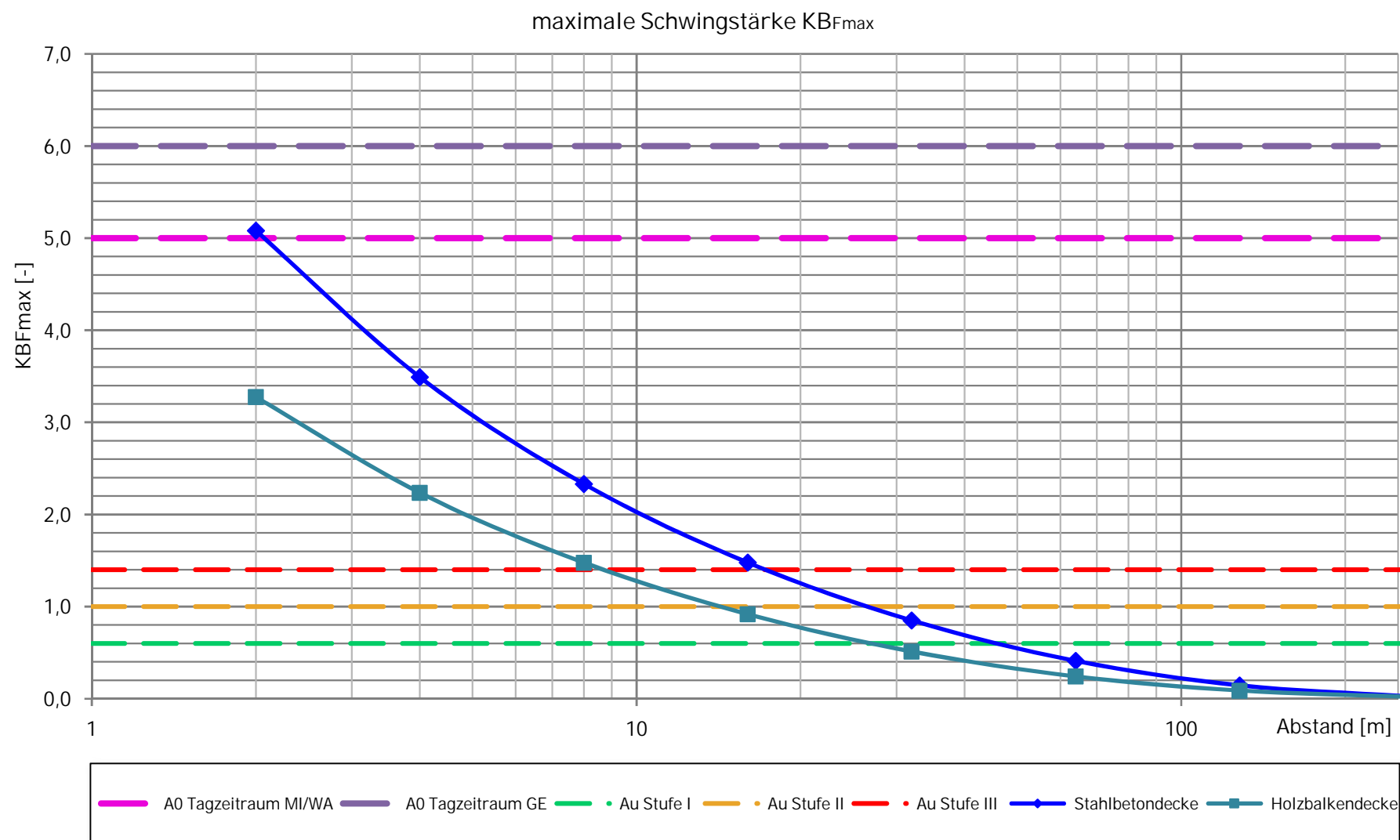


L_v [dB]	f [Hz]
26,0	4
32,0	5
39,0	6,3
45,9	8
52,9	10
59,8	12,5
66,8	16
73,7	20
80,7	25
87,5	31,5
87,5	40
87,5	50
87,5	63
87,5	80
82,5	100
77,4	125
71,9	160
66,5	200
61,1	250
55,6	315
95,1	Σ
2,83	V_{Fmax}

KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

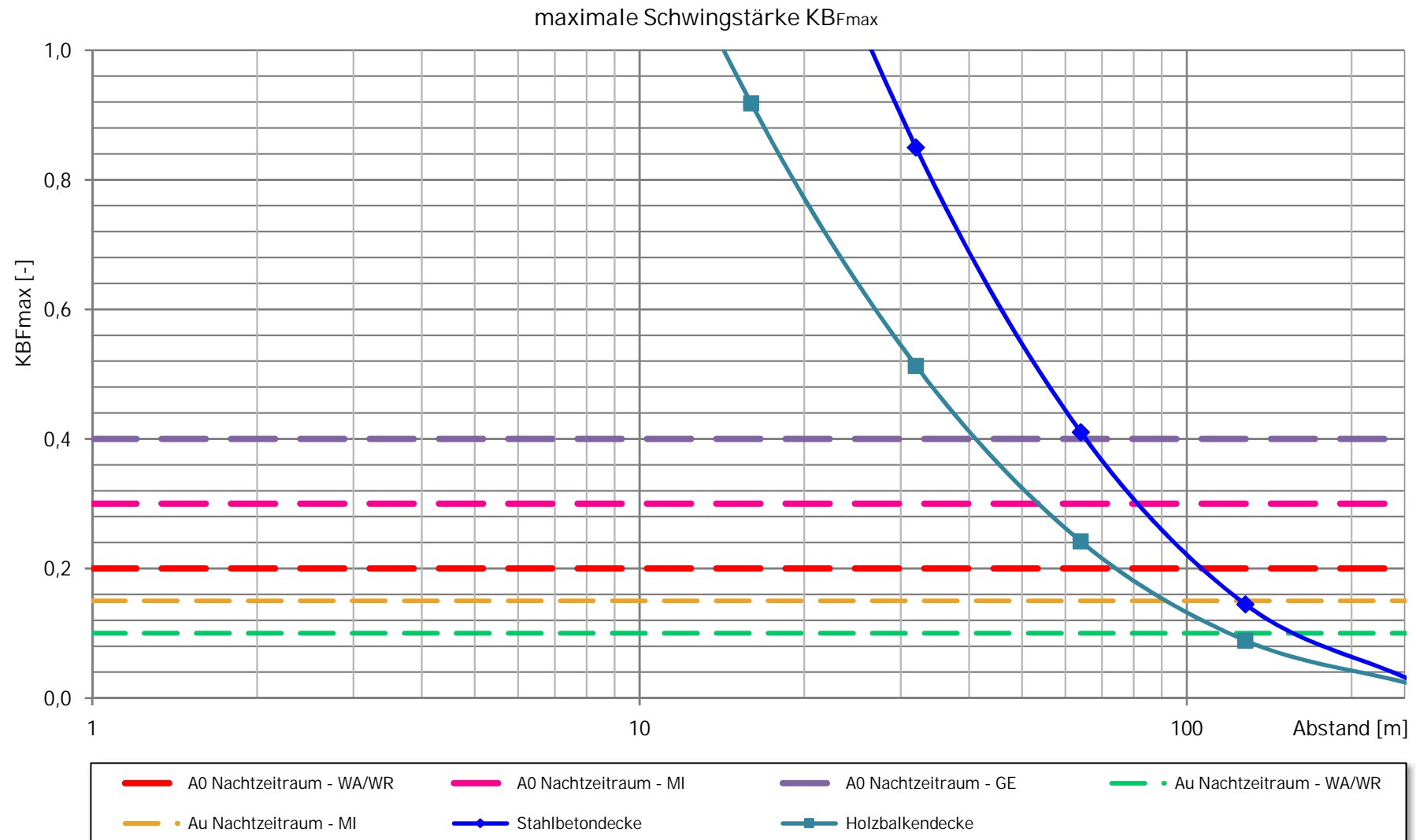
Vibrationswalze



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Vibrationswalze

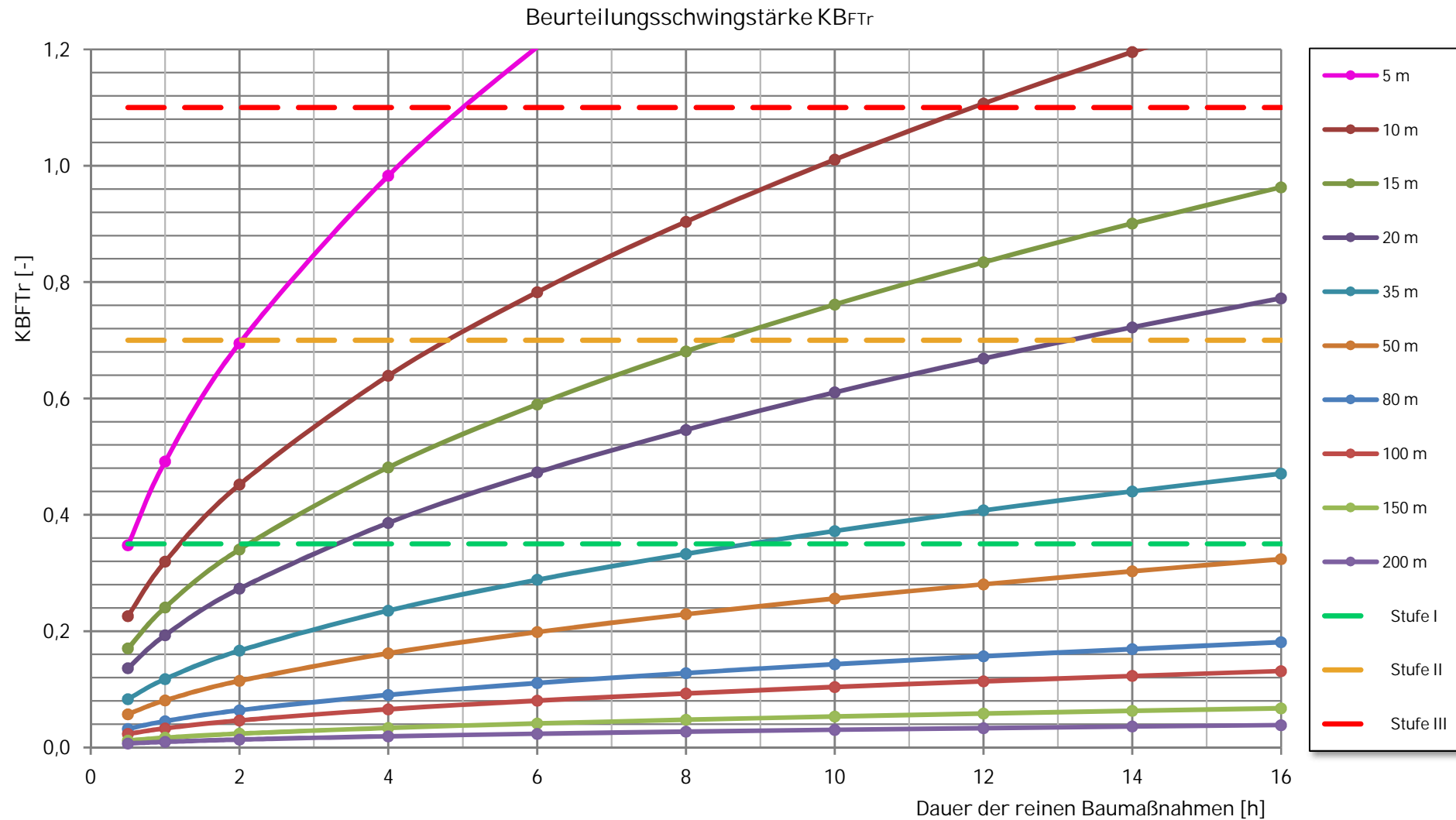


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Holzbalkendecken

Vibrationswalze

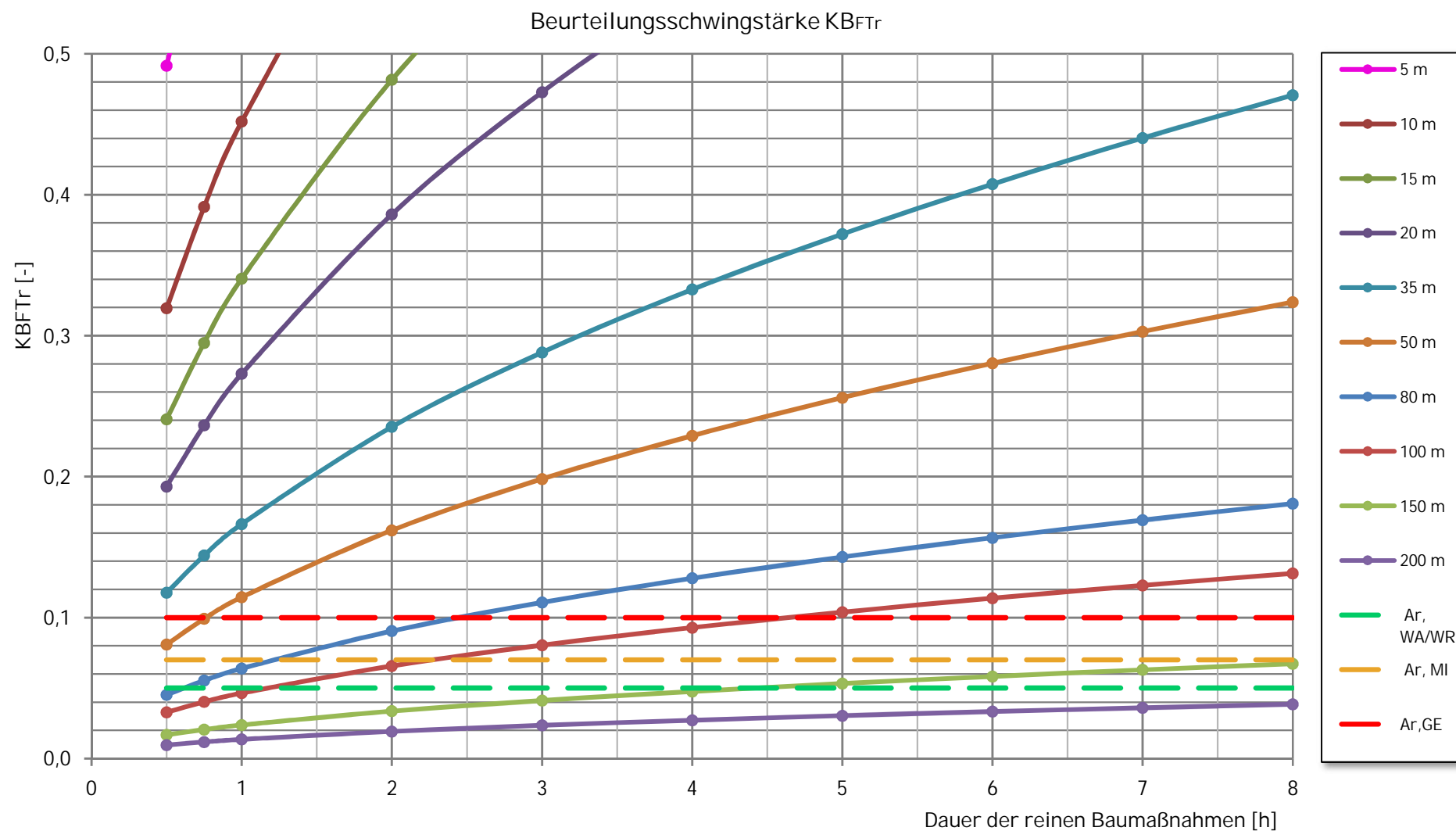


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Holzbalkendecken

Vibrationswalze

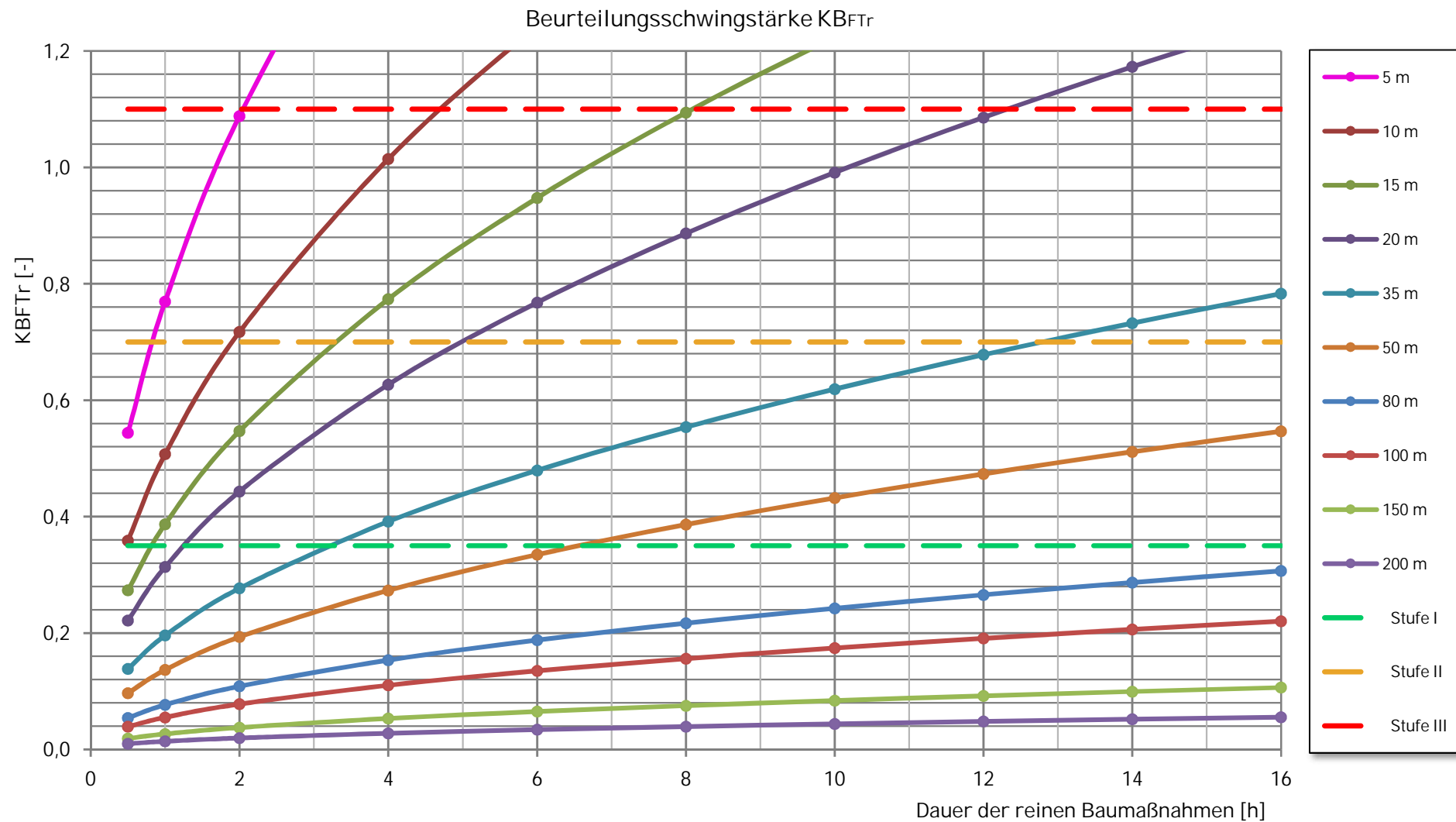


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Stahlbetondecken

Vibrationswalze

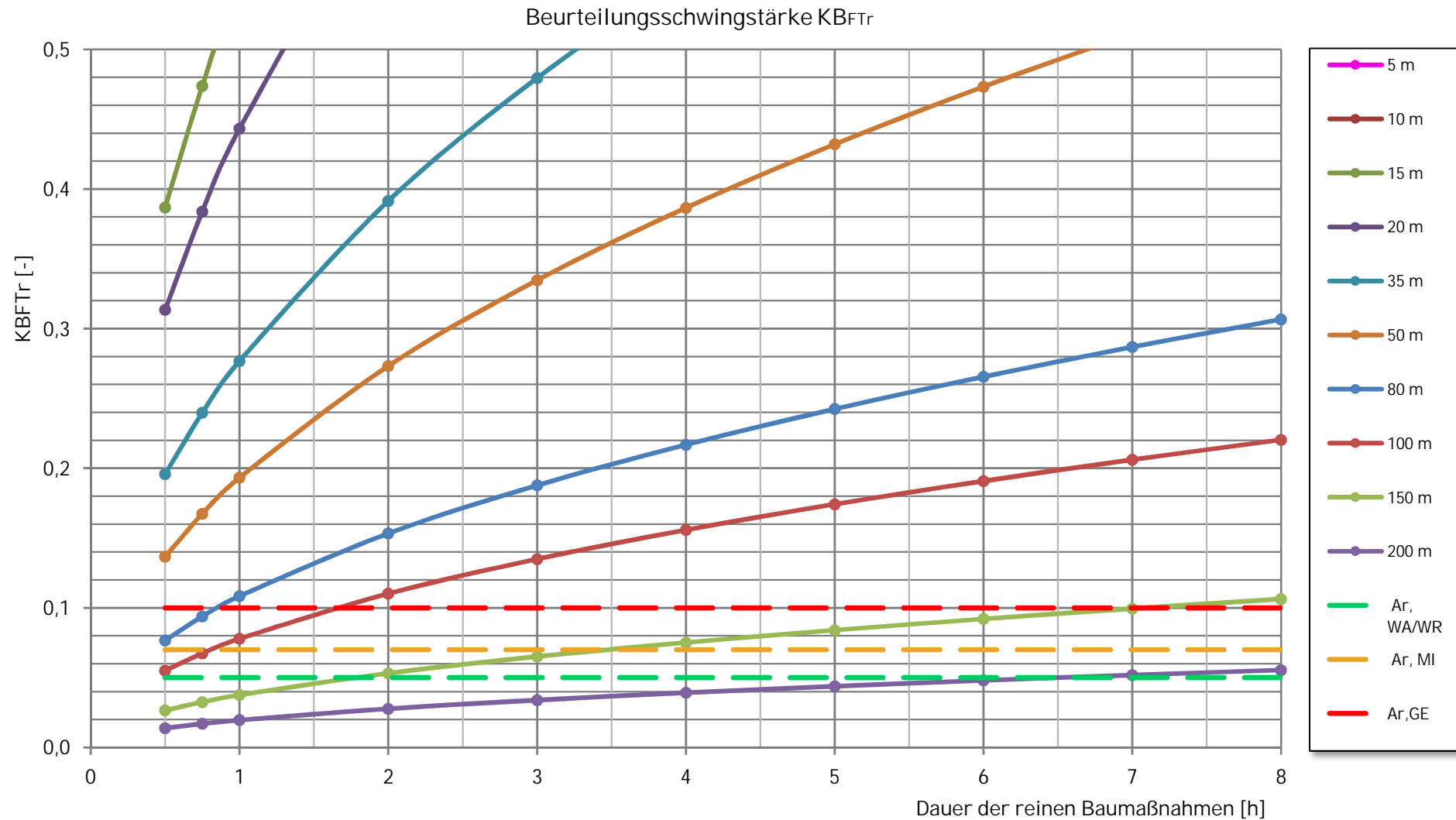


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Stahlbetondecken

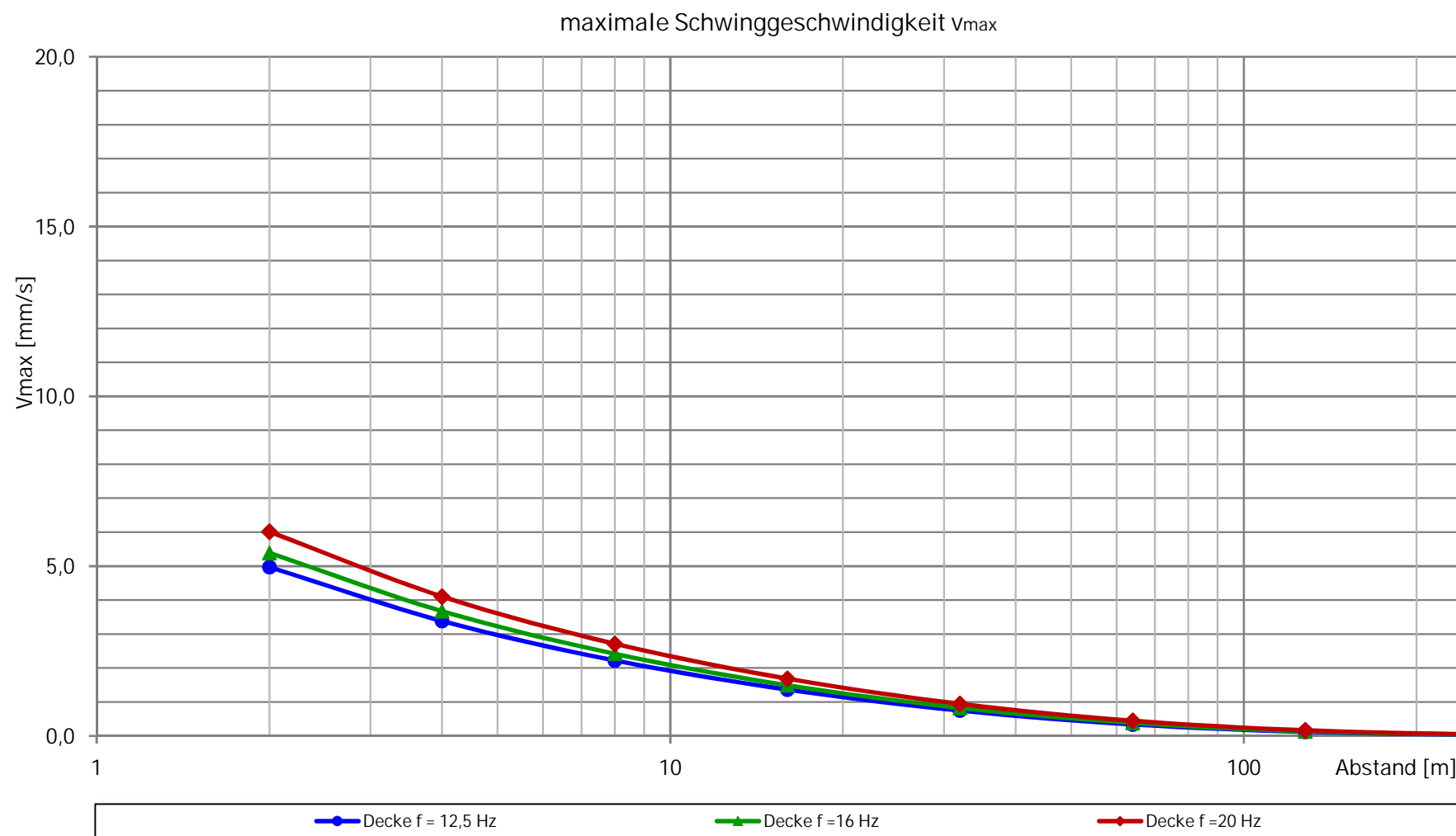
Vibrationswalze



Maximale Schwinggeschwindigkeit

in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

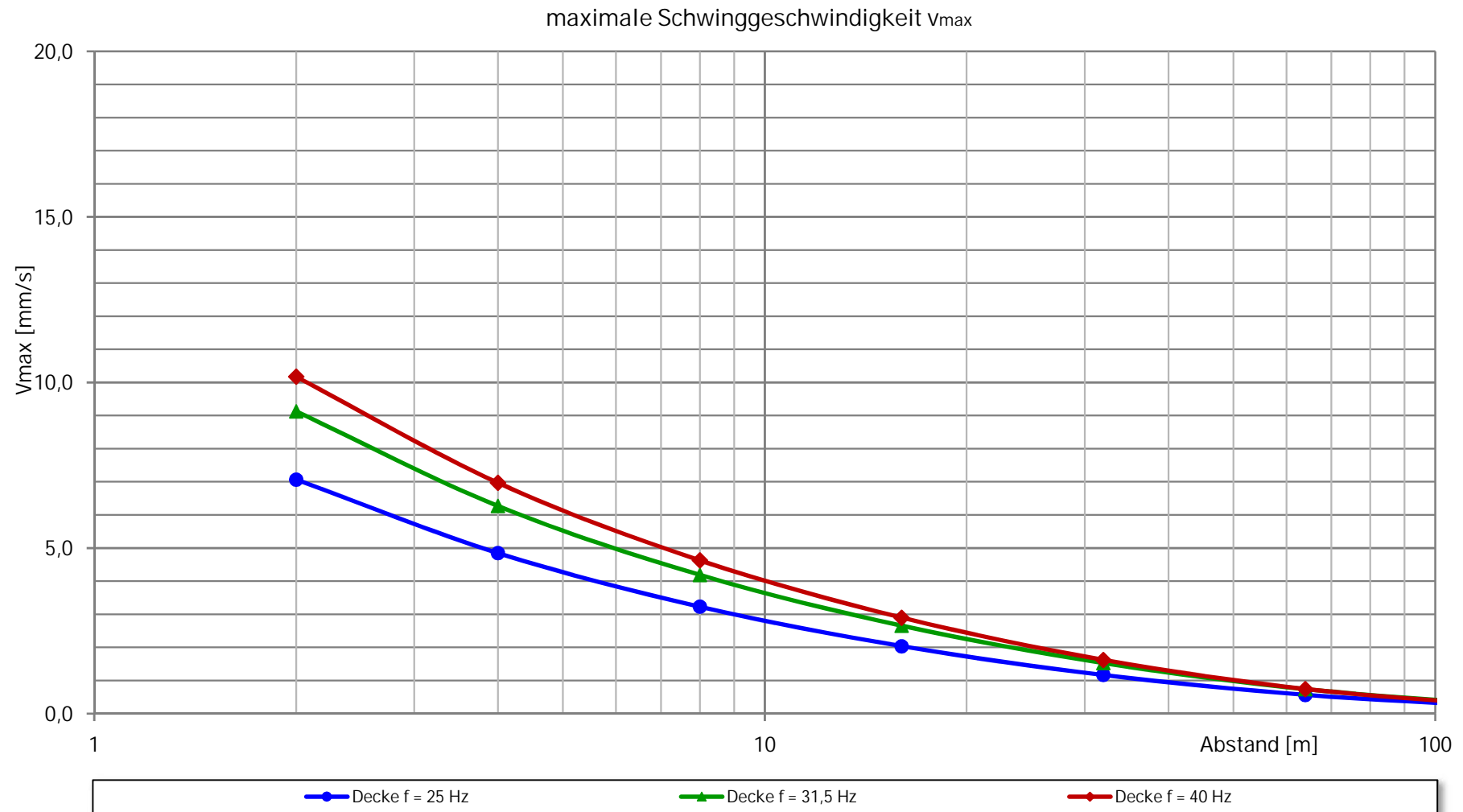
Vibrationswalze

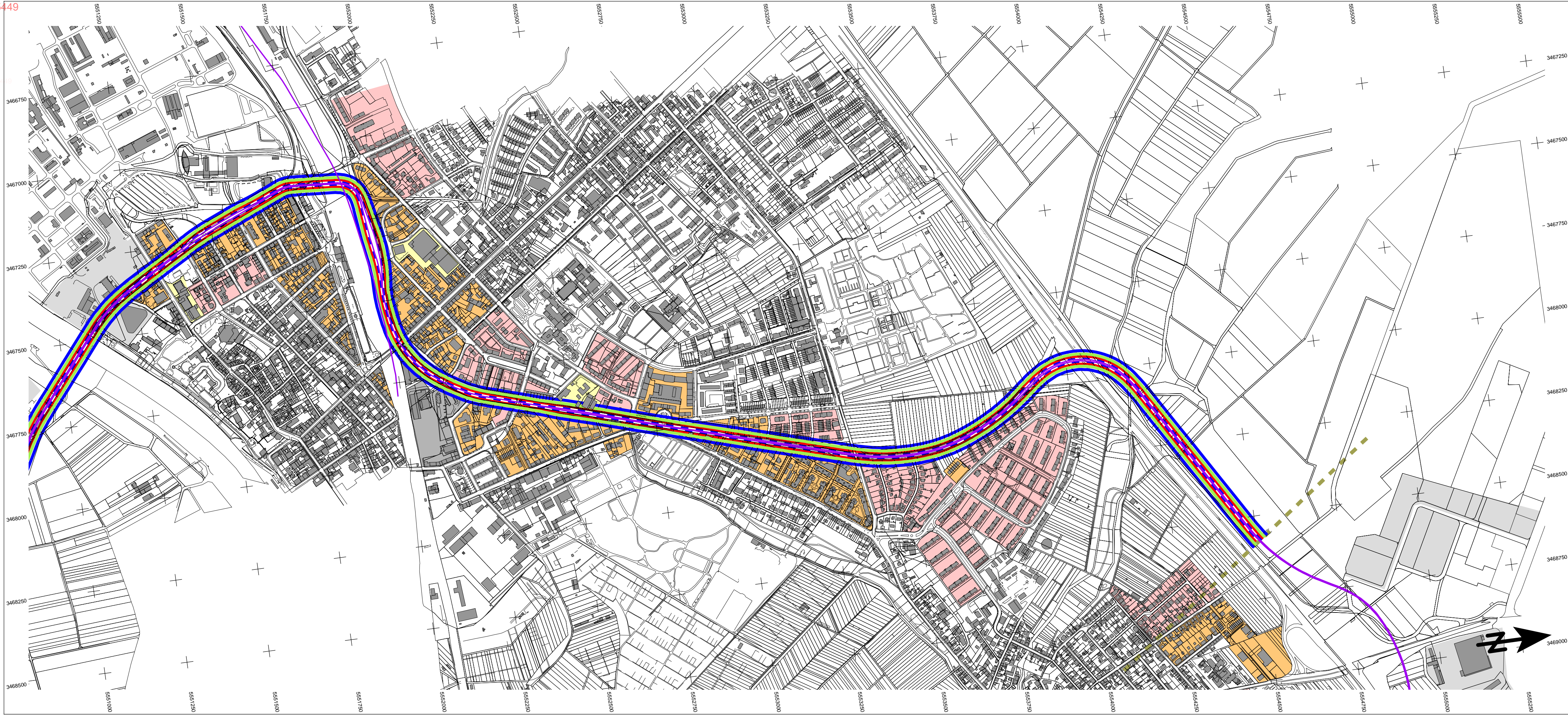


Maximale Schwinggeschwindigkeit

in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

Vibrationswalze





- Ao Tag GE
- Ao Tag MI/WA
- Au Tag Stufe III
- Au Tag Stufe II
- Au Tag Stufe I

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



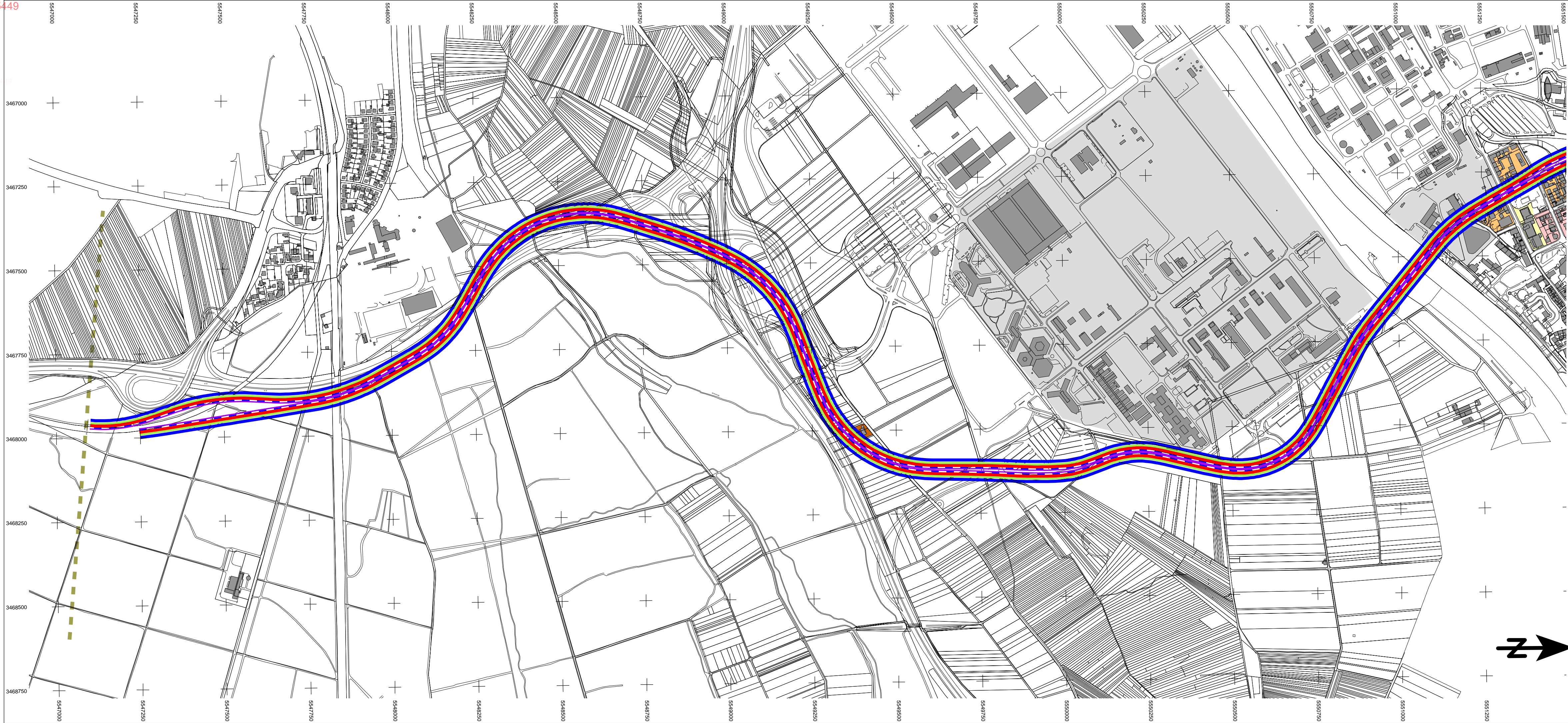
ANHANG 3.10.1.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes der Vibrationswalze

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Ao Tag GE
 - Ao Tag MI/WA
 - Au Tag Stufe III
 - Au Tag Stufe II
 - Au Tag Stufe I
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500

0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



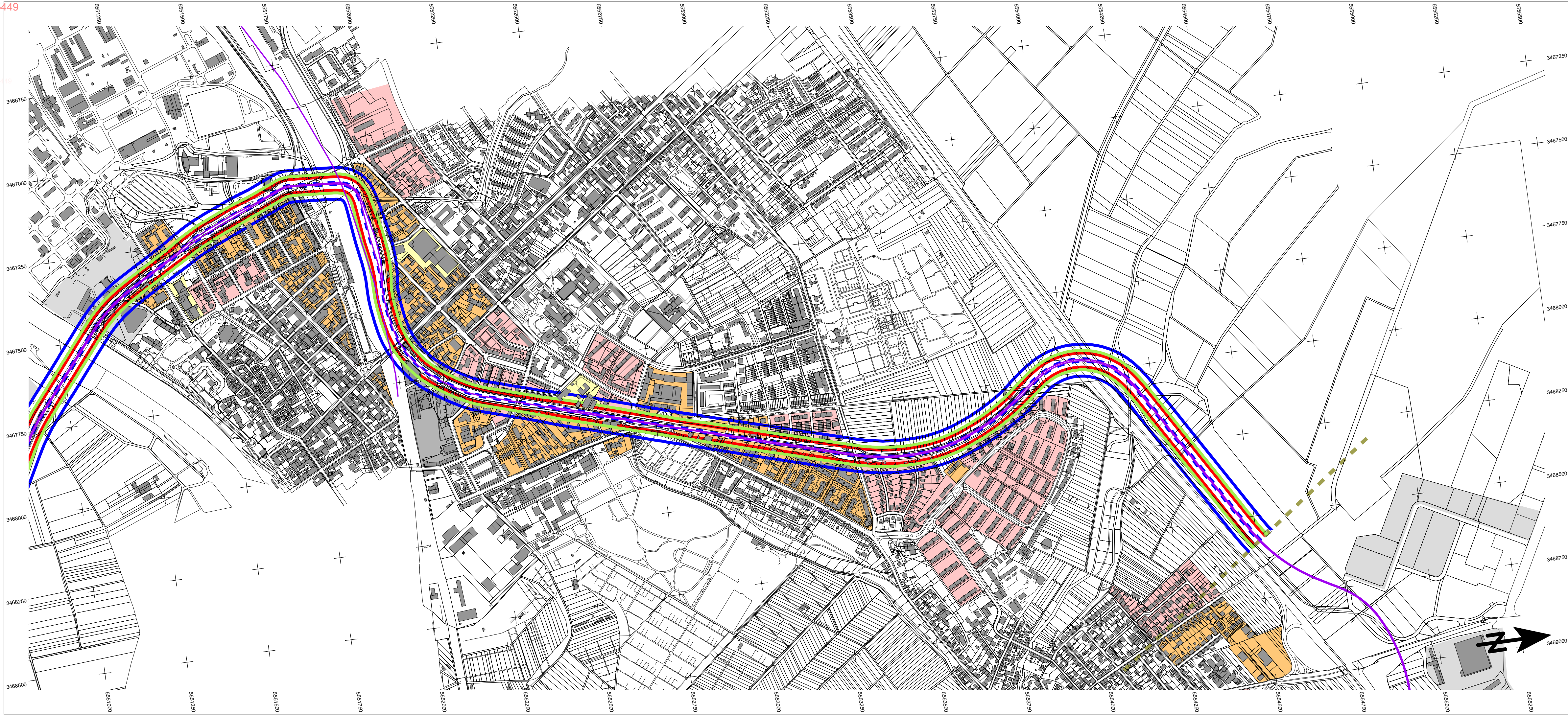
ANHANG 3.10.1.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes der Vibrationswalze

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Ao Tag GE
- Ao Tag MI/WA
- Au Tag Stufe III
- Au Tag Stufe II
- Au Tag Stufe I

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



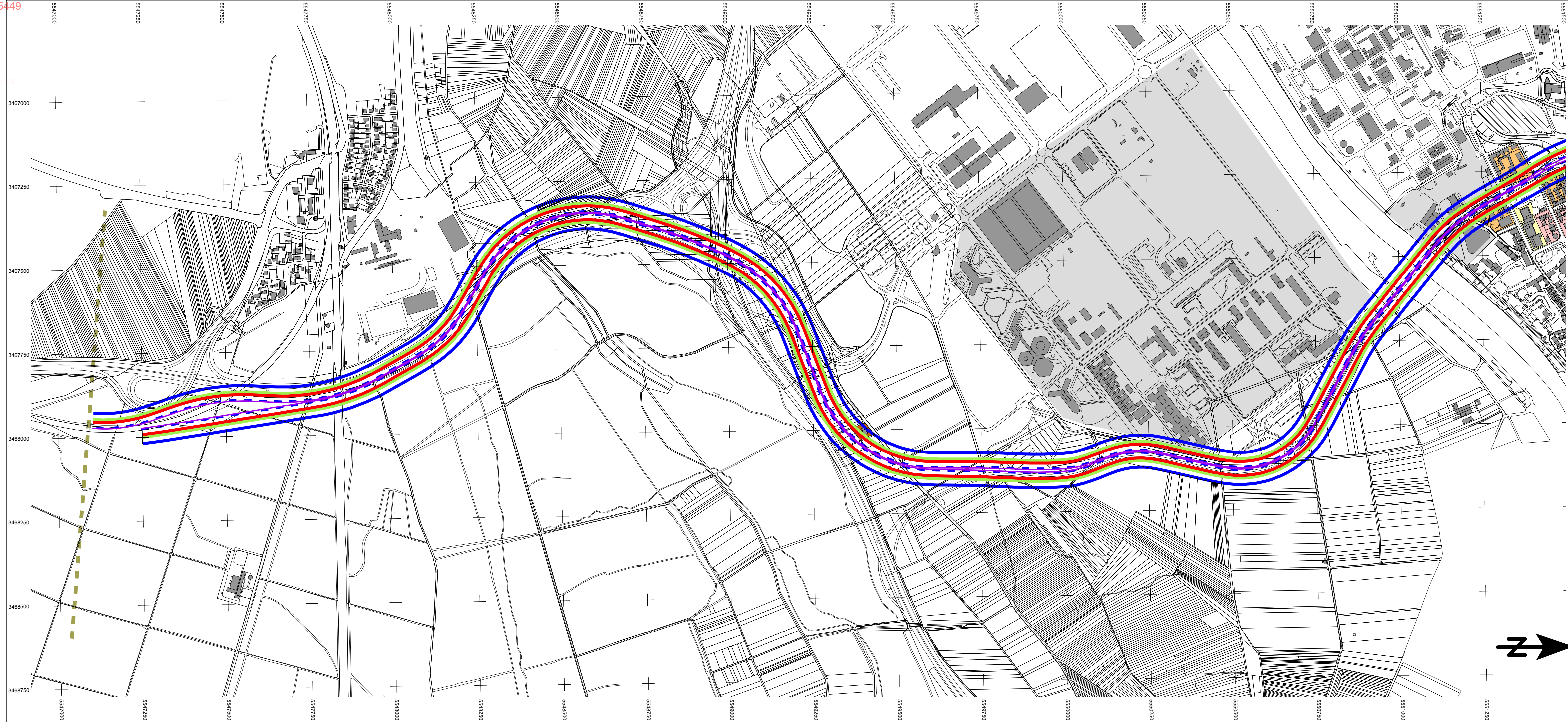
ANHANG 3.10.2.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes der Vibrationswalze

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Ao Tag GE
 - Ao Tag MI/WA
 - Au Tag Stufe III
 - Au Tag Stufe II
 - Au Tag Stufe I
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



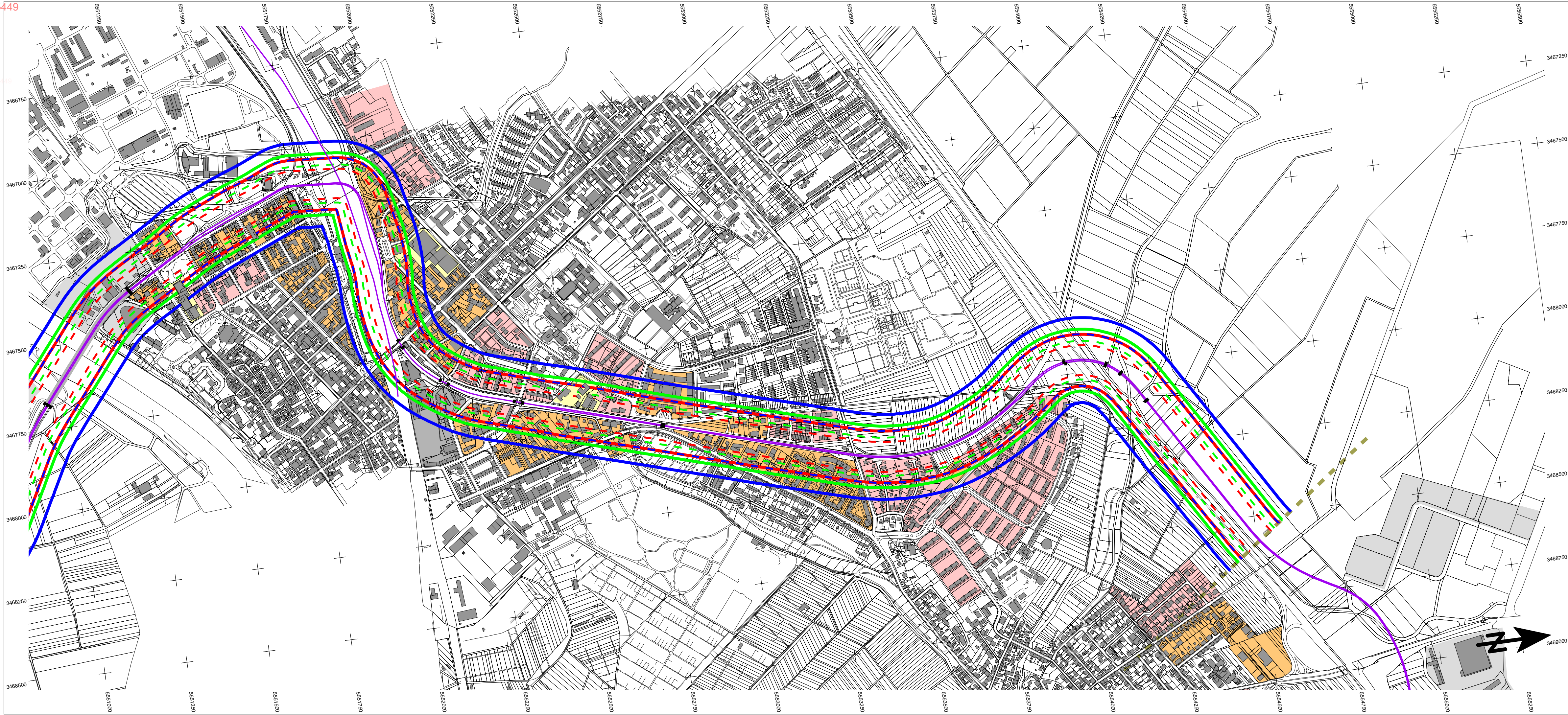
ANHANG 3.10.2.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes der Vibrationswalze

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Au (GE)
 - Au (MI)
 - Au (WA)
 - Ao Nacht GE
 - Ao Nacht MI
 - Ao Nacht WA
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500

0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



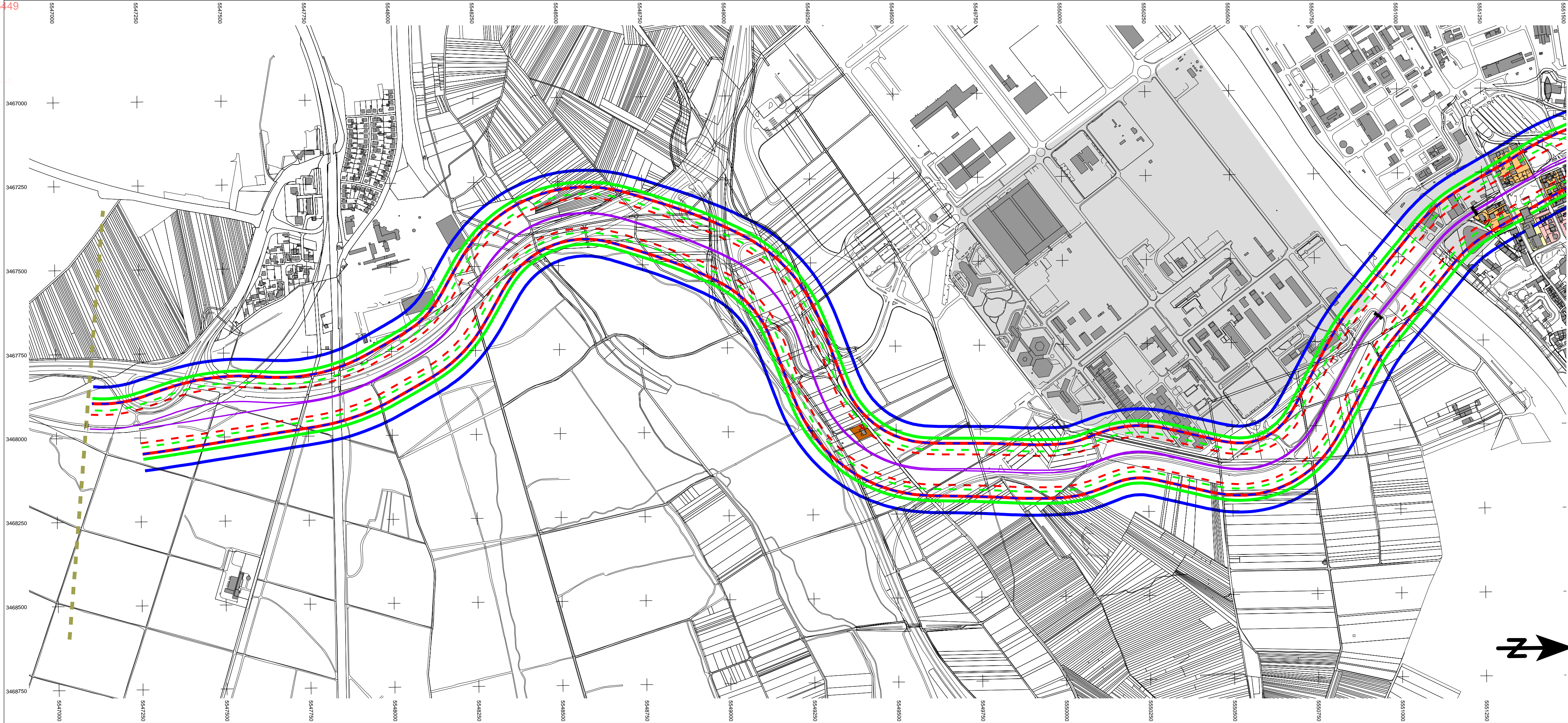
ANHANG 3.11.1.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes der Vibrationswalze

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



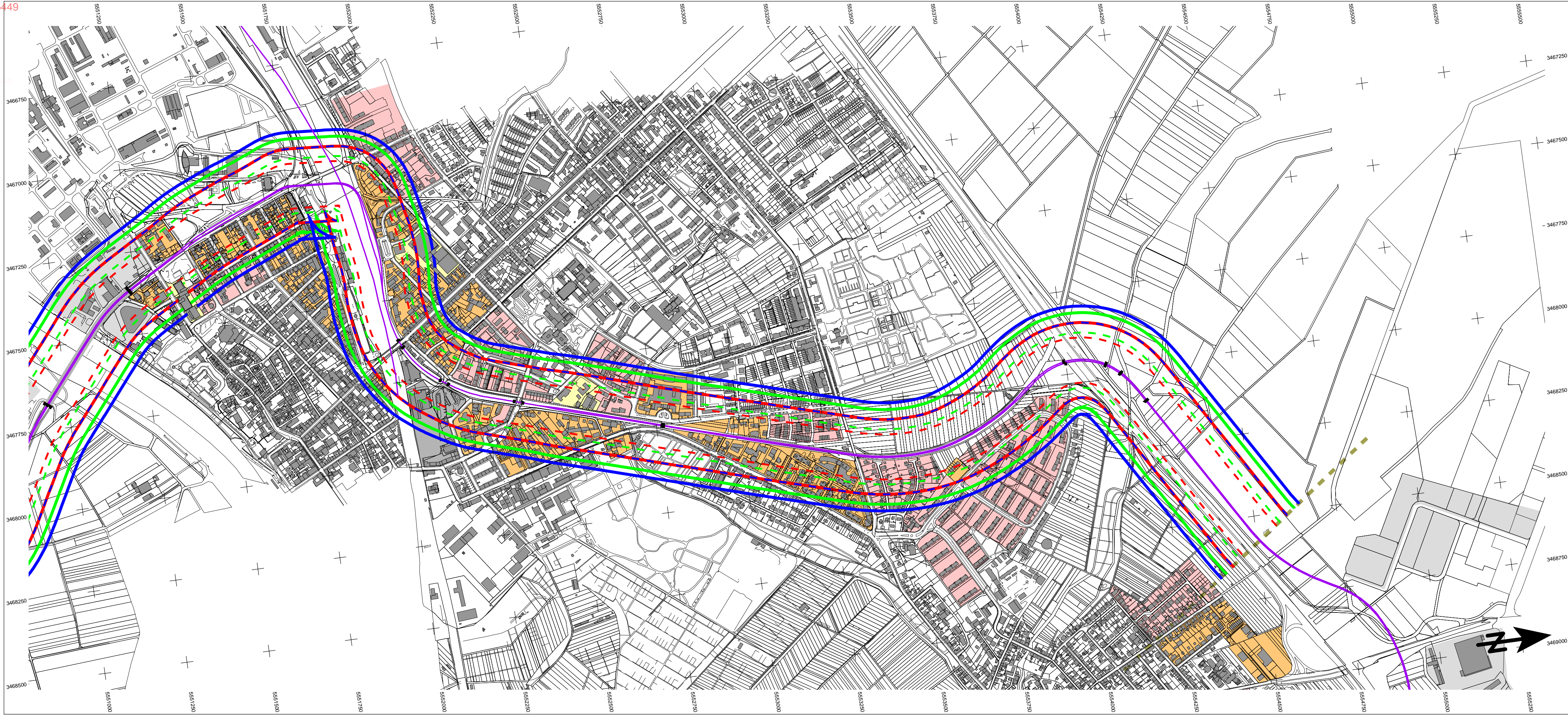
ANHANG 3.11.1.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes der Vibrationswalze

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



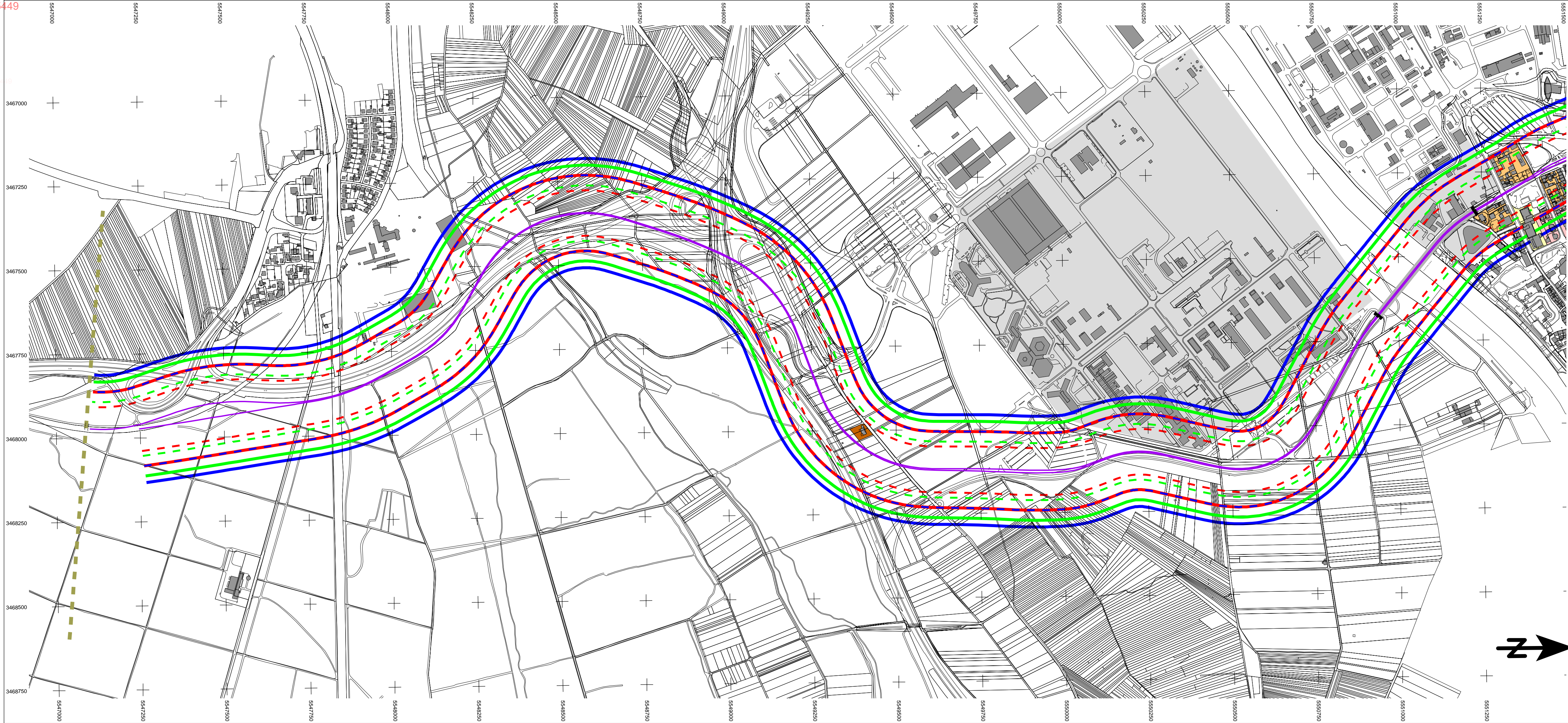
ANHANG 3.11.2.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes der Vibrationswalze

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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



ANHANG 3.11.2.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes der Vibrationswalze

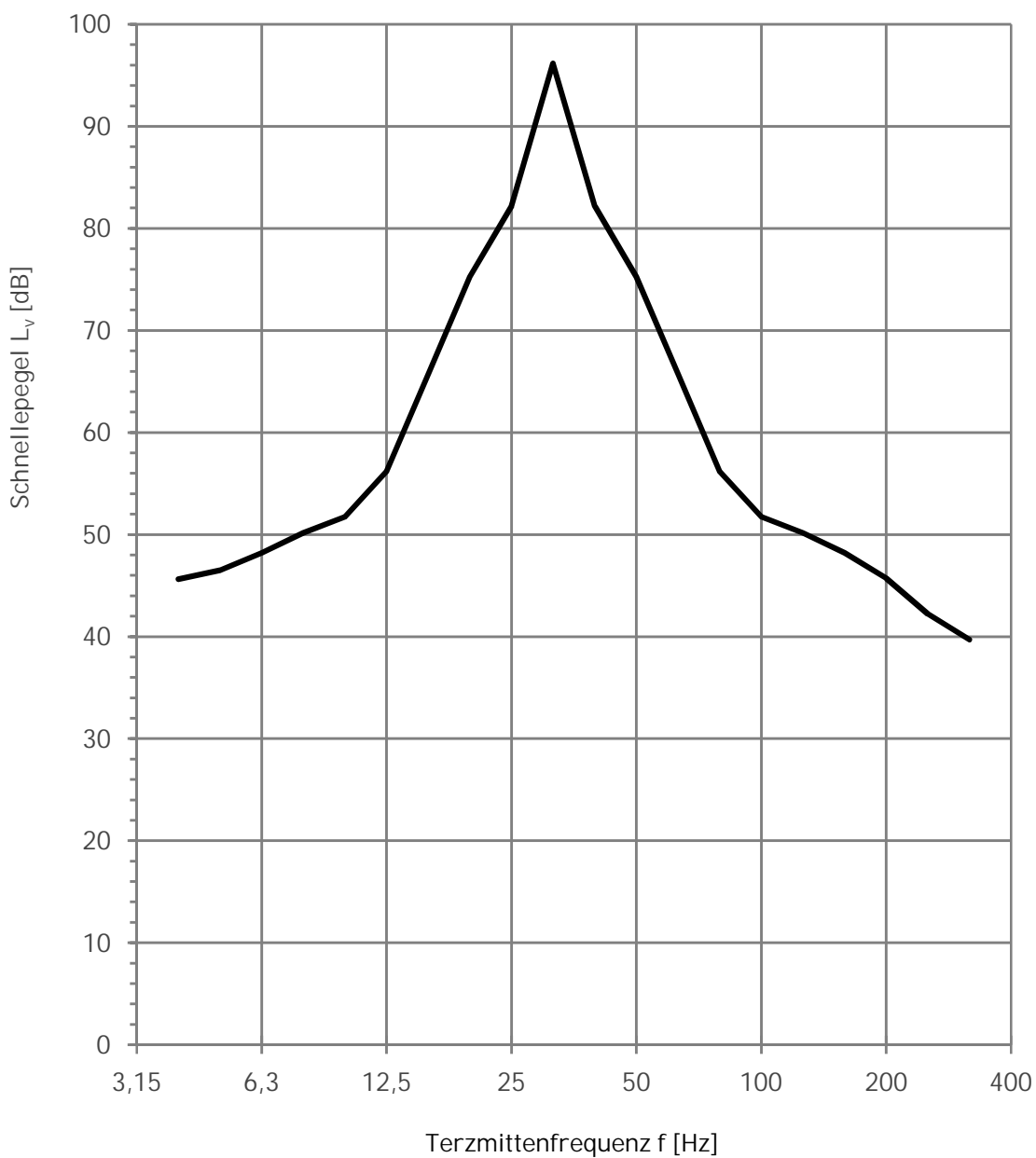
Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Süd

Emissionsspektrum

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

Messpunkt (Abstand): 9 m
 Arbeitsfrequenz: 31,5 Hz
 Schwingrichtung: z
 Quelletyp: Punktquelle (PQ)
 harmonisch/stationär (HS)
 Wellenart: Oberflächenwelle

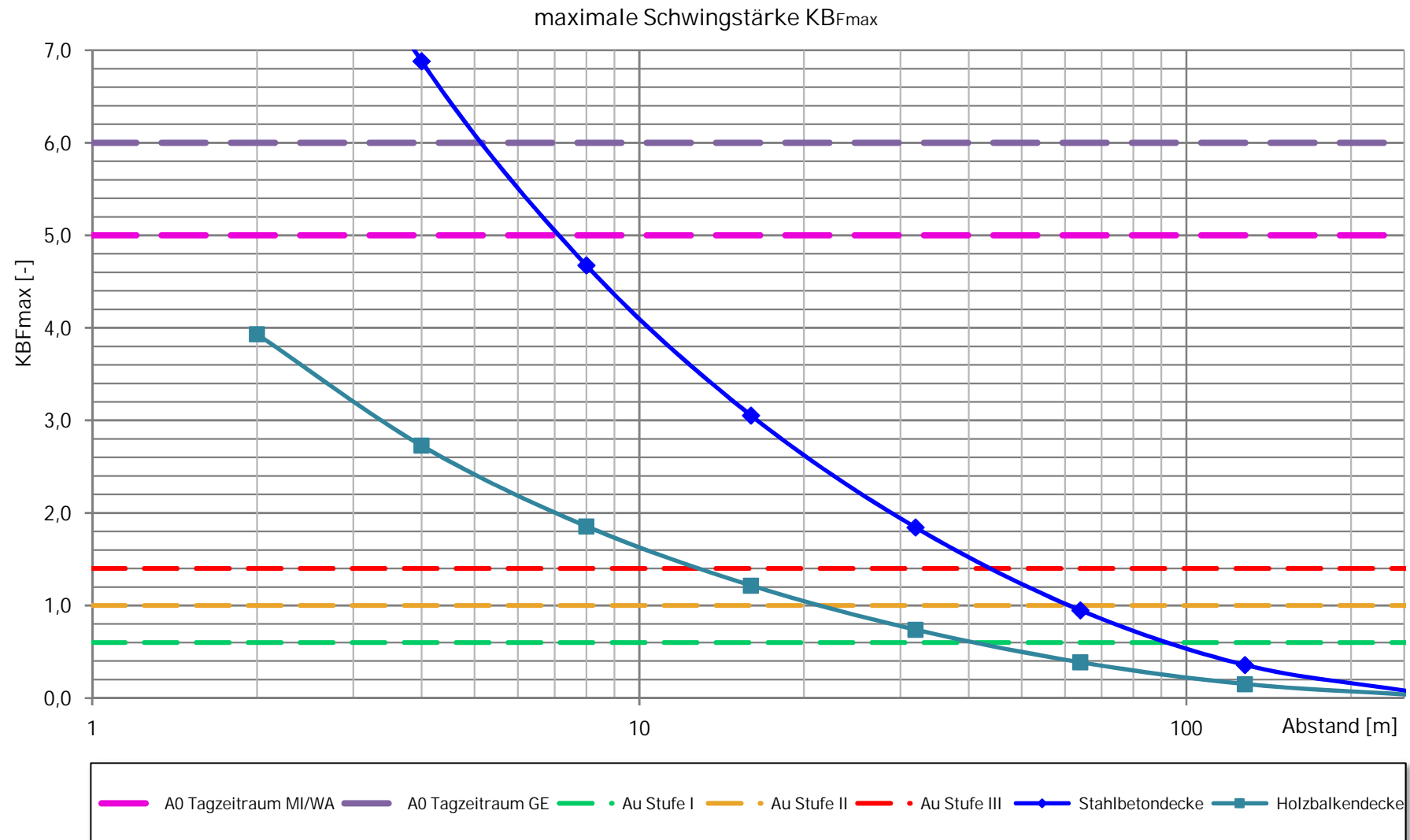


L_v [dB]	f [Hz]
45,6	4
46,5	5
48,2	6,3
50,2	8
51,7	10
56,2	12,5
65,7	16
75,3	20
82,2	25
96,2	31,5
82,2	40
75,3	50
65,7	63
56,2	80
51,7	100
50,2	125
48,2	160
45,7	200
42,2	250
39,7	315
96,6	Σ
3,37	v_{Fmax}

KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

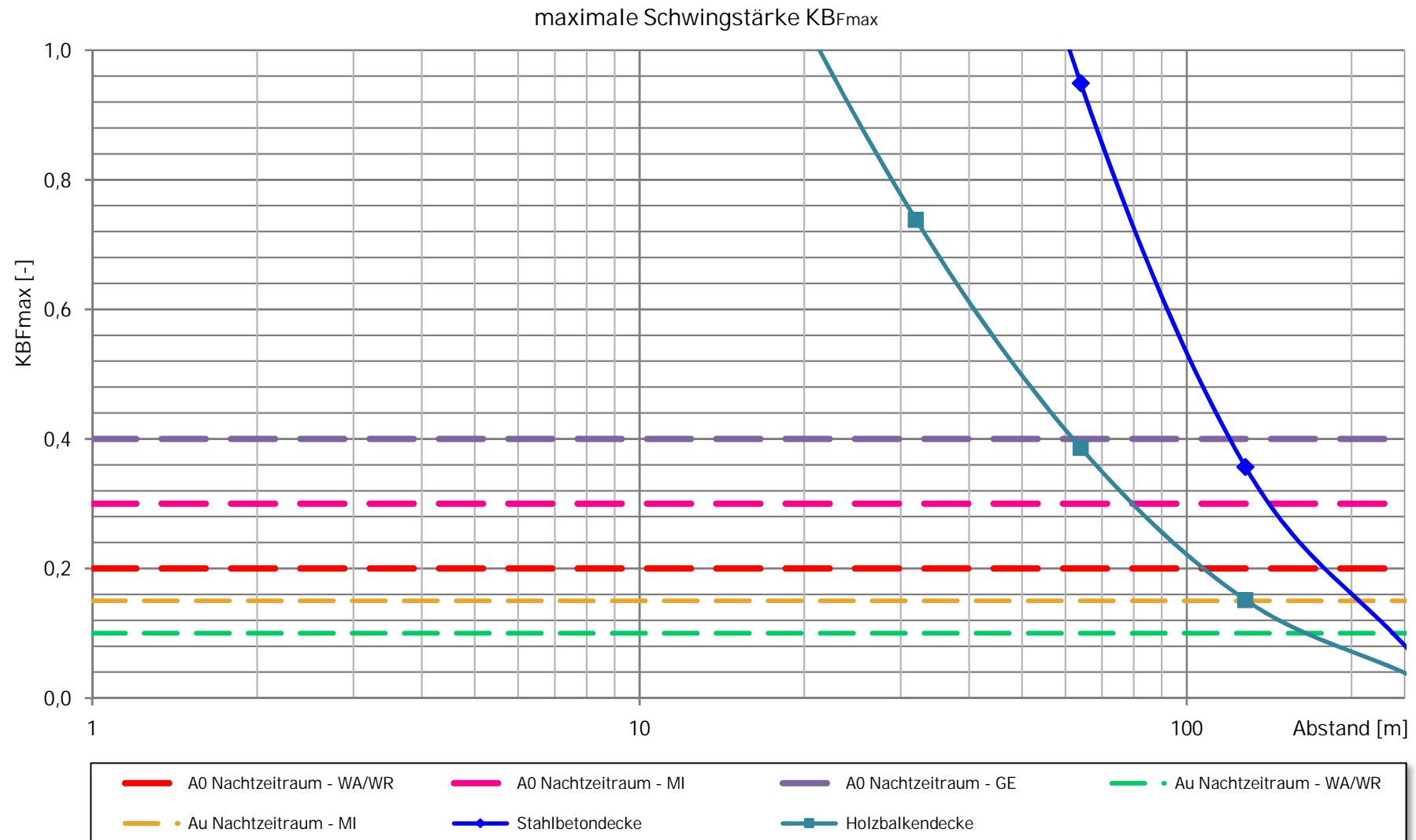
Vibrationsramme (Normalbetrieb)



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

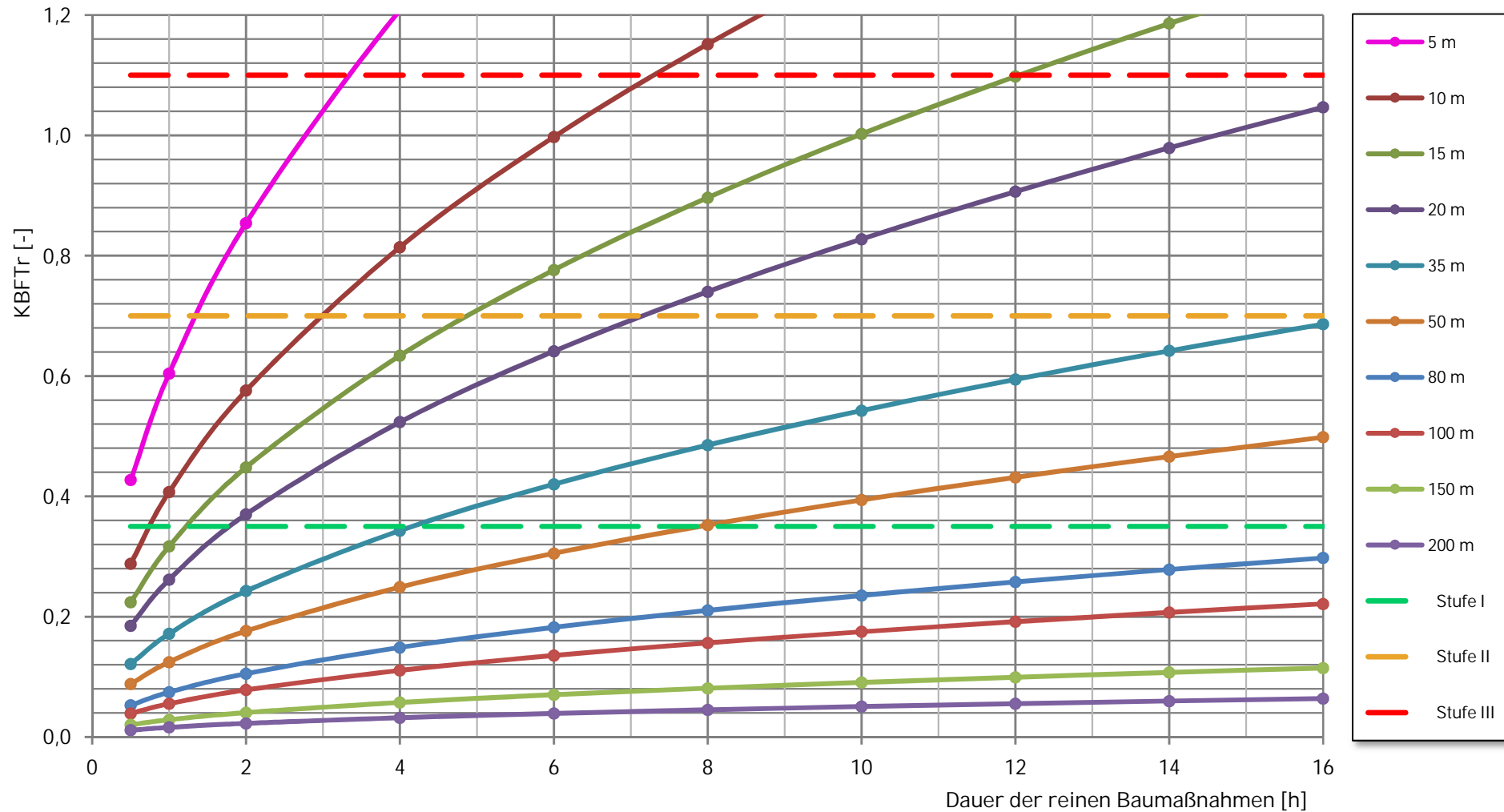


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Holzbalkendecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

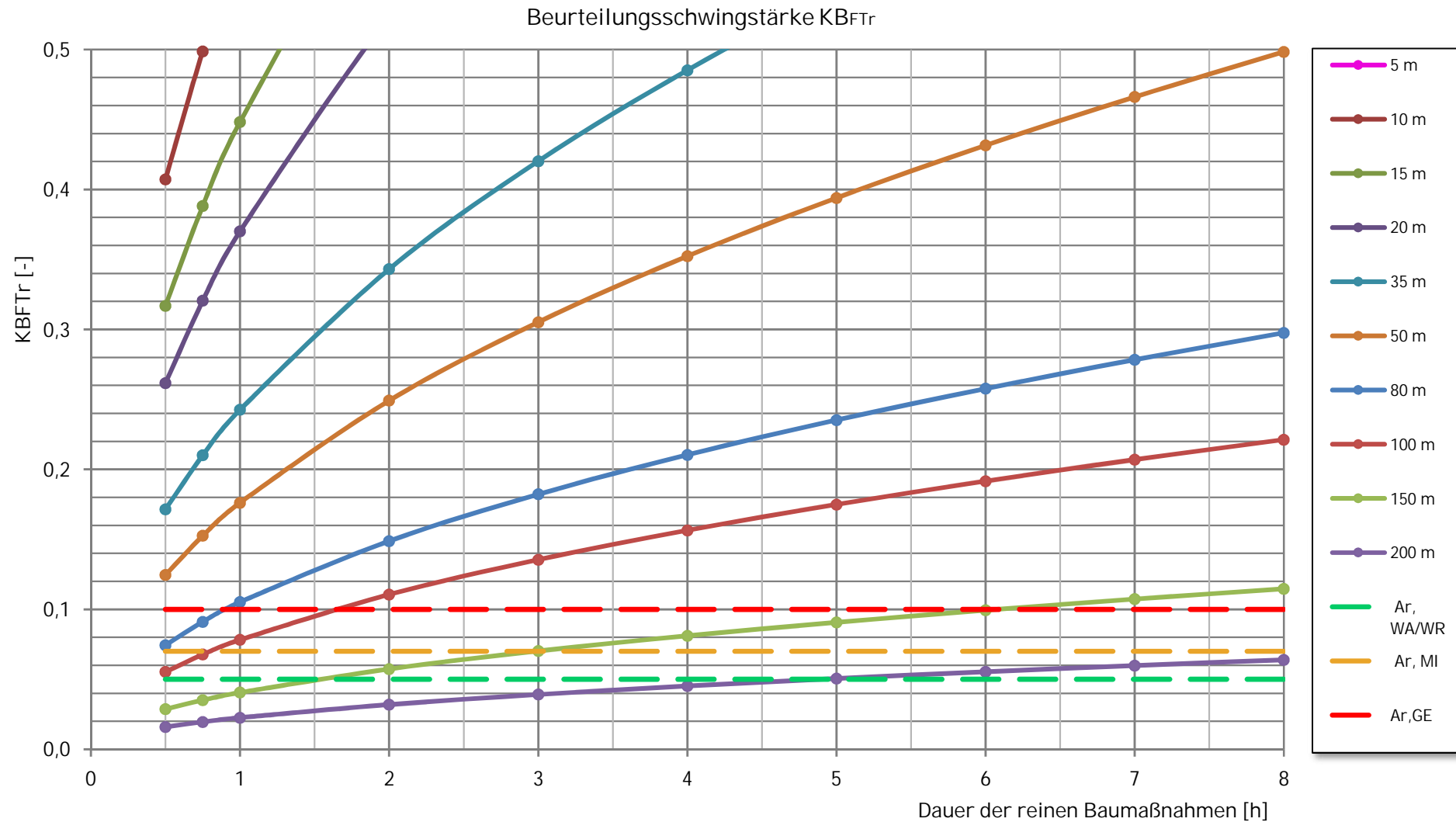
Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} 

KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Holzbalkendecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

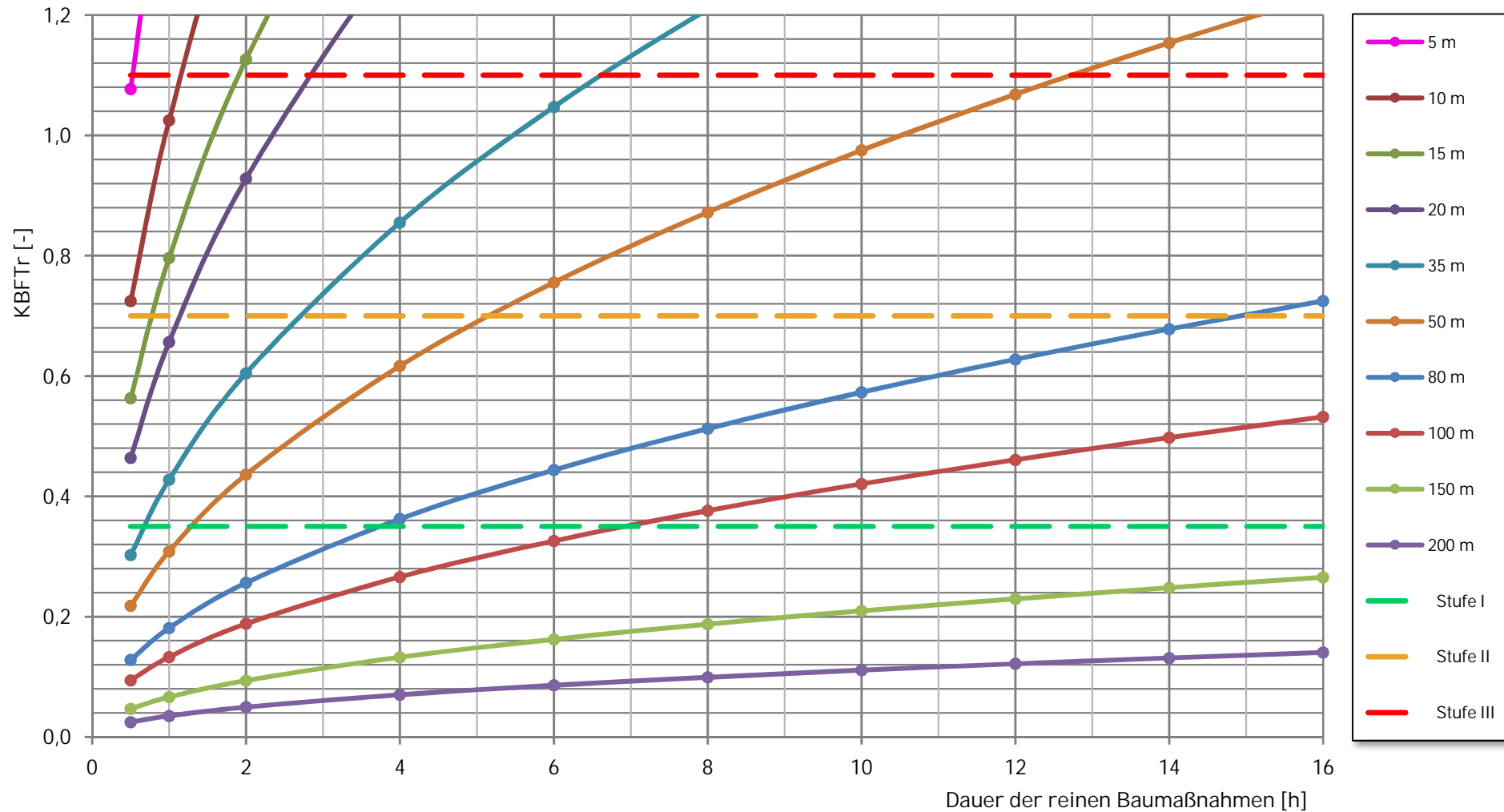


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Stahlbetondecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)

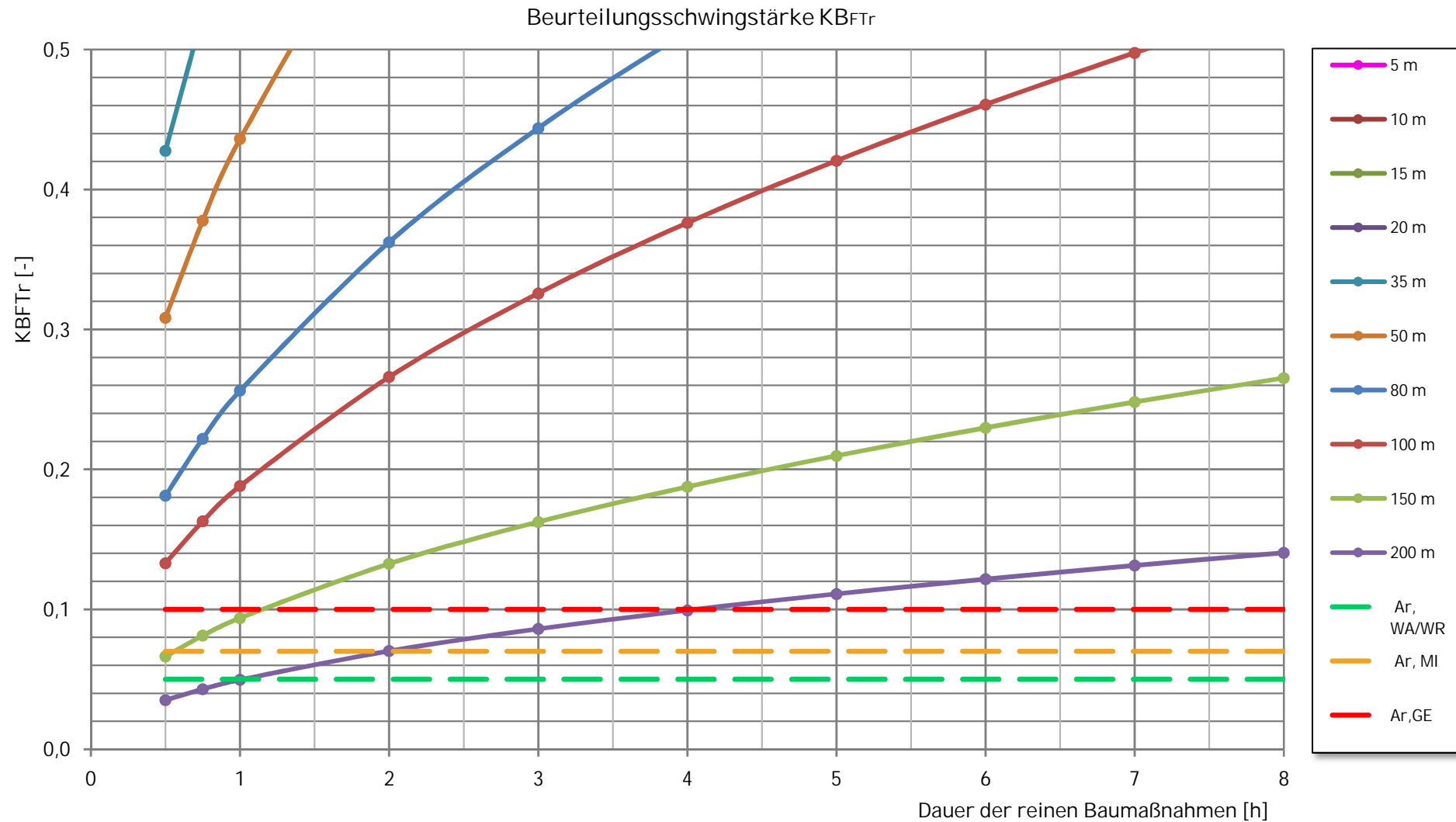
Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} 

KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Stahlbetondecken

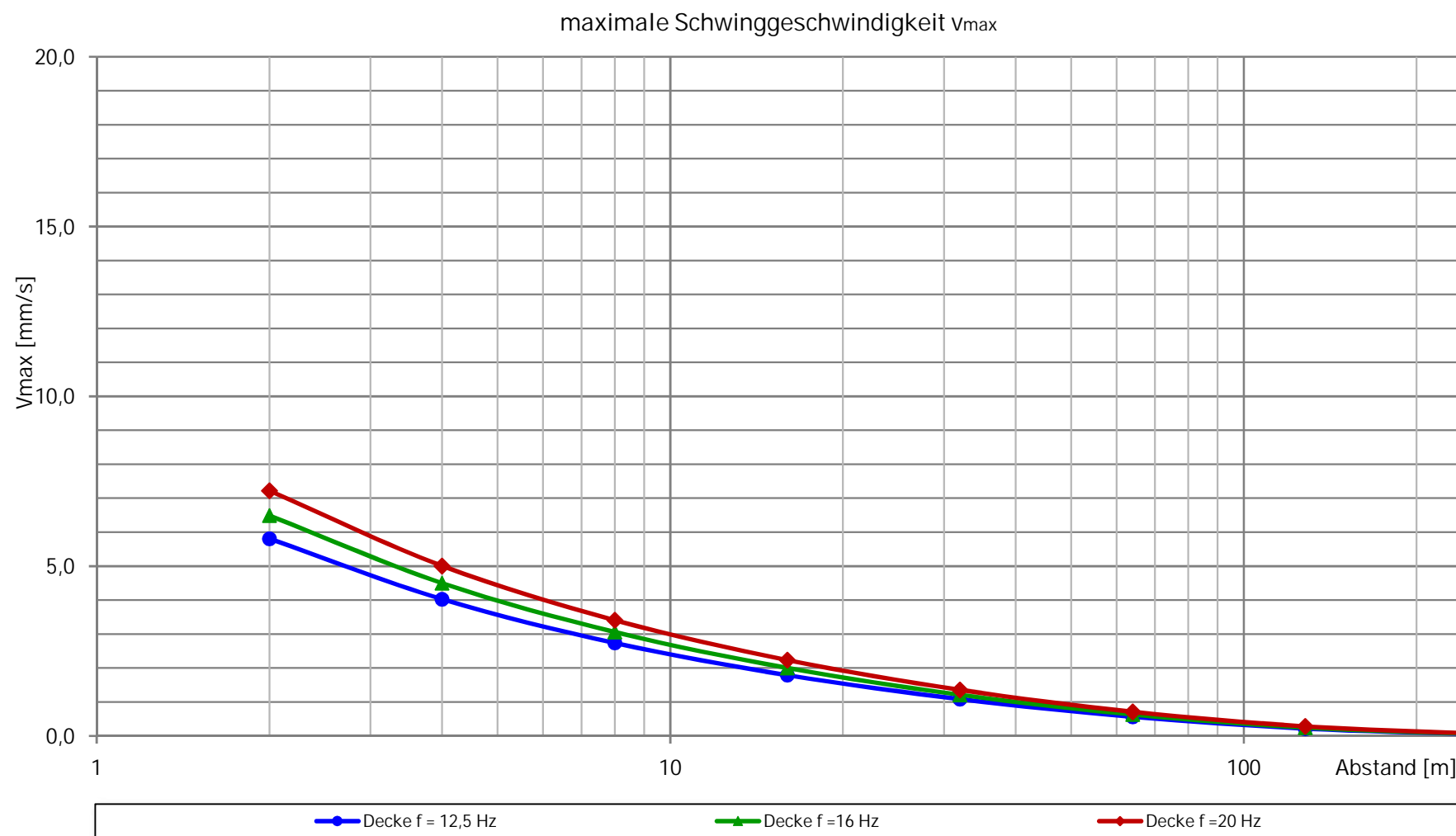
Vibrationsramme (Normalbetrieb)



Maximale Schwinggeschwindigkeit

in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

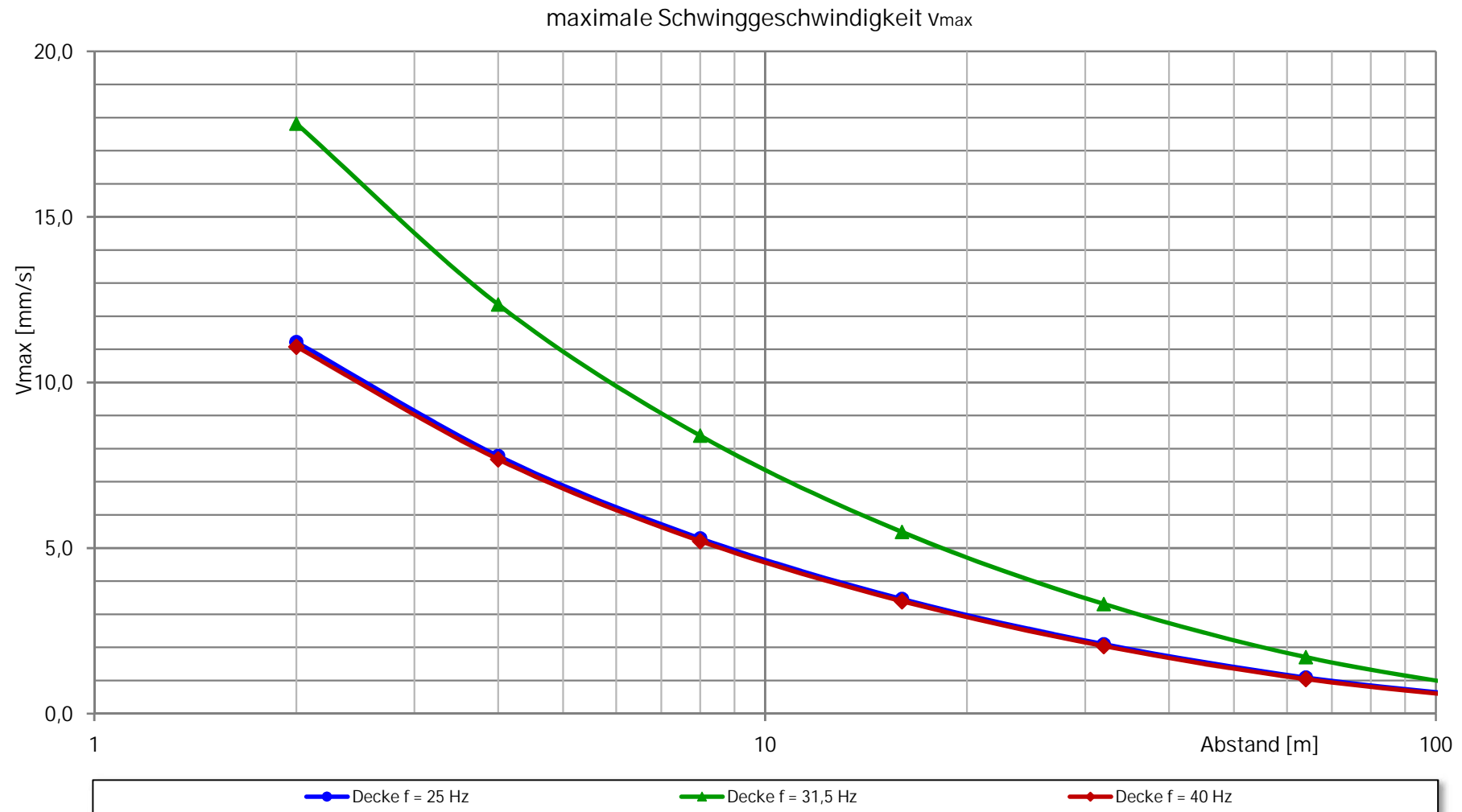
Vibrationsramme (Normalbetrieb)

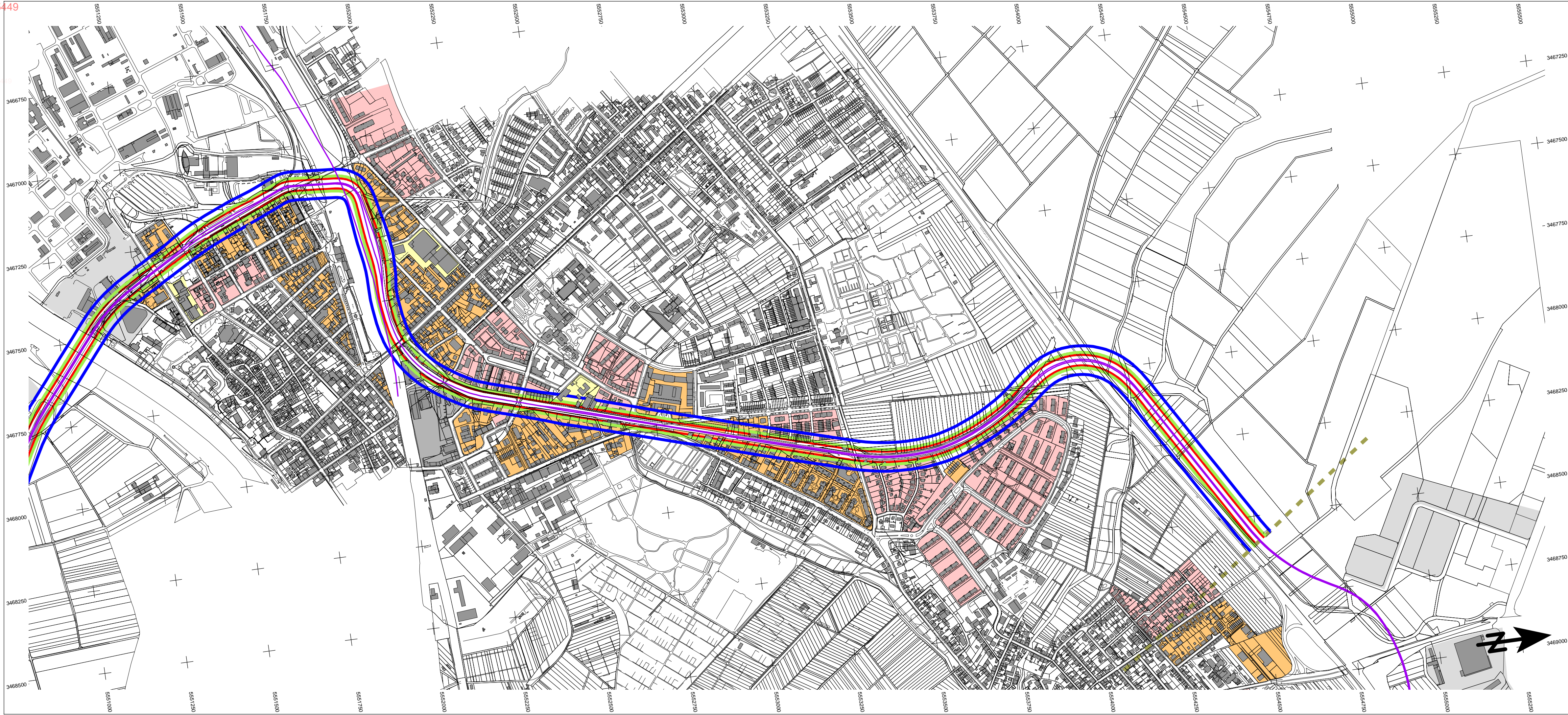


Maximale Schwinggeschwindigkeit

in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

Vibrationsramme (Normalbetrieb)





- Ao Tag GE
- Ao Tag MI/WA
- Au Tag Stufe III
- Au Tag Stufe II
- Au Tag Stufe I

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegen gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



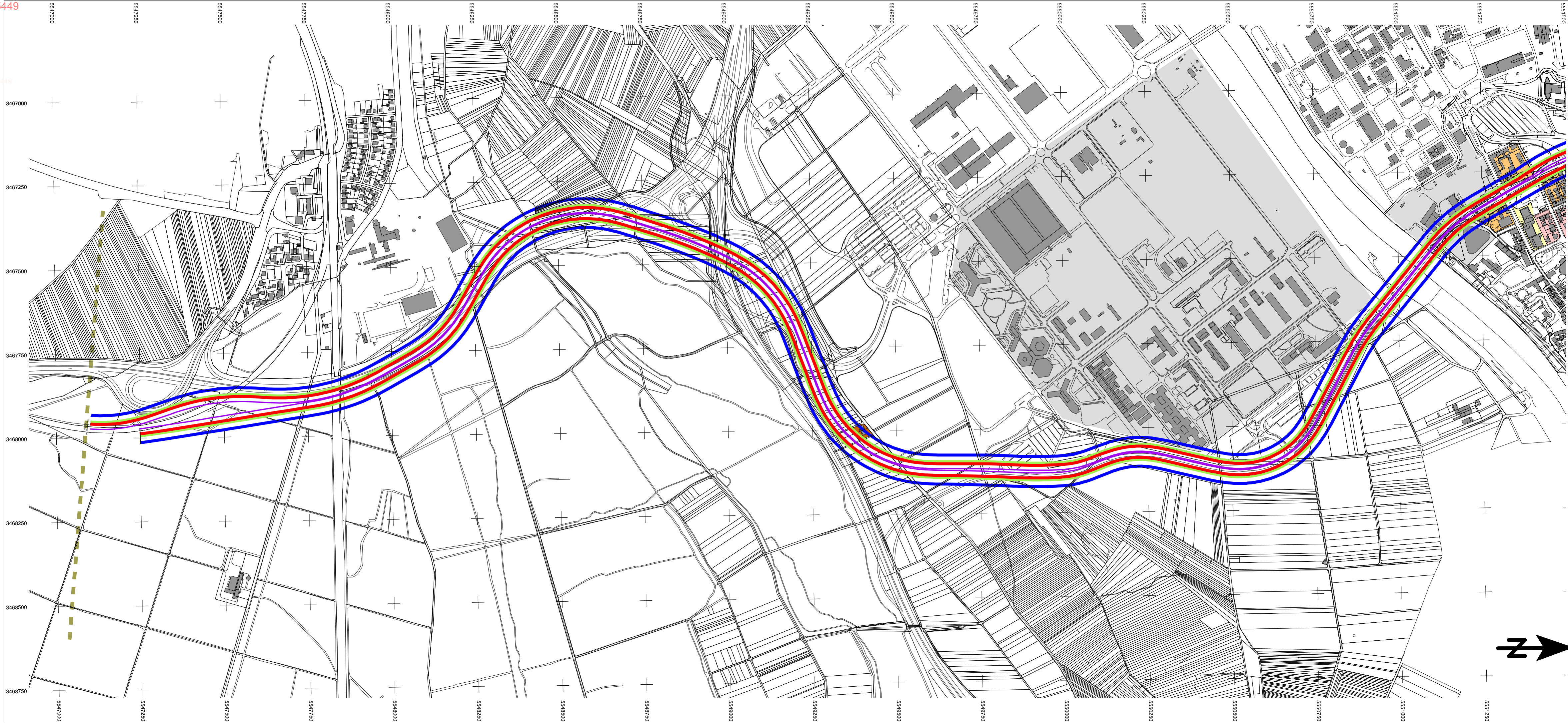
ANHANG 4.10.1.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes der Vibrationsramme

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Ao Tag GE
 - Ao Tag MI/WA
 - Au Tag Stufe III
 - Au Tag Stufe II
 - Au Tag Stufe I
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500



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



ANHANG 4.10.1.2

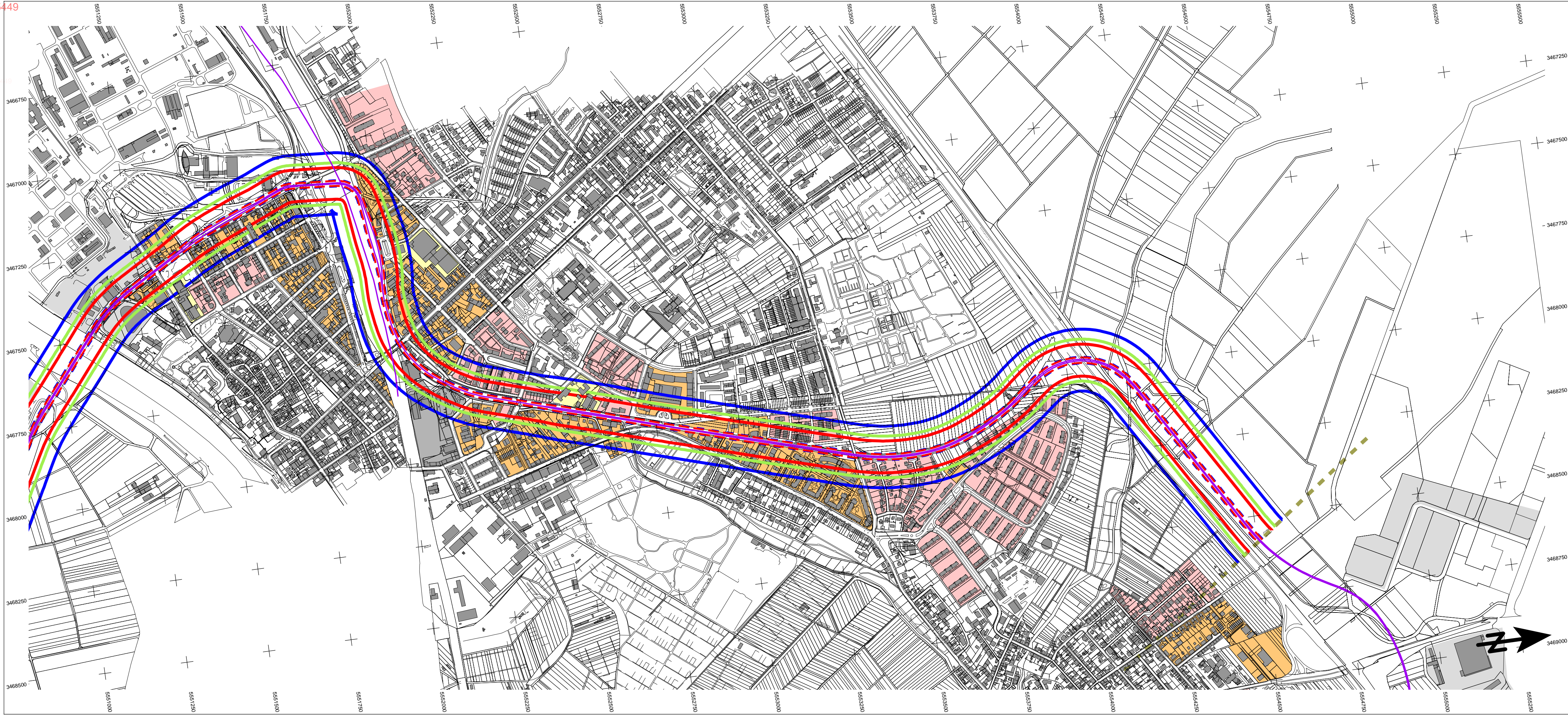
RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -

Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes der Vibrationsramme

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Ao Tag GE
- Ao Tag MI/WA
- Au Tag Stufe III
- Au Tag Stufe II
- Au Tag Stufe I

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegen gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



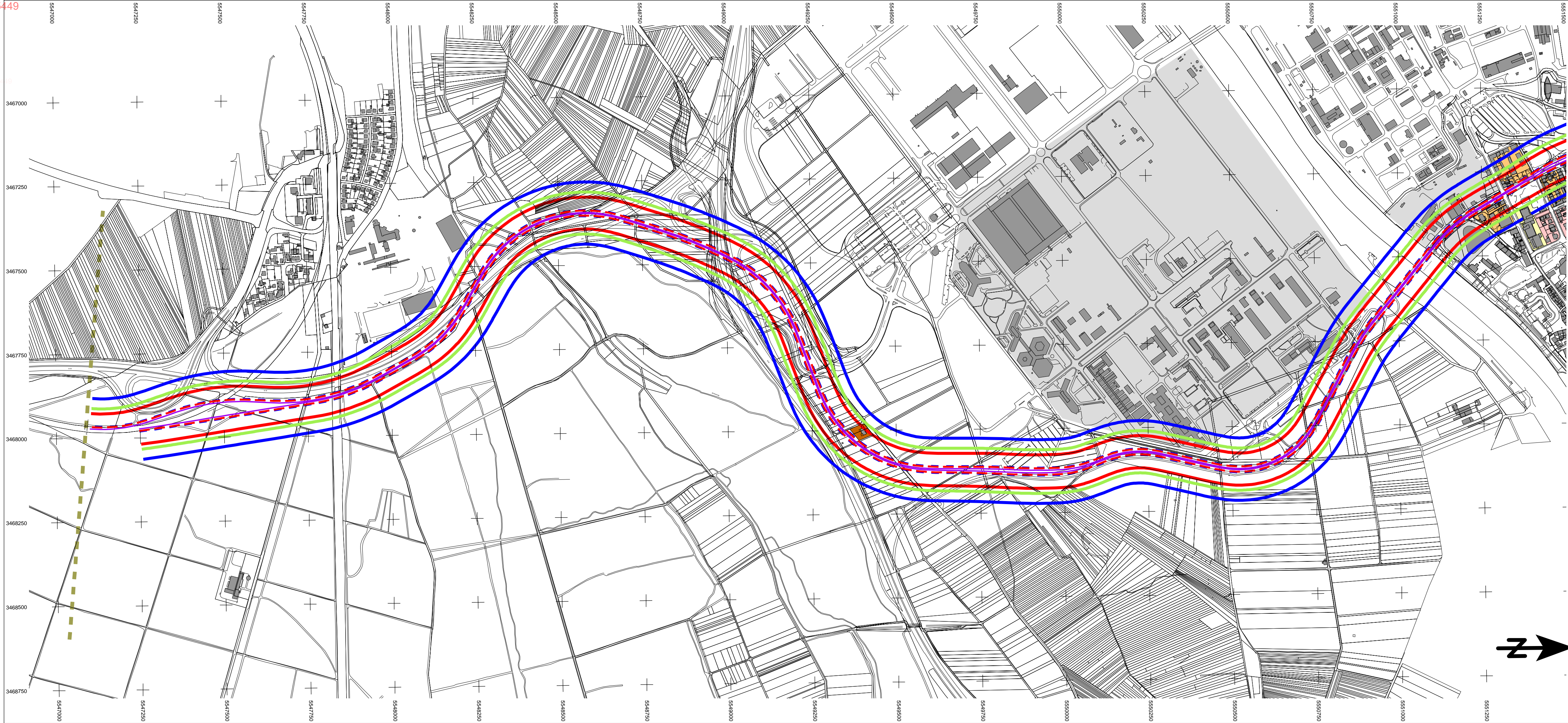
ANHANG 4.10.2.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes der Vibrationsramme

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Ao Tag GE
 - Ao Tag MI/WA
 - Au Tag Stufe III
 - Au Tag Stufe II
 - Au Tag Stufe I
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500

0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



ANHANG 4.10.2.2

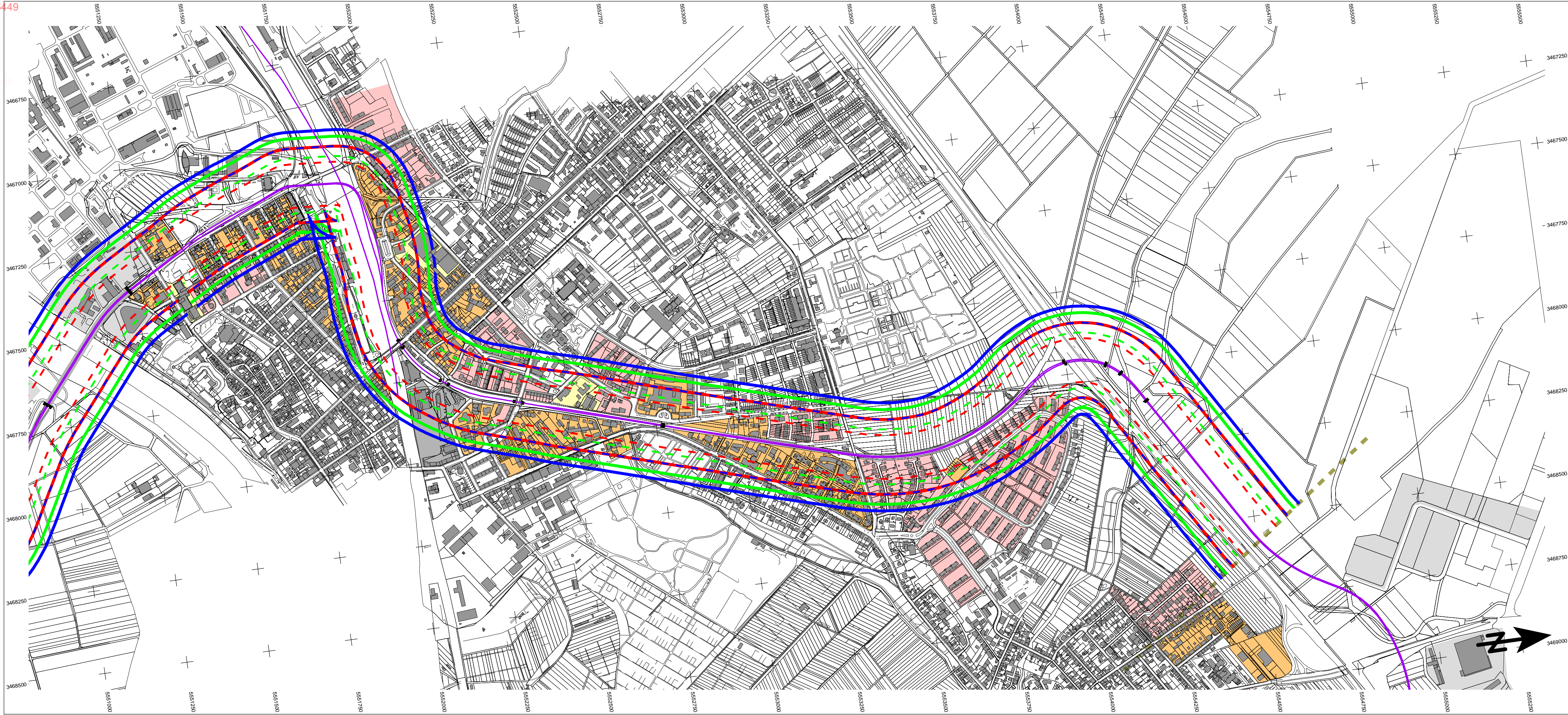
RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -

Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes der Vibrationsramme

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



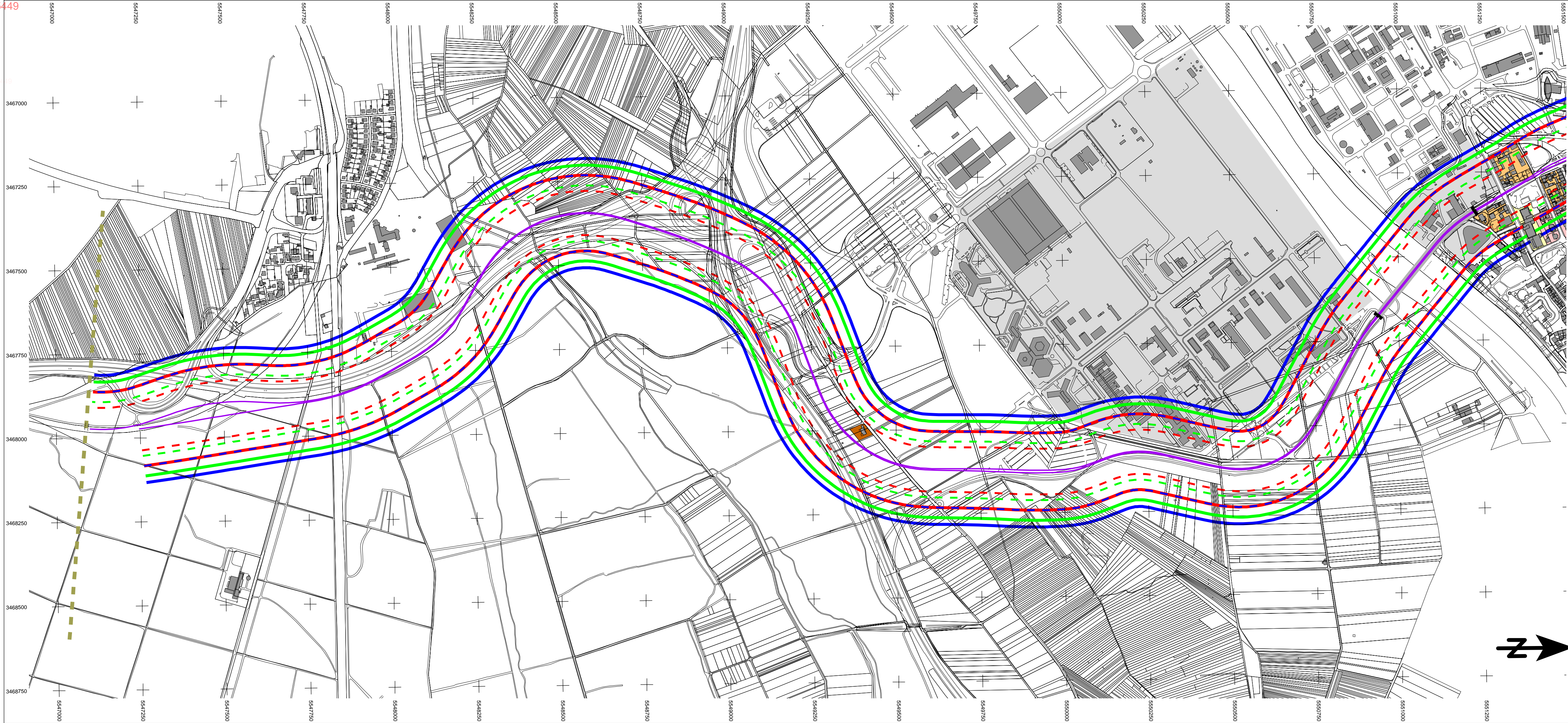
ANHANG 4.11.1.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes der Vibrationsramme

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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



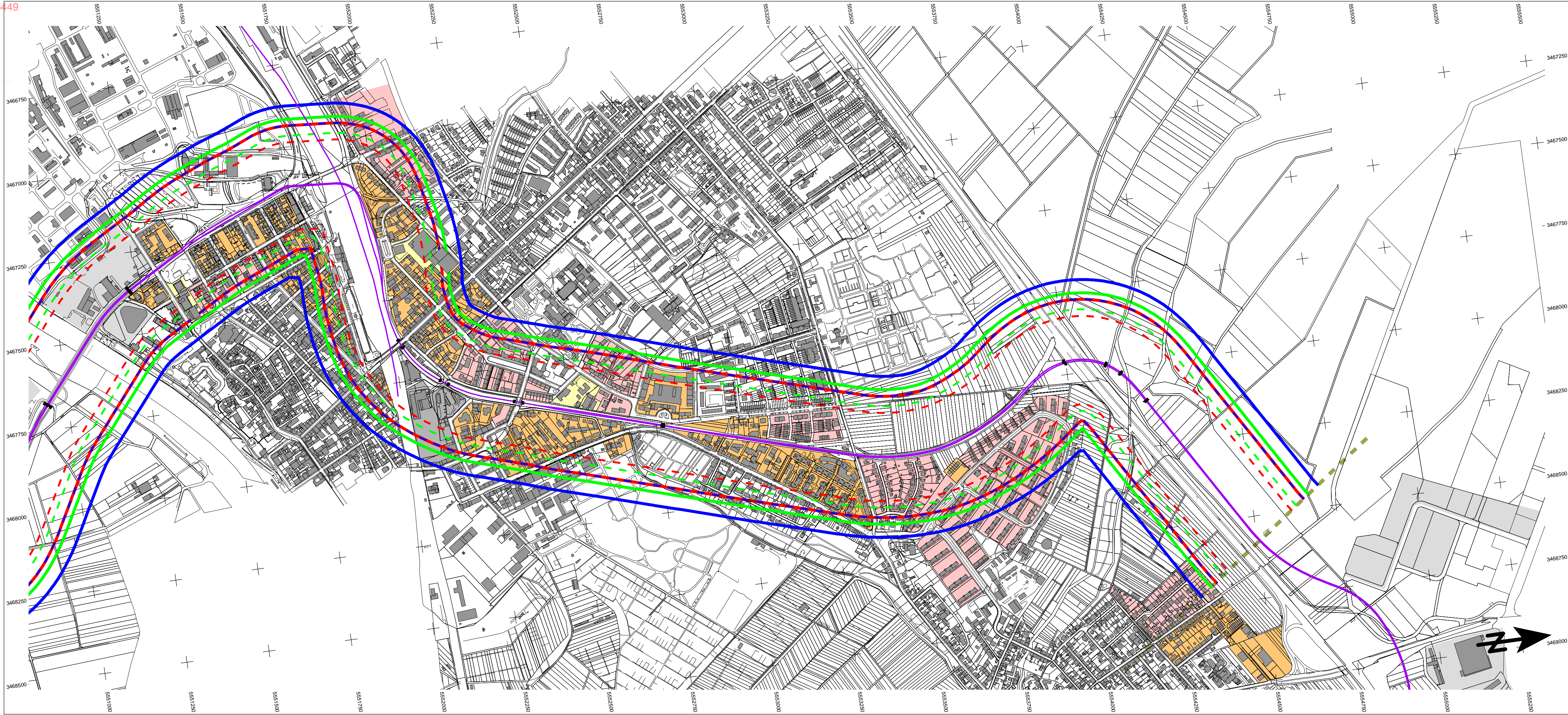
ANHANG 4.11.1.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes der Vibrationsramme

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



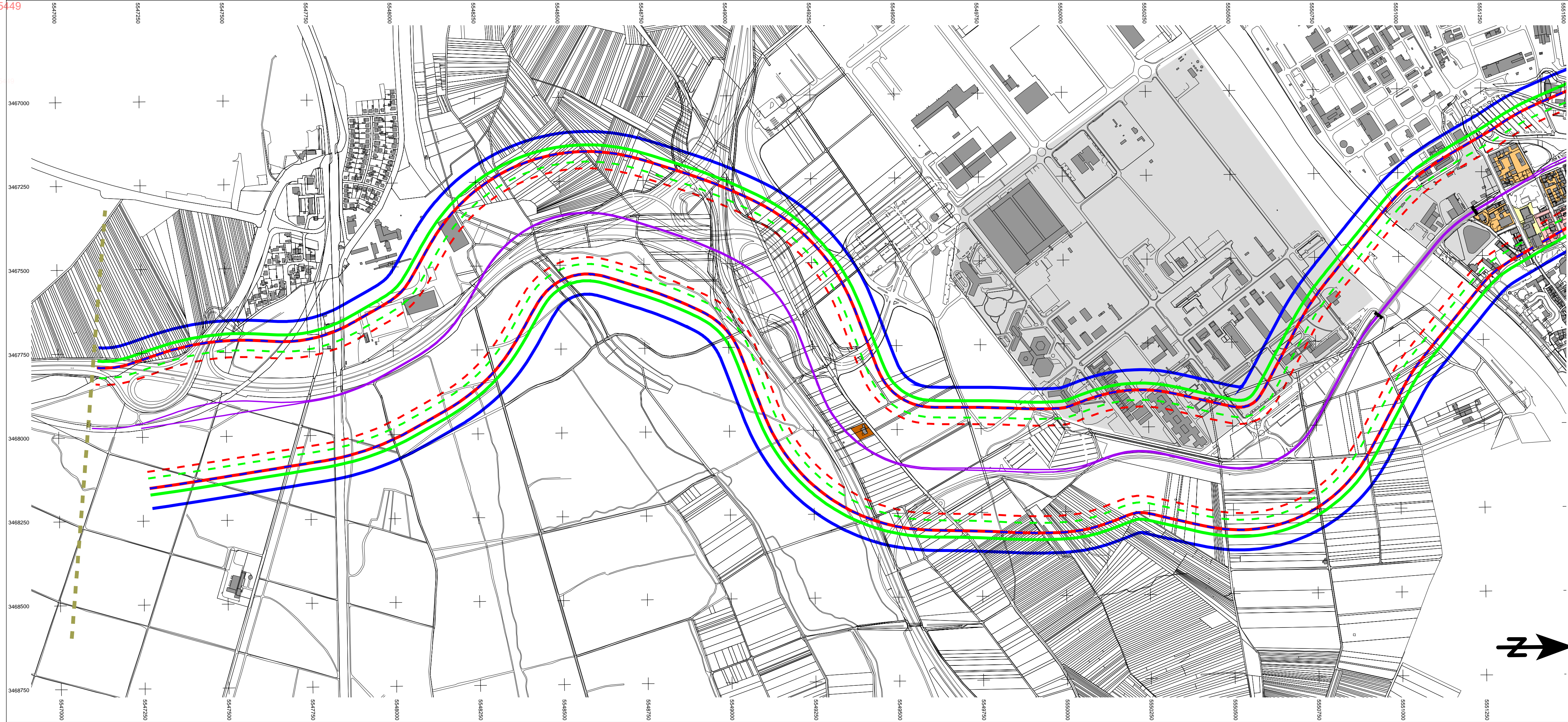
ANHANG 4.11.2.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfä Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes der Vibrationsramme

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

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



ANHANG 4.11.2.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -

Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes der Vibrationsramme

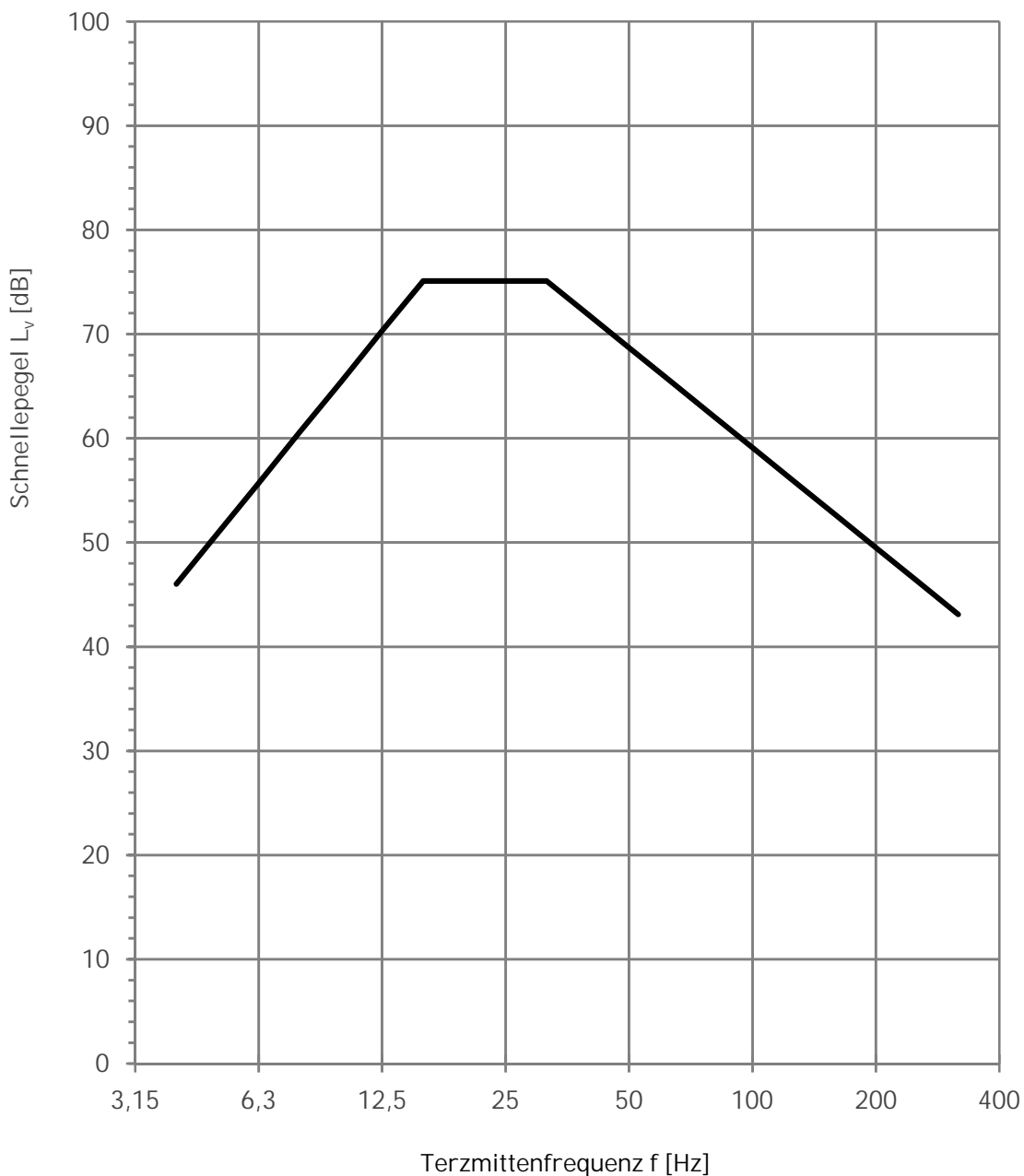
Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Süd

Emissionsspektrum

Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrröhre)

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

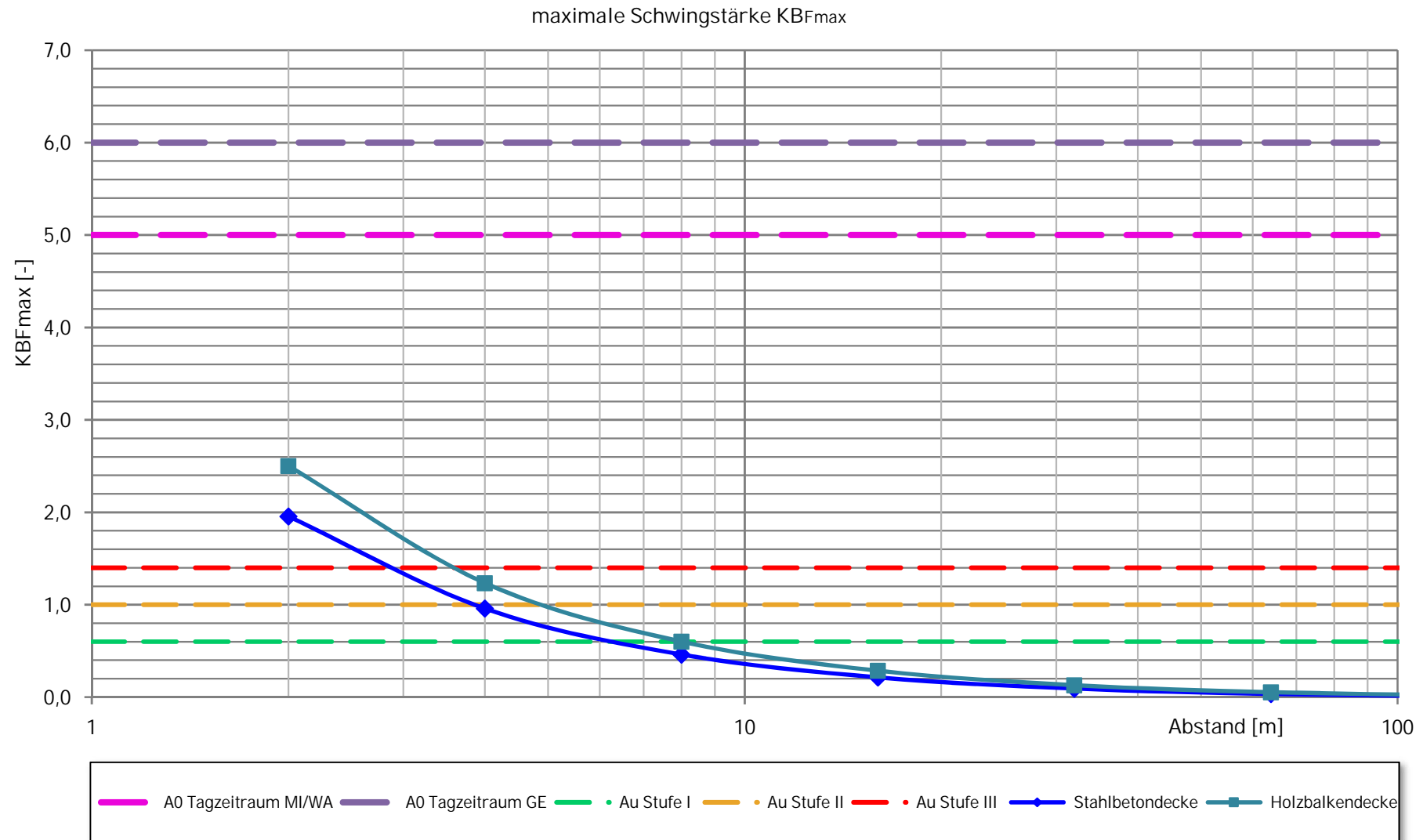


L_v [dB]	f [Hz]
46,0	4
50,9	5
55,7	6,3
60,6	8
65,4	10
70,3	12,5
75,1	16
75,1	20
75,1	25
75,1	31,5
71,9	40
68,7	50
65,5	63
62,3	80
59,1	100
55,9	125
52,7	160
49,5	200
46,3	250
43,1	315
82,4	Σ
0,66	V_{Fmax}

KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

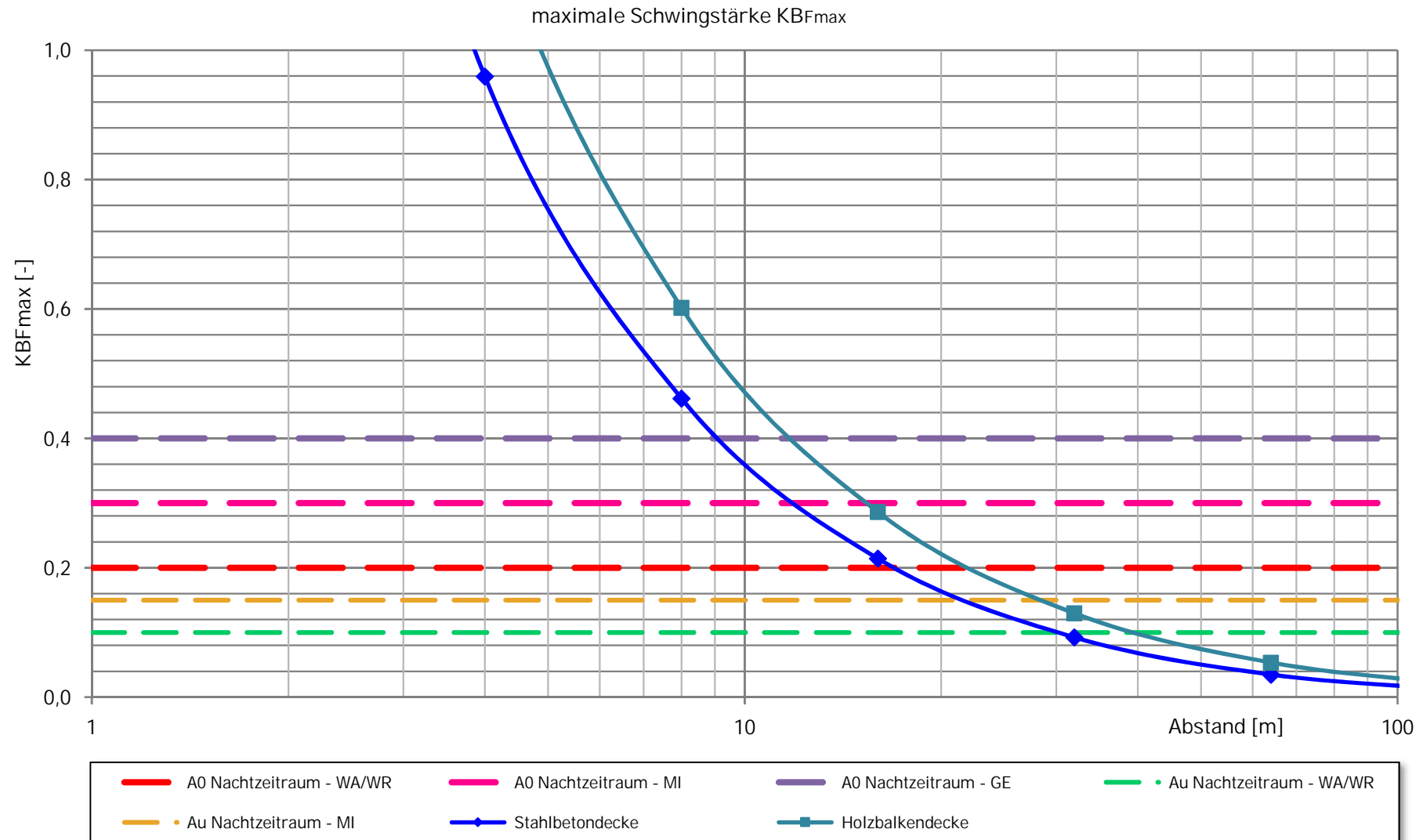
Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrröhre)



KB_{Fmax} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Einbringen v. Bohrpfehlen (aufsetzen d. Bohrröhre)

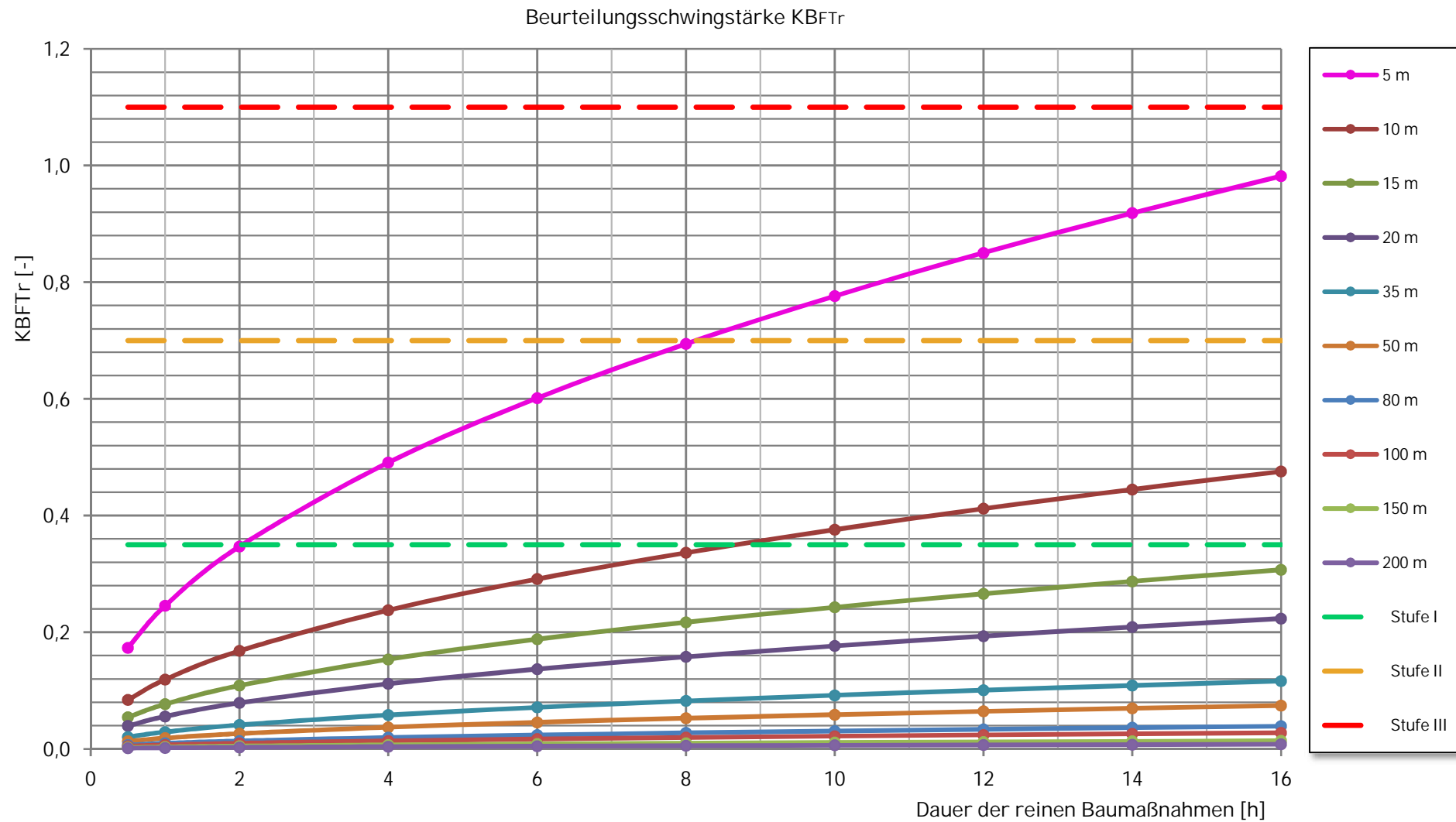


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Holzbalkendecken

Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrröhre)

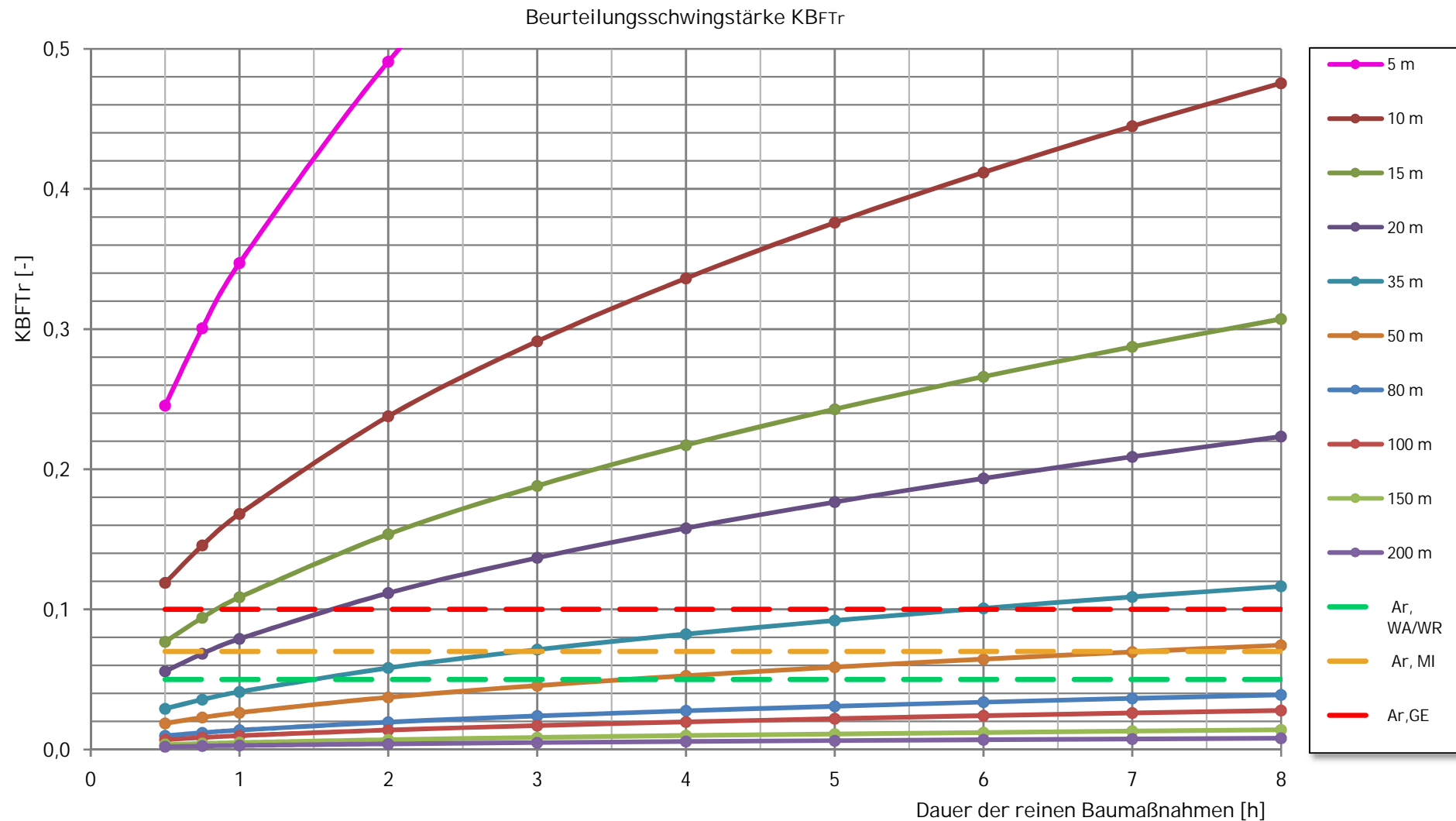


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Holzbalkendecken

Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrrohre)

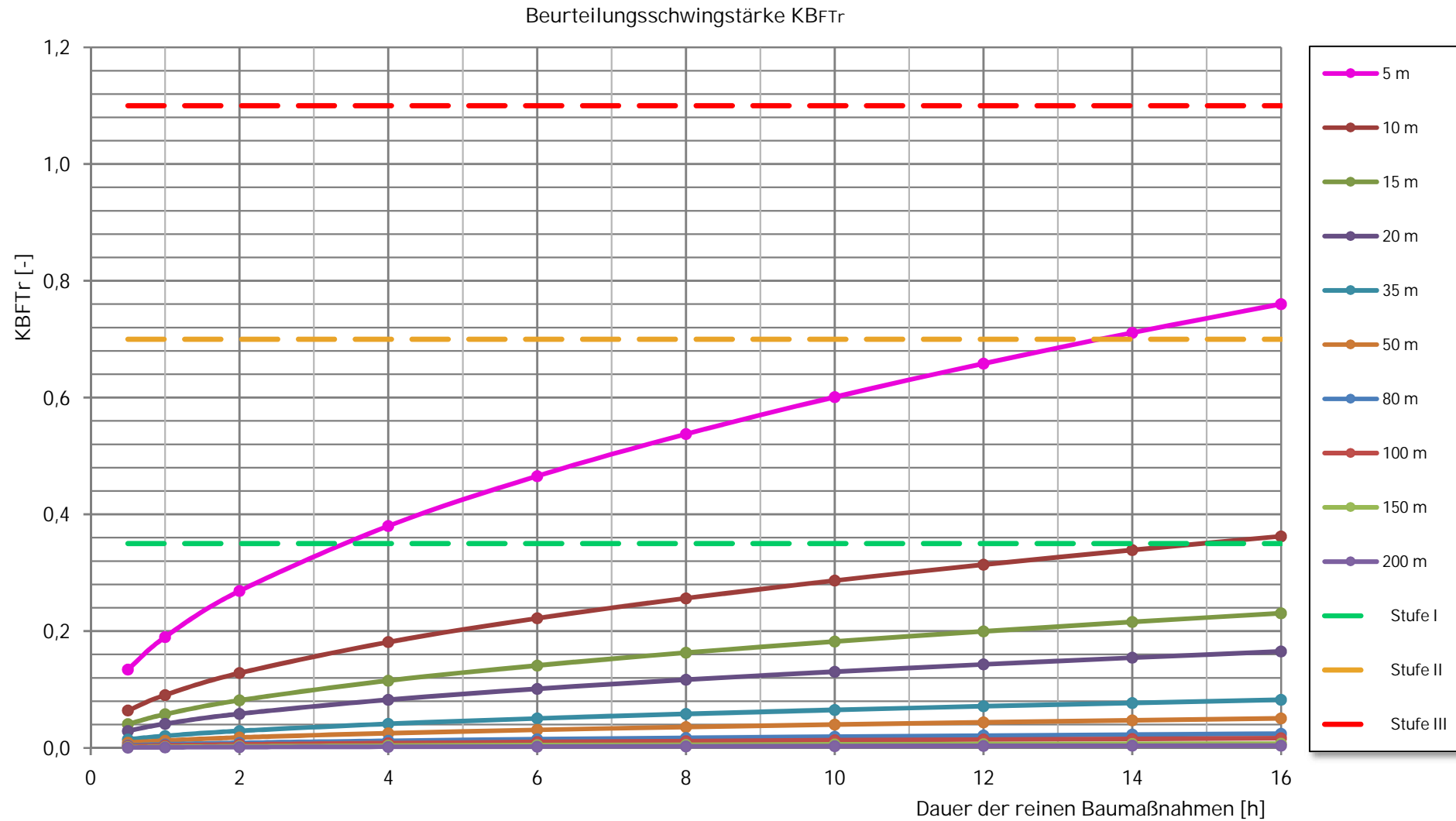


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Tagzeitraum

Stahlbetondecken

Einbringen v. Bohrpfehlen (aufsetzen d. Bohrrohre)

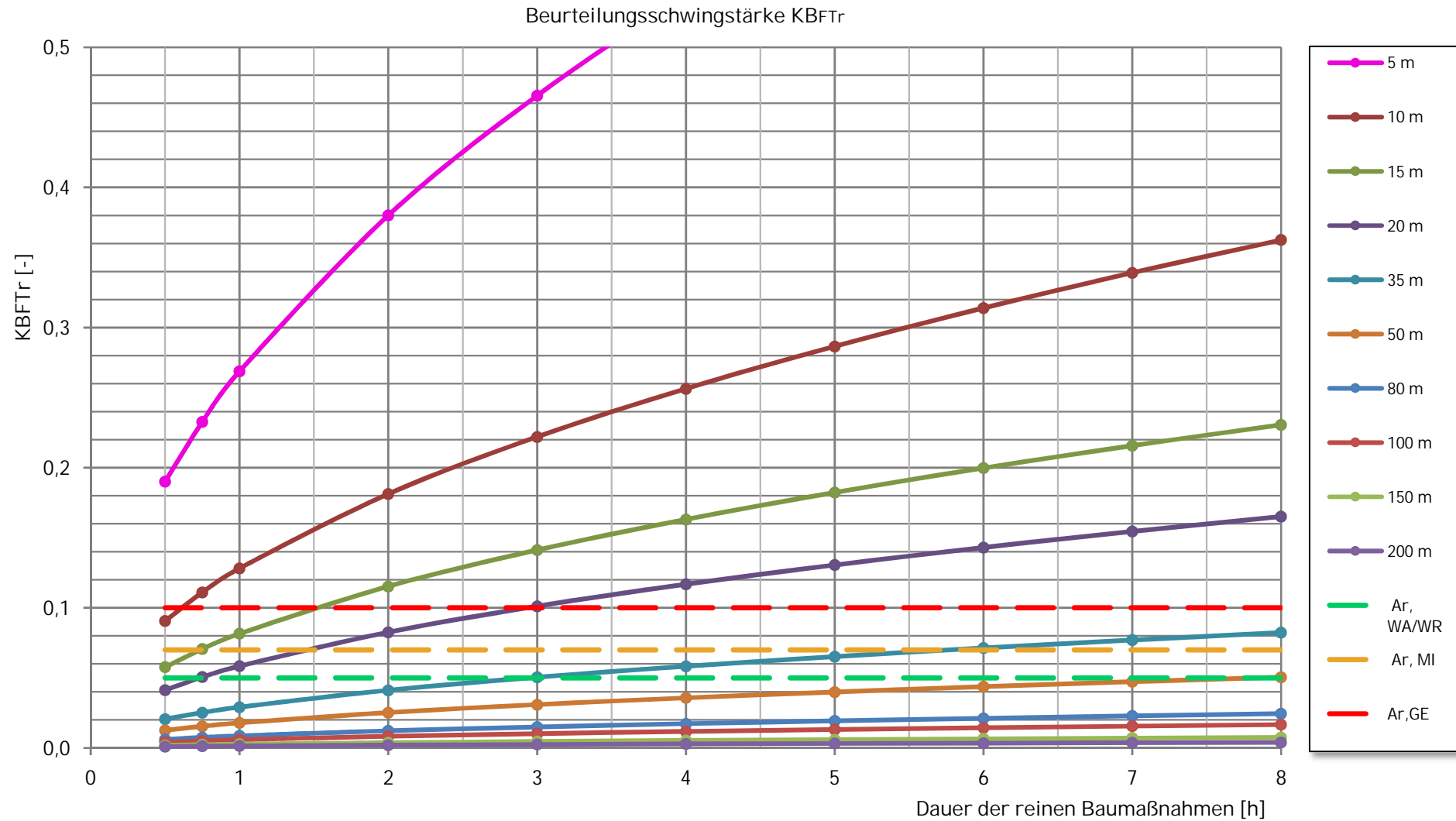


KB_{FTr} in typischen Geschossbauten

Nachtzeitraum

Stahlbetondecken

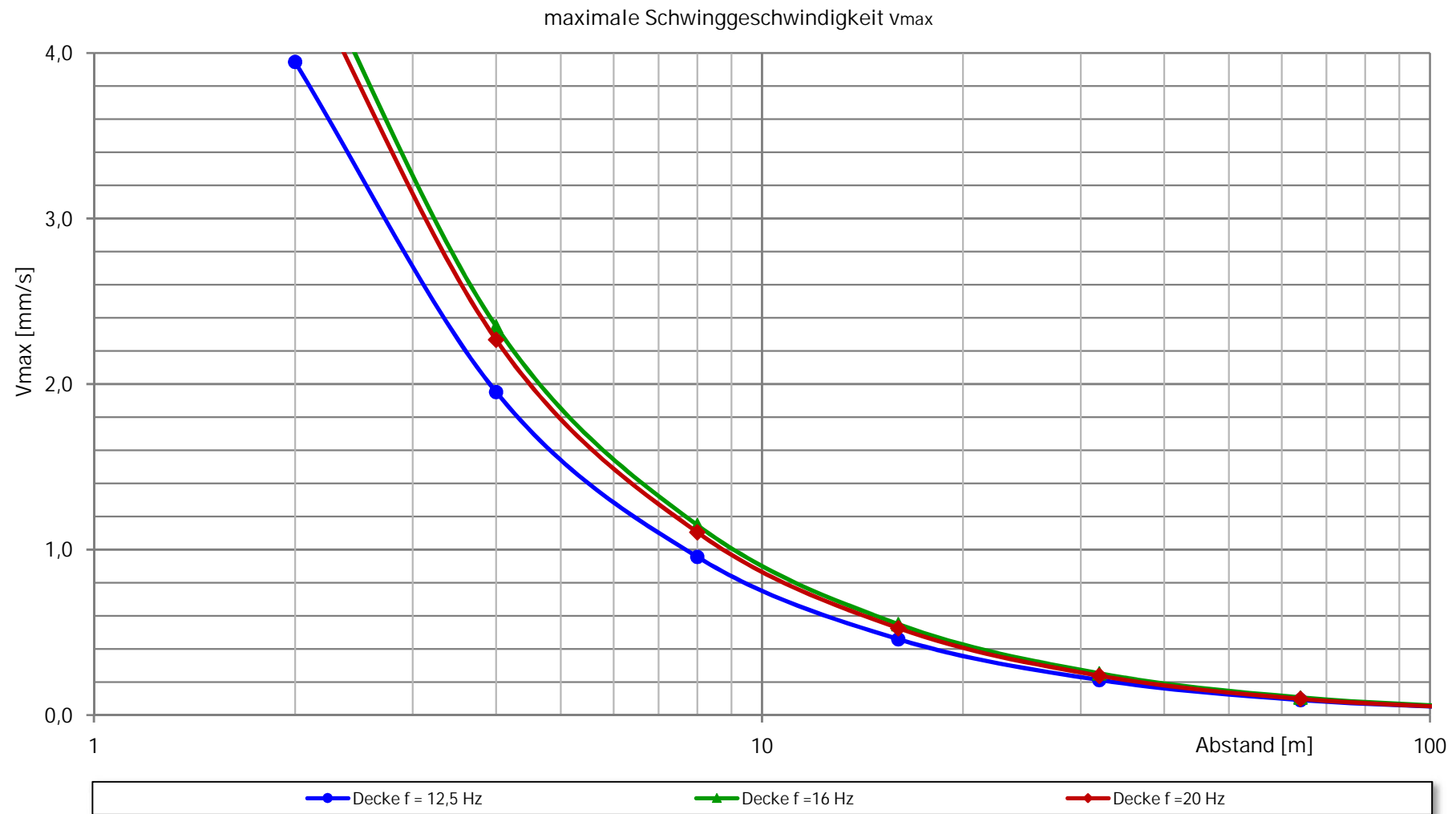
Einbringen v. Bohrpfehlen (aufsetzen d. Bohrrohre)



Maximale Schwinggeschwindigkeit

in typischen Geschossbauten mit Holzbalkendecken

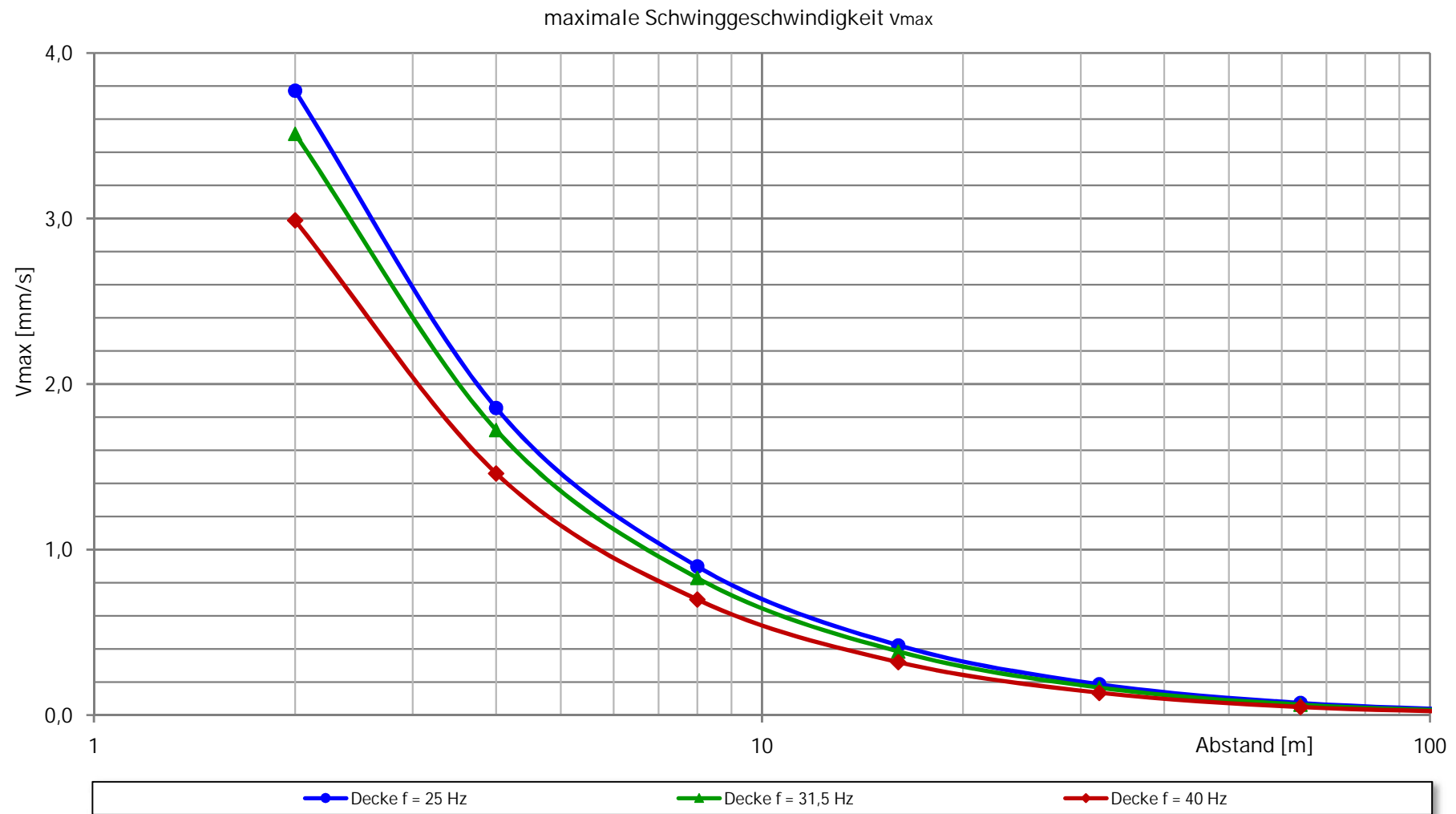
Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrröhre)

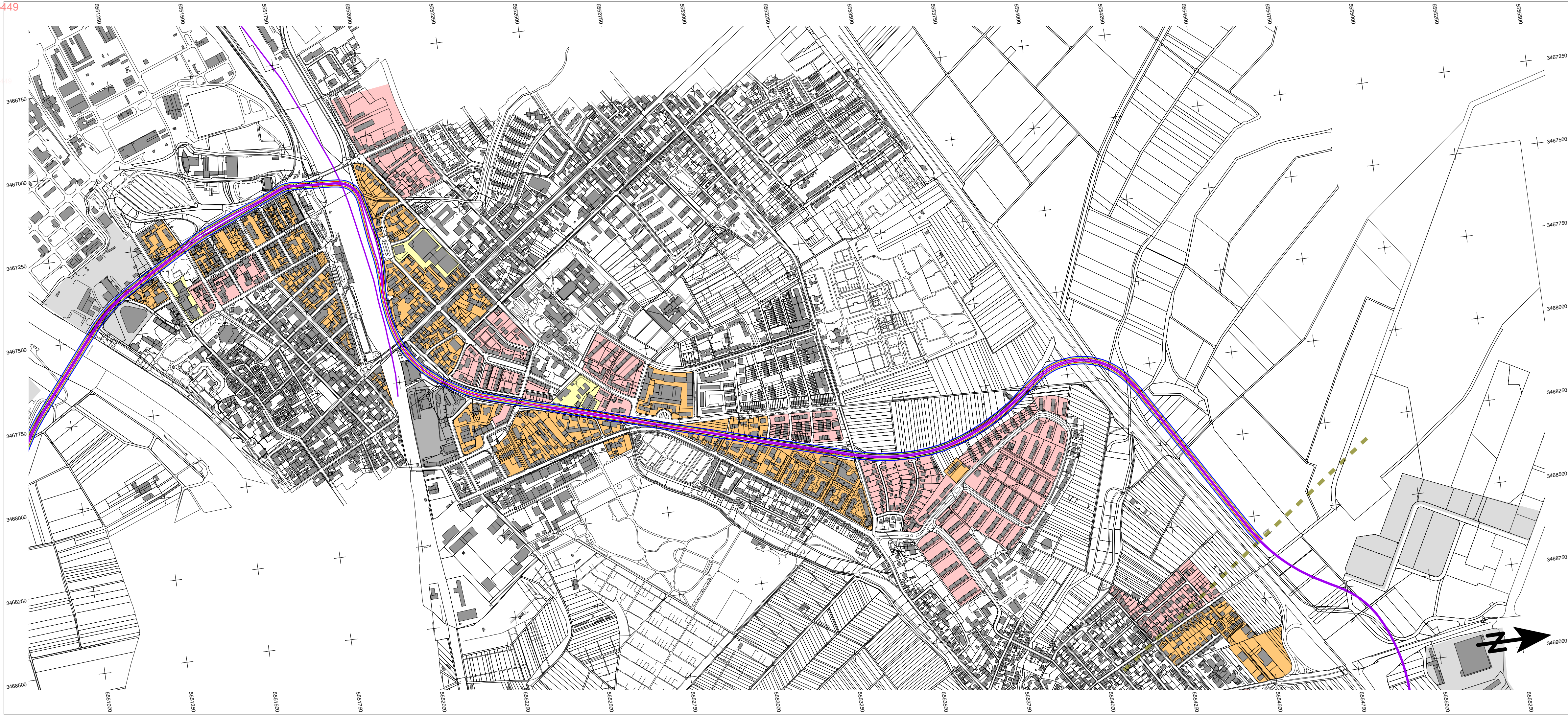


Maximale Schwinggeschwindigkeit

in typischen Geschossbauten mit Stahlbetondecken

Einbringen v. Bohrpfählen (aufsetzen d. Bohrröhre)





- Ao Tag GE
- Ao Tag MI/WA
- Au Tag Stufe III
- Au Tag Stufe II
- Au Tag Stufe I

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500

0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



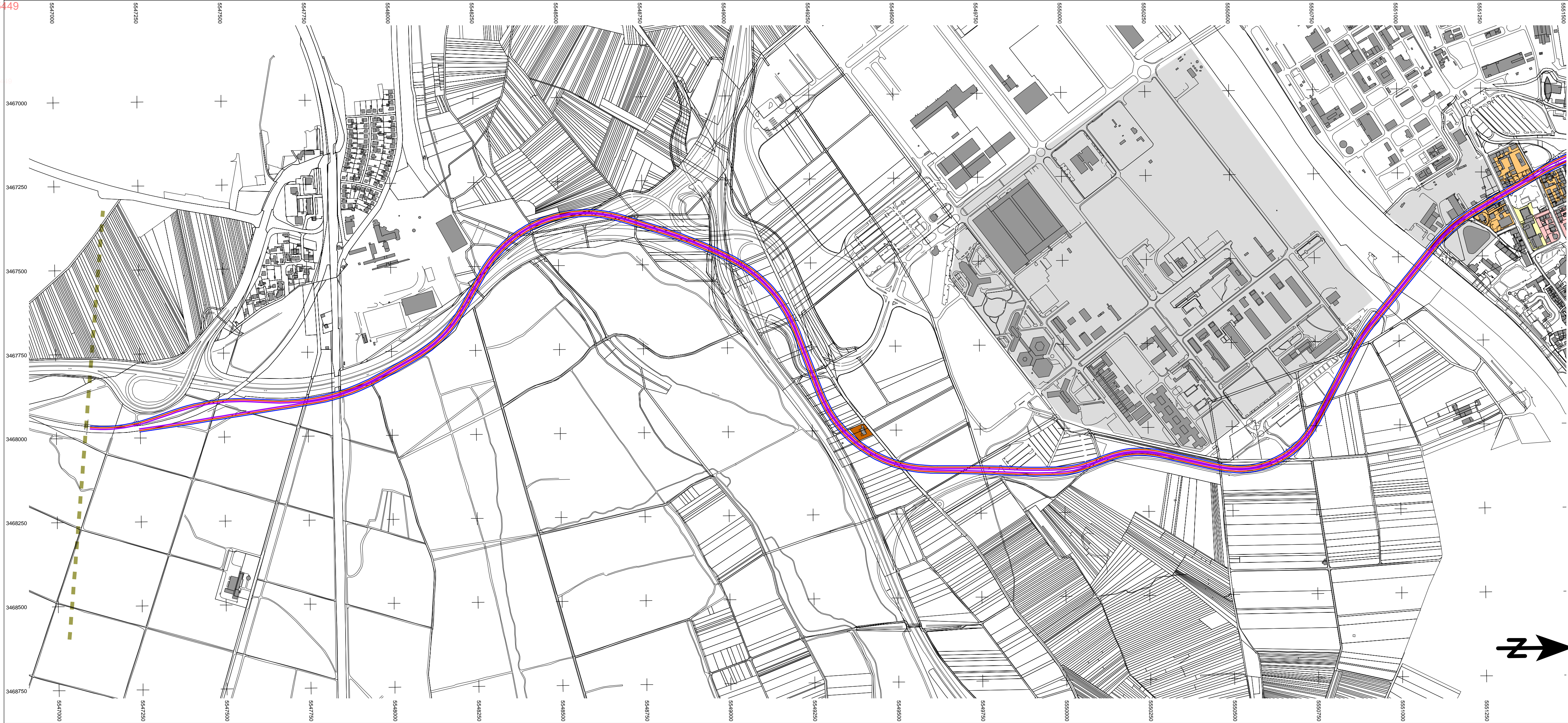
ANHANG 5.10.1.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes des Bohrgerätes

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Ao Tag GE
 - Ao Tag MI/WA
 - Au Tag Stufe III
 - Au Tag Stufe II
 - Au Tag Stufe I
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500

0 75 150 225 300 375 m

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



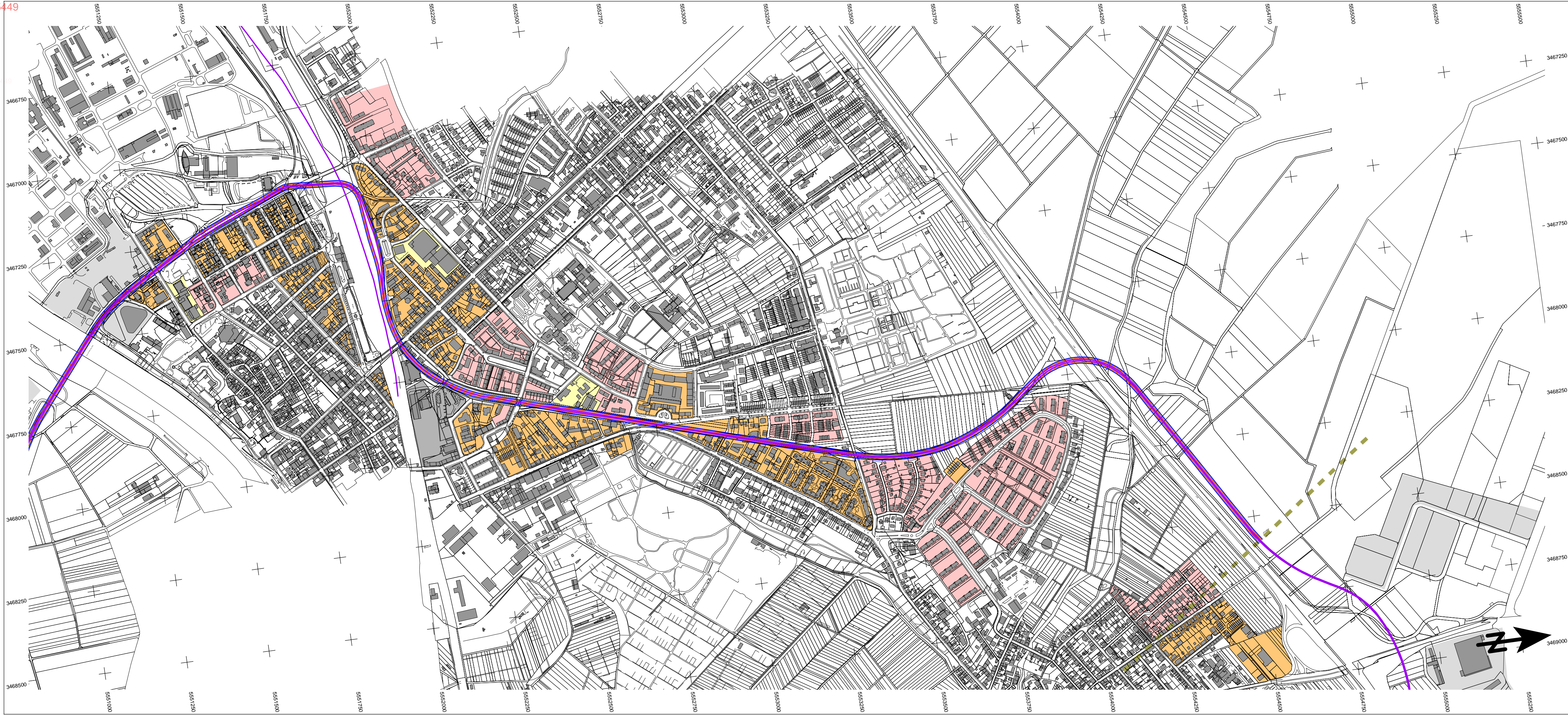
ANHANG 5.10.1.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes des Bohrgerätes

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Ao Tag GE
- Ao Tag MI/WA
- Au Tag Stufe III
- Au Tag Stufe II
- Au Tag Stufe I

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegen gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



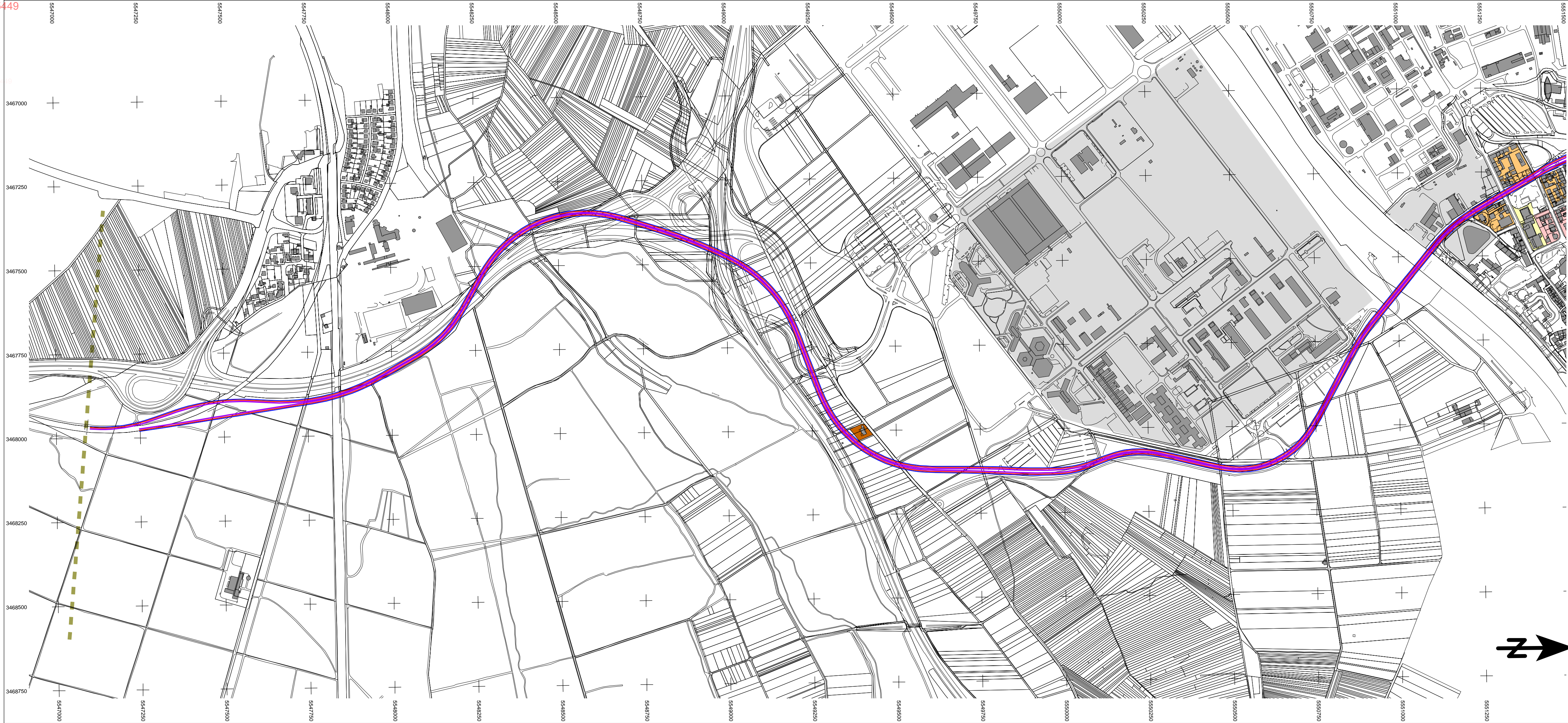
ANHANG 5.10.2.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes des Bohrgerätes

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Ao Tag GE
 - Ao Tag MI/WA
 - Au Tag Stufe III
 - Au Tag Stufe II
 - Au Tag Stufe I
-
- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegen gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
 - Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
 - Schulen, Kindergärten
 - Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500

0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



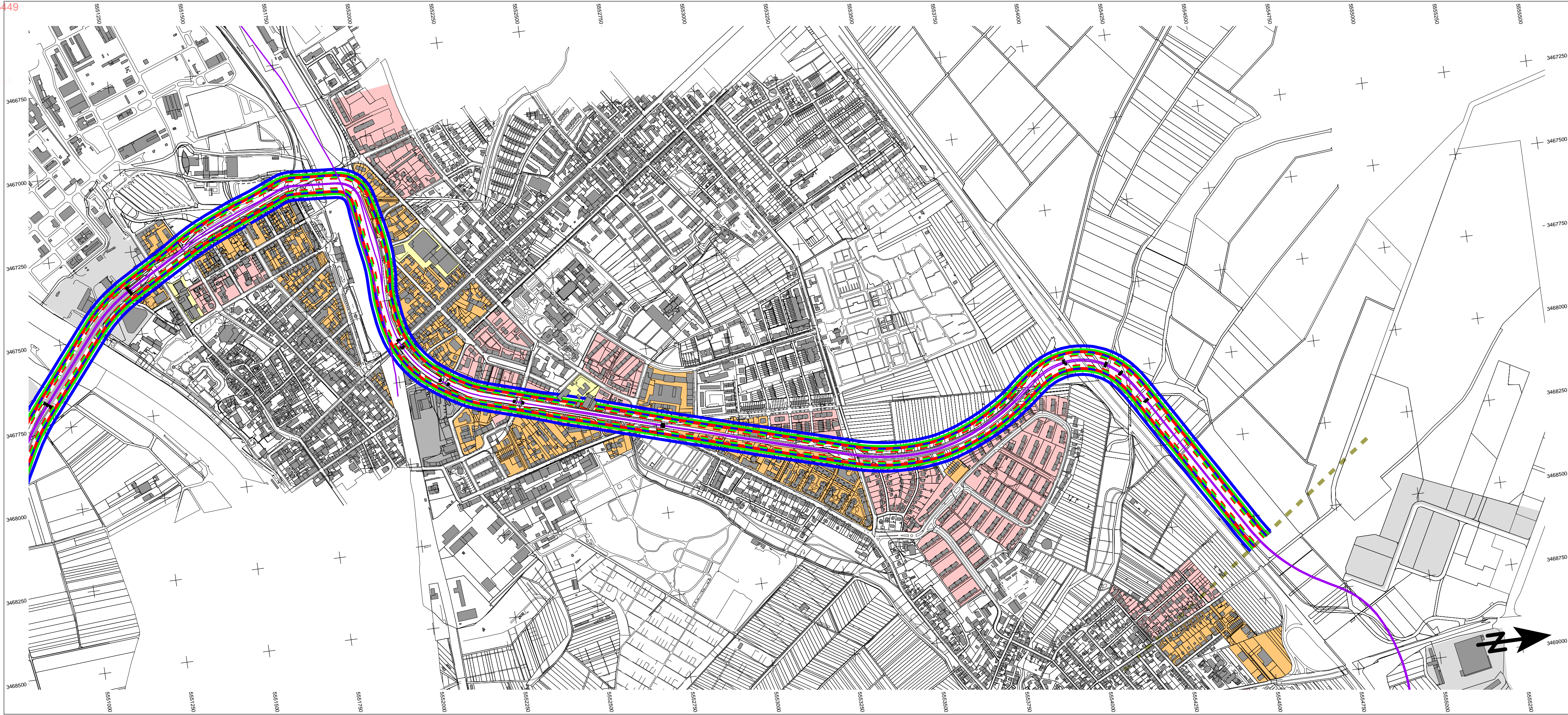
ANHANG 5.10.2.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes des Bohrgerätes

Beurteilungszeitraum: Tag (07.00 Uhr bis 20.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



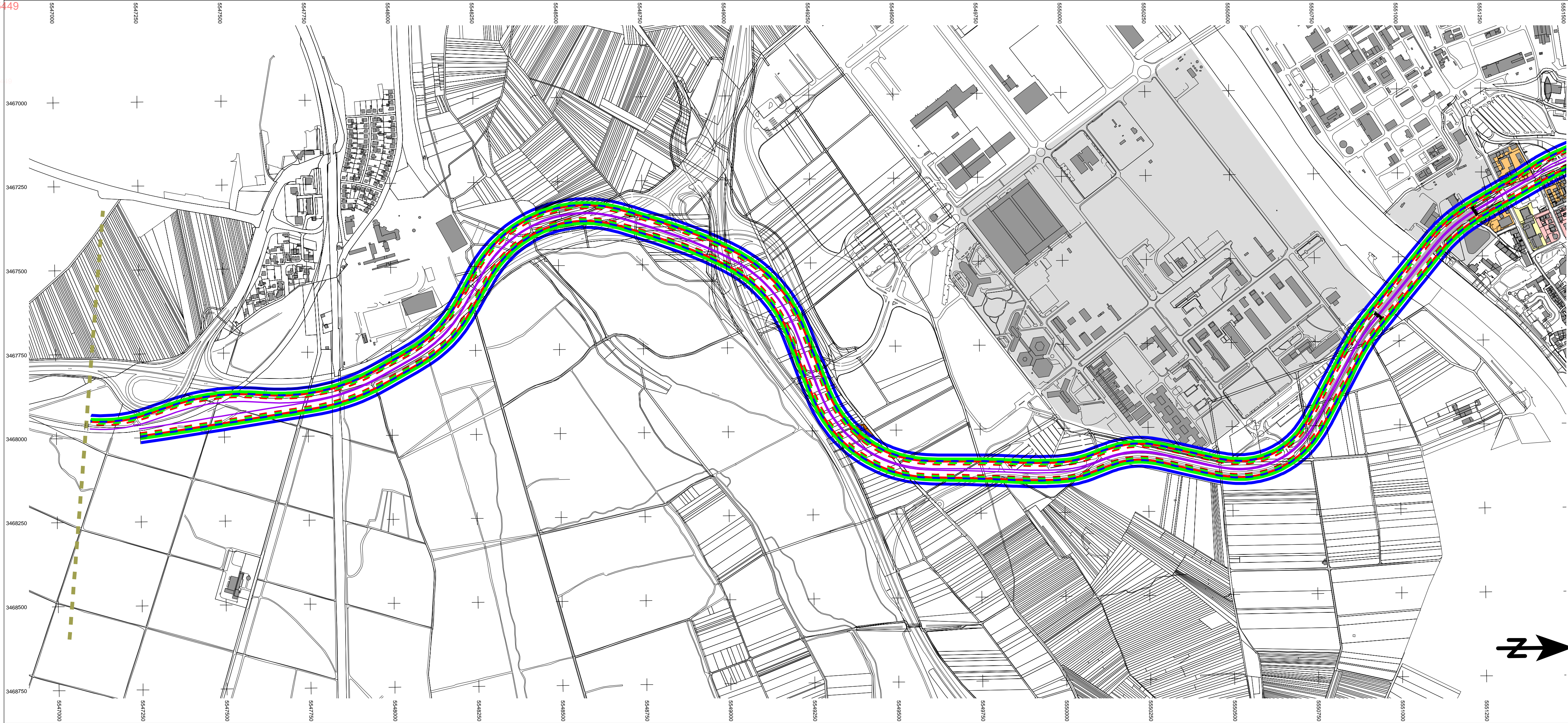
ANHANG 5.11.1.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes des Bohrgerätes

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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



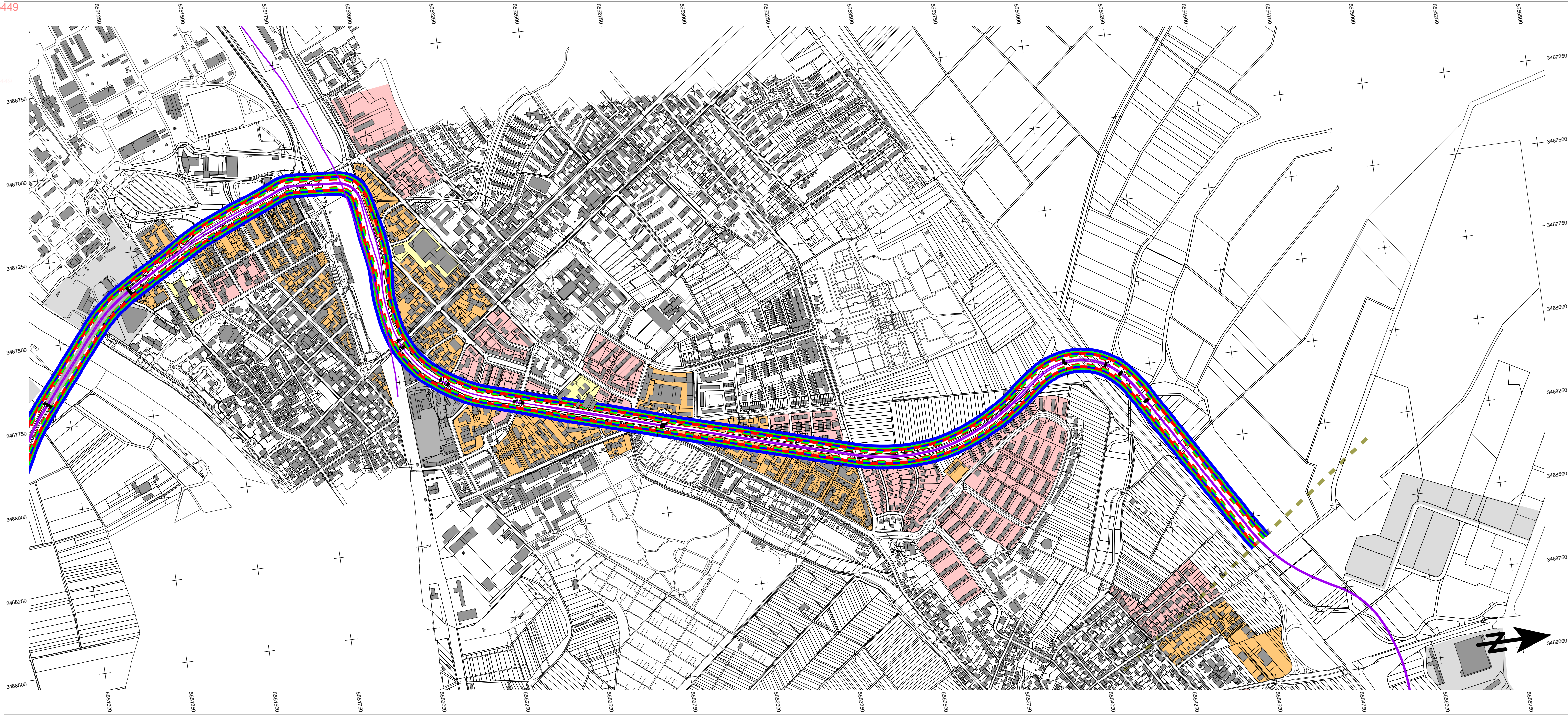
ANHANG 5.11.1.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Holzbalkendecken während des Einsatzes des Bohrgerätes

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Süd



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m

KREBS+KIEFER

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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



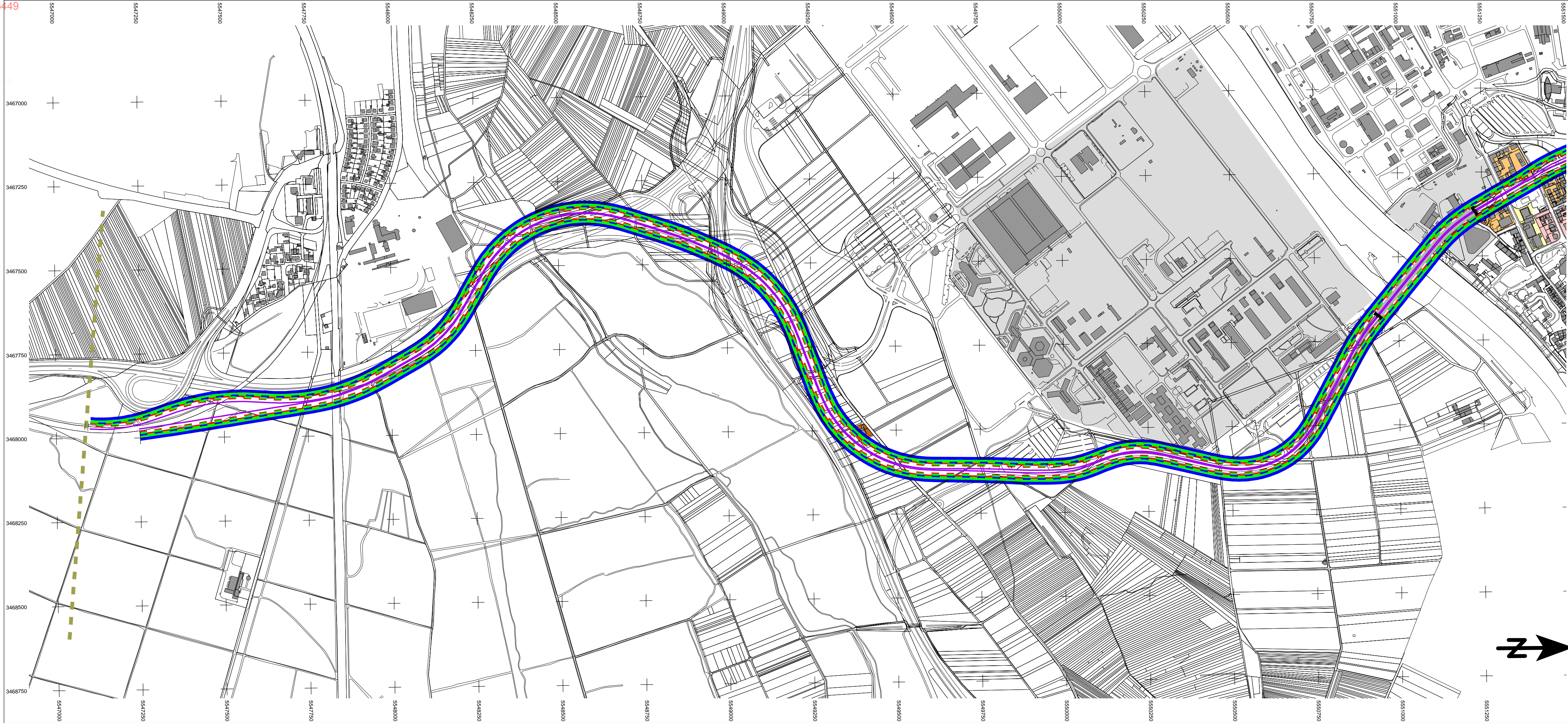
ANHANG 5.11.2.1

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes des Bohrgerätes

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Nord



- Au (GE)
- Au (MI)
- Au (WA)
- Ao Nacht GE
- Ao Nacht MI
- Ao Nacht WA

- Einwirkungsorte in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend gewerblicher Nutzung
- Einwirkungsorte in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind
- Einwirkungsorte in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind
- Schulen, Kindergärten
- Wohngebäude Außenbereich

Maßstab 1:7500
0 75 150 225 300 375 m



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

15.04.2021; Bericht Nr. 20058001-ABE-3



ANHANG 5.11.2.2

RTW Planungsgesellschaft mbH
Regionaltangente West - Pfa Mitte

- KONFLIKTBEREICHE -
Grenzabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bei Stahlbetondecken während des Einsatzes des Bohrgerätes

Beurteilungszeitraum: Nacht (20.00 Uhr bis 07.00 Uhr)

Planausschnitt Süd