

Erschütterungstechnische Untersuchung

Bebauungsplan Nr. 2142 der LHM

Südareal „Am Oberwiesenfeld“

Bericht Nr. 700-6661-2-ER

im Auftrag der

OPES Immobilien GmbH

[REDACTED]

München, im Dezember 2024

## Erschütterungstechnische Untersuchung

Bebauungsplan Nr. 2142 der LHM  
Südareal „Am Oberwiesenfeld“

**Bericht-Nr.:** 700-6661-2-ER

**Datum:** 17.12.2024

**Dieser Bericht ersetzt den** Bericht Nr. 700-6661-1-ER vom 07.12.2023

**Auftraggeber:**

**Auftragnehmer:** Möhler + Partner Ingenieure GmbH

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

**Bearbeiter:**

[REDACTED]  
[REDACTED]

## Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung .....	9
2. Örtliche Gegebenheiten .....	9
3. Grundlagen.....	11
3.1 Erschütterungen.....	11
3.2 Sekundärluftschall.....	13
4. Schienenverkehrswege und Belegungsprogramme .....	15
4.1 Münchner Nordring (DB-Streckennummern 5560 und 5570).....	15
4.2 U-Bahn Linie U3 .....	15
5. Messungen .....	17
5.1 Messzeit, Messort und Messdurchführung .....	17
5.2 Messgeräte.....	19
6. Prognose und Beurteilung der Erschütterungs- und Sekundärluftschalleinwirkungen.....	21
7. Anlagen .....	28

## Abbildungsverzeichnis:

<b>Abbildung 1:</b>	Lageplan der Gleise des Münchner Nordrings.....	15
<b>Abbildung 2:</b>	Lageplan mit U-Bahnbauwerken .....	16
<b>Abbildung 3:</b>	Gemessene Erschütterungseinwirkungen am MP-U-2 (exemplarischer Zeitabschnitt) .....	19
<b>Abbildung 4:</b>	Gemessene frequenzabhängige Exponenten der Abnahmefunktion für die Schwingungsübertragung im Erdreich im Plangebiet.....	23
<b>Abbildung 5:</b>	Abstände, bei denen Überschreitungen der Anforderungen der DIN 4150-2 (Erschütterungen) bzw. TA Lärm (Sekundärluftschall) nicht ausgeschlossen werden können (mittlere Fahrgeschwindigkeit der Güterzüge von 35 km/h) .....	24
<b>Abbildung 6:</b>	Abstände, bei denen Überschreitungen der Anforderungen der DIN 4150-2 (Erschütterungen) bzw. TA Lärm (Sekundärluftschall) nicht ausgeschlossen werden können (zulässige Streckengeschwindigkeit 100 km/h).....	25

## Tabellenverzeichnis:

<b>Tabelle 1:</b>	Anhaltswerte zur Beurteilung der Immissionen von Erschütterungen nach Tabelle 1 der DIN 4150-2 [3] .....	12
<b>Tabelle 2:</b>	Immissionsrichtwerte „Innen“ nach TA Lärm [dB(A)] .....	13
<b>Tabelle 3:</b>	Zugzahlenprognose 2030 Münchner Nordring [15] .....	15
<b>Tabelle 4:</b>	Zugzahlen U-Bahn Linie U3 (zw. Haltepunkten Olympia-Einkaufszentrum und Olympiazentrum) [21] .....	16
<b>Tabelle 5:</b>	Dokumentation zur Lage der Messpunkte, Messung Münchner Nordring .....	17
<b>Tabelle 6:</b>	Messtechnisch erfasste verwertbare Vorbeifahrten während der Messzeit .....	17
<b>Tabelle 7:</b>	Dokumentation zur Lage der Messpunkte, Messung U-Bahn Linie U3 .....	18
<b>Tabelle 8:</b>	Prognostizierte $KB_{\text{Fim}}$ - Werte bzw. $KB_{\text{Ftr}}$ - Werte tags / nachts für ein fiktives Gebäude (Stahlbetonbauweise) an den Messpunkten (ohne Geschwindigkeitskorrektur der Zugvorbeifahrt) .....	22
<b>Tabelle 9:</b>	Mittlere prognostizierte Geräuschspitzen und Mittelungspegel des Sekundärluftschalls für ein fiktives Gebäude (Stahlbetonbauweise) an den Messpunkten (ohne Geschwindigkeitskorrektur der Zugvorbeifahrt) .....	22

## Grundlagenverzeichnis:

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), in der aktuellen Fassung
- [2] DIN 4150-1, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Dezember 2022
- [3] DIN 4150-2, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [4] DIN 45669, Messung von Schwingungsmissionen, Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung, September 2010
- [5] DIN 45669, Messung von Schwingungsmissionen, Teil 2: Messverfahren, Juni 2005
- [6] Beiblatt 1 zu DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft – Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen, März 1997
- [7] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (BANz AT 08.06.2017 B5), in Kraft getreten am 9. Juni 2017
- [8] Körperschall: Physikalische Grundlagen und technische Anwendungen, L. Cremer und M. Heckl, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1996
- [9] VDI 2038 Blatt 3, Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen – Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik – Sekundärer Luftschall – Grundlagen, Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung, November 2013
- [10] DB Richtlinie 820.2050 Erschütterungen und sekundärer Luftschall, gültig ab 15.09.2017
- [11] DIN EN ISO/IEC 17025 Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, März 2018
- [12] Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 1947 der Landeshauptstadt München, Moosacher Straße (nördlich), Bahngleisbogen München-Feldmoching – München-Milbertshofen (östlich), Schittgablerstraße (südlich), Lerchenauer Straße (westlich) (Teiländerung des Bebauungsplanes Nr. 1688a) – Knorr Bremse AG – vom 16.06.2009
- [13] Bebauungsplan Nr. 18b\_Teil2 der Landeshauptstadt München, Olympiapark (Oberwiesenfeld) – Teil 2 -, Olympisches Dorf der Männer vom 03.06.1971
- [14] Vorhabenbezogener Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2073 der Landeshauptstadt München, Am Oberwiesenfeld (südlich und westlich), Moosacher Straße und Triebstraße (nördlich) sowie Kleingartenanlage an der Feldbahnstraße (östlich) (Teiländerung des Bebauungsplans Nr. 1688a) vom 18.03.2014

- [15] Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 1688a der Landeshauptstadt München, Moosacher Straße, Lerchenauer Straße und Schittgablerstraße – Knorr Bremse – vom 01.07.1994
- [16] Zugzahlen DB-Nordring Strecke 5560, Abschnitt MN L bis München-Milbertshofen, km 18,6- km 20,6, Bereich Moosach Straße 80 und Strecke 5570, Abschnitt München-Feldmoching bis München Milbertshofen km 0,0 bis km 3,9, Bereich Moosach Straße 80 (2030DT), DB Netz AG, übermittelt per E-Mail am 18.08.2023
- [17] Infrastrukturregister DB Netze (<https://geovdbn.deutschebahn.com/isr>, zuletzt aufgerufen am 02.12.2022)
- [18] Entwurf Bebauungsplan Nr. 2142, Stand: 03.12.2024 übermittelt per E-Mail [REDACTED] am 05.12.2025
- [19] Schalltechnische Untersuchung, Bebauungsplan Nr. 2142 der LHM Südareal „Am Oberwiesenfeld“, Bericht Nr. 710-4401-4 vom 17.12.2024, Möhler + Partner Ingenieure GmbH
- [20] Bestandsunterlagen U-Bahn Linie U3 München Bf Olympiapark Nord mit Strecke, Baureferat der LHM
- [21] MVV-Linienfahrplan U3, [https://www.mvv-muenchen.de/fileadmin/mediapool/03-Plaene\\_Bahnhofe/Minifahrplaene/U3.pdf](https://www.mvv-muenchen.de/fileadmin/mediapool/03-Plaene_Bahnhofe/Minifahrplaene/U3.pdf), Stand 02.12.2022

## Zusammenfassung:

Die OPES Immobilien GmbH überplant einen Teilbereich aus dem Geltungsbereich des r. v. Bebauungsplans Nr. 1947 der LHM. Im sog. Südareal „Am Oberwiesenfeld“ soll neben Kern- und Gewerbegebieten zukünftig auch ein Urbanes Gebiet sowie ein Sondergebiet SO Pflege entstehen. Das Baurecht soll über den Bebauungsplan Nr. 2142 geschaffen werden. Das Plangebiet befindet sich im Einwirkungsbereich von den oberirdischen Schienenverkehrswegen des Münchner Nordrings mit Güterverkehr (im Norden) sowie der unterirdischen U-Bahn-Linie U3 (im Süden). Für das Planvorhaben wurden die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen auf der Grundlage von messtechnischen Untersuchungen prognostiziert. Die Untersuchung kommt zu den folgenden Ergebnissen:

- Die Anforderungen der DIN 4150-2 für Gewerbegebiete (GE), Kerngebiete (MK) und Urbane Gebiete (MU) werden im Bereich der geplanten Bauflächen eingehalten. Beeinträchtigungen durch Erschütterungsimmissionen sind daher nicht zu erwarten. Für die stationäre Alten- und Pflegeeinrichtung in einem ausgewiesenen Sondergebiet gelten nach Tab. 1 Zeile 5 der DIN 4150-2 insbesondere im Tagzeitraum erhöhte Schutzanforderungen. Da der Abstand zum DB-Nordring mehr als 250 m beträgt, können Erschütterungskonflikte durch den Schienengüterverkehr allerdings ausgeschlossen werden.
- Die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen ausgehend von den Schienenverkehrsstrecken liegen unterhalb der Immissionsrichtwerte „Innen“ der TA Lärm. Beeinträchtigungen durch sekundären Luftschall sind daher ebenfalls nicht zu erwarten.

Aufgrund einer neuen Entwurfsplanung zum Bebauungsplan Nr. 2142 und einer aktuellen Zugzahlenprognose (2030DT) erfolgte eine Überarbeitung der vorliegenden erschütterungstechnischen Untersuchung. Auswirkungen auf die Immissionsprognose ergeben sich durch die unwesentlichen Änderungen der Zugmengen demnach nicht.



## 1. Aufgabenstellung

Die OPES Immobilien GmbH überplant einen Teilbereich aus dem Geltungsbereich des r. v. Bebauungsplans Nr. 1947 der LHM (Baugebiete MK 1 (1), MK 1 (2), MK 2, GE 5, GE 6, GE 7, GE 8 und GE 9 des Knorr-Bremse-Areals). Im Plangebiet (sog. Süddareal „Am Oberwiesenfeld“) soll neben Kern- und Gewerbegebieten zukünftig auch ein Urbanes Gebiet (MU) mit Wohn- Kita-, Einzelhandels- und Büronutzungen sowie ein Sondergebiet SO Pflege mit stationärer Alten- und Pflegeeinrichtung und weiteren Wohn- bzw. Verwaltungs- oder Gewerbenutzungen entstehen. Das Baurecht soll über den Bebauungsplan Nr. 2142 geschaffen werden.

Nördlich des Plangebiets liegen die Schienenverkehrswege des Münchner Nordrings mit Güterverkehr. Südlich des Plangebiets verläuft zudem die unterirdische U-Bahnlinie U3 mit dem Haltepunkt Oberwiesenfeld. Im Rahmen einer erschütterungstechnischen Untersuchung sollen die Erschütterungseinwirkungen aus dem Schienenverkehr auf Grundlage von Messungen im Plangebiet ermittelt und beurteilt werden.

Mit der Erstellung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure GmbH (vormals AG) am 15.11.2021 von der OPES Immobilien GmbH beauftragt.

## 2. Örtliche Gegebenheiten

Das Plangebiet liegt in München-Milbertshofen nördlich der Moosacher Straße, östlich der Straße Am Oberwiesenfeld bzw. Christl-Marie-Schultes-Weg, südlich der DB-Bahnstrecken des Münchner Nordrings und westlich der Lerchenauer Straße. Es umfasst die Baugebiete MK 1, MK 2, GE 5, GE 6, GE 7, GE 8 und GE 9 des Knorr-Bremse-Areals im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 1947 [12].

Nördlich des Plangebietes bzw. des DB-Nordrings befinden sich die Gewerbegebiete GE 3 und GE 4 des Bebauungsplans Nr. 1947. Östlich liegen Gewerbenutzungen mit großflächigen Einzelhandelsgeschäften entlang der Lerchenauer Straße. Südlich des Plangebietes grenzt das Olympiadorf an die Moosacher Straße, welches im Bebauungsplan Nr. 18b\_T2 [13] als Allgemeines Wohngebiet (WA) festgesetzt ist. Im Westen liegen die Geltungsbereiche des Bebauungsplans Nr. 2073 [14] mit Hofwohnen und des Bebauungsplans Nr. 1688a [15] mit Kern- und Gewerbegebieten.

Innerhalb des Plangebietes (zukünftiger Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 2142) sollen folgende Baugebiete mit teilweise bestehenden und teilweise geplanten Nutzungen festgesetzt werden:

GE 1:	Technologiezentrum der Knorr Bremse AG (Bestand)
GE 2:	Mitarbeiterparkhaus der Knorr Bremse AG (Bestand)
GE 3:	Gewerbenutzungen der BMW AG (Bestand)
MU:	Urbanes Gebiet mit Wohnnutzungen, Kitas und Büros (Planung)
MK 1 (1):	Büroneubau MO'ANDER (Bestand und Planung)
MK 1 (2)	Neubau Hochhaus mit Büronutzungen (Planung)
MK 2:	Hauptverwaltung der Knorr Bremse AG (Baudenkmal)
SO Pflege:	Stationäre Alten- und Pflegeeinrichtung (Planung)

Das Plangebiet und der weitere Umgriff sind im Wesentlichen eben. Die genauen örtlichen Gegebenheiten mit dem Planvorhaben können dem Übersichtslageplan (Anlage 1) entnommen werden.

### 3. Grundlagen

Bei dem Planvorhaben werden einzelne Gewerbeflächen der Knorr Bremse AG einer höherwertigen Nutzung überführt (MK, MU, SO Pflege). Nördlich an der Bahnstrecke verbleiben die Gewerbenutzungen der Knorr Bremse AG (Technologiezentrum bzw. Parkhaus). Es wird davon ausgegangen, dass beim Betrieb auf den Gewerbeflächen keine Vorgänge stattfinden (Motorentests etc.), die zu unzumutbaren Beeinträchtigungen durch Erschütterungen oder Sekundärluftschall in dem angrenzenden Urbanen Gebiet mit Wohnen oder dem Sondergebiet Pflege führen.

#### 3.1 Erschütterungen

Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden werden mittels der bewerteten Schwingstärke  $KB_f(t)$  bewertet. Das  $KB_f(t)$ -Signal ist das durch Frequenzbewertung und Normierung des unbewerteten Schnellesignals entstandene Signal. Nach DIN 45669-2 [5] ist das  $KB_f(t)$ -Signal als der gleitende Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals durch die Zeitbewertung FAST (0,125 s) definiert.

Hinsichtlich der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150, Teil 2 [3] werden zwei Beurteilungsgrößen gebildet:

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

Die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{fTr}$  wird nach folgender Gleichung gebildet:

$$KB_{fTr} = KB_{fTm} \sqrt{T_e/T_r}$$

Dabei ist:

$T_r$	Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h)
$T_e$	Summe aller Taktzeiten, während derer Erschütterungen einwirken
$KB_{fTm}$	Taktmaximal-Effektivwert

Der Taktmaximal-Effektivwert  $KB_{fTm}$  ist die Wurzel aus dem Mittelwert der quadrierten Taktmaximalwerte  $KB_{fTi}$  nach Gleichung (3) der DIN 4150-2<sup>1</sup> [3]:

---

<sup>1</sup> Bei der Berechnung der Taktmaximal-Effektivwerte  $KB_{fTm}$  werden Werte  $KB_{fTi} \leq 0,1$  mit dem Wert 0 angesetzt. Die mit Null belegten Takte gehen jedoch auch in die Anzahl N ein.

$$KB_{FTm} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N KB_{FTi}^2}$$

Die Beurteilung erfolgt grundsätzlich nach folgender Vorgehensweise:

- Ist  $KB_{Fmax}$  kleiner als der untere Anhaltswert  $A_u$ , dann sind die Anforderungen der Norm eingehalten.
- Ist  $KB_{Fmax}$  größer als der untere Anhaltswert  $A_u$  und kleiner als der obere Anhaltswert  $A_o$ , gilt die Anforderung der Norm als eingehalten, wenn der  $KB_{FTr}$  kleiner als der Anhaltswert  $A_r$  ist.
- Ist der  $KB_{Fmax}$  größer als der obere Anhaltswert  $A_o$  bzw. der  $KB_{FTr}$  größer als der Anhaltswert  $A_r$ , dann sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen gelten abhängig vom Einwirkungsort folgende Anhaltswerte A nach Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2 [3].

<b>Tabelle 1:</b> Anhaltswerte zur Beurteilung der Immissionen von Erschütterungen nach Tabelle 1 der DIN 4150-2 [3]							
Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
1	Industriegebiete	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Gewerbegebiete	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Misch-, Kerngebiete	0,2	5	0,10	0,15	0,3	0,07
4	Allgemeine bzw. Reine Wohngebiete	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Bei der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Schienenverkehr gelten folgende Besonderheiten gem. Nr. 6.5.3.1 der DIN 4150-2:

- Die Beurteilung erfolgt anhand der Kriterien  $A_u$  (für  $KB_{Fmax}$ ) und  $A_r$  (für  $KB_{FTr}$ ). Immer wenn  $KB_{Fmax} > A_u$  ist erfolgt, die Beurteilung auf der Basis der Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$  im Vergleich zu  $A_r$ . Bei der Ermittlung von  $KB_{FTr}$  wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.

- Die (oberen) Anhaltswerte  $A_0$  haben für den Schienenverkehr nicht die Bedeutung, dass bei deren seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne  $KB_{FIT}$ -Werte
  - o bei oberirdischen Strecken gebietsunabhängig über  $A_0 = 0,6$  oder
  - o bei unterirdischen Strecken in Gebieten der Zeilen 3 bis 5 nach Tabelle 1 über  $A_0 = 0,3$ ,
 so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z.B. Flachstellen an Rädern) und diese möglichst rasch zu beheben.

Einen Hinweis auf die Fühlbarkeit der Erschütterungseinwirkung gibt nach DIN 4150-2 [3] die Größe  $KB_{Fmax}$ :

*„... Die Fühlschwelle liegt bei den meisten Menschen im Bereich zwischen  $KB = 0,1$  und  $KB = 0,2$ . In der Umgebungssituation „Wohnung“ werden auch bereits gerade spürbare Erschütterungen als störend empfunden. Erschütterungseinwirkungen um  $KB = 0,3$  werden beim ruhigen Aufenthalt in Wohnungen überwiegend bereits als gut spürbar und entsprechend stark störend wahrgenommen...“*

### 3.2 Sekundärluftschall

Der innerhalb eines Gebäudes auf Körperschallimmissionen zurückzuführende Luftschall durch Bauwerksschwingungen von Raumbegrenzungsflächen (Wände und vor allem Geschossdecken) wird als sekundärer Luftschall bezeichnet und als tieffrequenter Luftschall wahrgenommen.

Bei der Beurteilung der sekundären Luftschallabstrahlung durch verkehrsbedingte Einwirkungen (z.B. Straßen- und Schienenverkehr) existieren keine spezifischen Regelungen mit einer Festlegung von Richtwerten. Es muss demnach auf Richtlinien aus anderen schalltechnischen Bereichen zurückgegriffen werden, die für die Körperschallübertragung innerhalb von Gebäuden oder tieffrequente Schallimmissionen Aussagen treffen.

Im Rahmen der Bauleitplanung ist es in Bayern gängige Praxis, die Beurteilung der Einwirkungen durch sekundären Luftschall nach der TA Lärm [7] bzw. der DIN 45680 [6] durchzuführen (diese Richtlinien regeln generell die Geräuschübertragung innerhalb von Gebäuden bzw. tieffrequente Geräusche durch gewerbliche Anlagen). Im vorliegenden Fall werden für das geplante Bauvorhaben ebenfalls diese Werte angesetzt. Die genannten Immissionsrichtwerte gelten gebietsunabhängig für schutzbedürftige Räume:

<b>Tabelle 2:</b> Immissionsrichtwerte „Innen“ nach TA Lärm [dB(A)]		
Beurteilungszeitraum	Mittelungspegel $L_m$	Maximalpegel $L_{max}$
Tags (06.00 – 22.00 Uhr)	35	45
Nachts (22.00 – 06.00 Uhr)	25	35

Die Anforderungen der Richtlinie gelten demnach als erfüllt, wenn der Mittelungspegel des sekundären Luftschalls im Zeitraum Tag (06.00 – 22.00 Uhr) 35 dB(A) und im Zeitraum Nacht (22.00 – 06.00 Uhr) 25 dB(A) nicht überschreitet. Es soll zudem vermieden werden, dass kurzzeitige Geräuschspitzen (hier der mittlere Maximalpegel bei der Zugvorbeifahrt) den Richtwert um mehr als 10 dB(A) überschreiten.

Durch die Schwingungsanregung der Wände und vor allem der Geschossdecken wird sekundärer Luftschall durch die Raumbegrenzungsflächen abgestrahlt. Zwischen der Schwingschnelle in den Raumbegrenzungsflächen, den jeweiligen Abstrahl- und Absorptionsverhältnissen im Raum und den daraus resultierenden Schalldruckpegeln im Raum besteht ein direkter Zusammenhang.

Ein allgemein gültiges Berechnungsverfahren kann jedoch aufgrund des sehr komplexen Wirkungsgefüges der o.g. Zusammenhänge im hier bestimmenden Frequenzbereich unter 100 Hz nicht angegeben werden.

Nach VDI 2038 Blatt 3 [9] kann der sekundäre Luftschall in guter Näherung nach folgender Formel abgeschätzt werden (vgl. auch [8]):

$$L_{pA}(f_T) = L_{vA}(f_T) + 10 \log\left(\frac{4S}{A(f_T)}\right) + 10 \log(\sigma(f_T))$$

Dabei bedeuten:

$L_{pA}(f_T)$	Terzpegel des A-bewerteten Schalldrucks im Raum
$L_{vA}(f_T)$	Terzpegel der A-bewerteten Schwingschnelle der Raumbegrenzungsflächen, bezogen auf $5 \cdot 10^{-8}$ m/s
$S$	Größe der schwingerregten Fläche in $m^2$
$A(f_T)$	äquivalente Absorptionsfläche des Raumes in $m^2$
$\sigma(f_T)$	Abstrahlgrad
$f_T$	Terzmittenfrequenz

Für eine genauere Betrachtung des sekundären Luftschalls müsste die mittlere Schnellepegelverteilung aller abstrahlenden Flächen mit den zugehörigen Abstrahlgraden und den äquivalenten Absorptionsgraden bekannt sein. Aufgrund von Erfahrungswerten für raumakustische Verhältnisse in Wohnräumen und mit Wohnräumen vergleichbar ausgestatteten Räumen können zur Abschätzung folgende Werte für  $S$ ,  $A$  und  $\sigma$  angesetzt werden.

$S$	$\approx 2 \times$ Grundrissfläche $G$
$A$	$\approx 0,8 \times$ Grundrissfläche $G$
$\sigma(f_T)$	$= 1$ für Frequenzen $> f_g$ . Für tiefere Frequenzen als die Grenzfrequenz $f_g$ erfolgt eine Absenkung

Diese Korrektur wird terzweise zu den Prognosespektren der Erschütterungsimmissionen addiert. Die so ermittelten sekundären Luftschallpegel stellen mittlere Maximalpegel  $L_{\max}$  während der Zugvorbeifahrten dar. Die Berechnung erfolgt im Frequenzbereich von 4 Hz bis 315 Hz.

## 4. Schienenverkehrswege und Belegungsprogramme

### 4.1 Münchner Nordring (DB-Streckennummern 5560 und 5570)

Die Bahnstrecken des Münchner Nordrings (DB-Streckennummern 5560 und 5570) befinden sich unmittelbar nördlich des Plangebiets. Die Gleislage verläuft ebenerdig als konventioneller Schotteroberbau. Im Osten schließen die Bahnstrecken an den Güterbahnhof Milbertshofen. Die folgende Abbildung zeigt die Streckenverläufe des Münchner Nordrings.



**Abbildung 1:** Lageplan der Gleise des Münchner Nordrings

© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Die Zugzahlen für die Bahnstrecken des Münchner Nordrings wurden dem Schreiben der DB Netz AG [16] entnommen. Die Zugzahlen sind Prognosewerte für das Jahr 2030 und können der folgenden Tabelle entnommen werden.

<b>Tabelle 3:</b> Zugzahlenprognose 2030 Münchner Nordring [16]				
Strecke/ Zugart	Anzahl Vorbeifahrten im Beurteilungszeitraum		Bauartbedingte Zughöchstgeschwindigkeit ( $v_{\max}$ )	Örtlich zulässigen Geschwindigkeit (VzG)
	Tag	Nacht		
Strecke 5560/ GZ-E <sup>1)</sup>	143	97	100 km/h	100 km/h
Strecke 5570/ GZ-E	21	14	100 km/h	100 km/h

<sup>1)</sup> Güterzug, Bespannung mit E-Lok

### 4.2 U-Bahn Linie U3

Südlich des Plangebiets befindet sich der Haltepunkt Oberwiesenfeld der U-Bahn Linie U3. Gemäß den Bauwerksplänen der U-Bahnstrecke [20] liegt das Stationsbauwerk unterhalb der Moosacher Straße in einer Tiefe von ca. 3 bis 4 m (Geländeoberkante bis Oberkante Stationsbauwerk). Die

anschließenden Tunnelröhren liegen ca. 7 m unter der Geländeoberkante (Überdeckung Tunnelaußenwand). Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Stationsbauwerks Oberwiesenfeld mit anschließenden Tunnelröhren.



Abbildung 2: Lageplan mit U-Bahnbauwerken

© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Die Zugzahlen für die U-Bahn Linie U3 wurden den aktuellen Linienfahrplänen des MVV [21] entnommen und sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 4: Zugzahlen U-Bahn Linie U3 (zw. Haltepunkten Olympia-Einkaufszentrum und Olympiazentrum) [21]		
Strecke	Anzahl Vorbeifahrten im Beurteilungszeitraum	
	Tag	Nacht
U-Bahn Richtung Moosach	96	31
U-Bahn Richtung Fürstenried West	96	31



## 5. Messungen

### 5.1 Messzeit, Messort und Messdurchführung

Als Grundlage zur Beurteilung der Erschütterungs- und Sekundärluftschalleinwirkungen für das Planvorhaben wurden Erschütterungsmessungen im Plangebiet durchgeführt. Die Messungen fanden am 23.02.2022 in der Zeit von 11:00 bis 16:00 Uhr (Münchner Nordring) und am 04.06.2022 in der Zeit von 09:30 bis 12:00 Uhr (U-Bahn Linie U3) statt. Die Dokumentation zur Lage der Messpunkte ist in folgenden Tabellen und in Anlage 1 (Übersichtslagepläne) dargestellt.

<b>Tabelle 5:</b> Dokumentation zur Lage der Messpunkte, Messung Münchner Nordring			
Messpunkt	Art des Messpunktes	Messrichtung	Horizontaler Abstand zum nächstgelegenen Gleis
MP-1	Erdspeiß	z-Richtung	12 m
MP-2	Erdspeiß	z-Richtung	8 m
MP-3	Erdspeiß	z-Richtung	16 m
MP-4	Erdspeiß	z-Richtung	32 m
MP-5	Erdspeiß	z-Richtung	10 m
MP-6	Erdspeiß	z-Richtung	16 m
MP-7	Erdspeiß	z-Richtung	32 m

In den nächstgelegenen Bestandsgebäuden (GE 1 mit Technologiezentrum und GE 2 mit Parkhaus der Knorr Bremse AG) konnte aufgrund der betrieblichen Gegebenheiten (Betrieb von Motorprüfständen, regulärer Parkhausbetrieb) nicht gemessen werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der messtechnisch erfassten verwertbaren Vorbeifahrten auf dem Münchner Nordring (ausschließlich Güterverkehr) während der Messzeit aufgelistet. Zum Messzeitpunkt war das Plangebiet weitestgehend frei von Störeinflüssen (Fremdbelastung, kein Bodenfrost etc.).

<b>Tabelle 6:</b> Messtechnisch erfasste verwertbare Vorbeifahrten während der Messzeit			
Zuggattung	Gleis	Mittlere gemessene Geschwindigkeit [km/h]	Anzahl der gemessenen Vorbeifahrten
GZ	Gl. 1	24 - 34	5
GZ	Gl. 2	26 - 44	5

Die Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Züge wurde mittels Radarpistole durch das Messpersonal gemessen. Die gemessenen Fahrgeschwindigkeiten weichen deutlich von den gem. [16] bzw. [17] zulässigen Streckengeschwindigkeiten (vgl. Tabelle 3) ab. In der Messung konnte festgestellt werden, dass aufgrund des östlich liegenden Güterbahnhofs Milbertshofen die ein- und ausfahrenden Güterzüge im Bereich des Plangebiets teilweise bremsen (bzw. vor der Einfahrt halten) und beschleunigen.

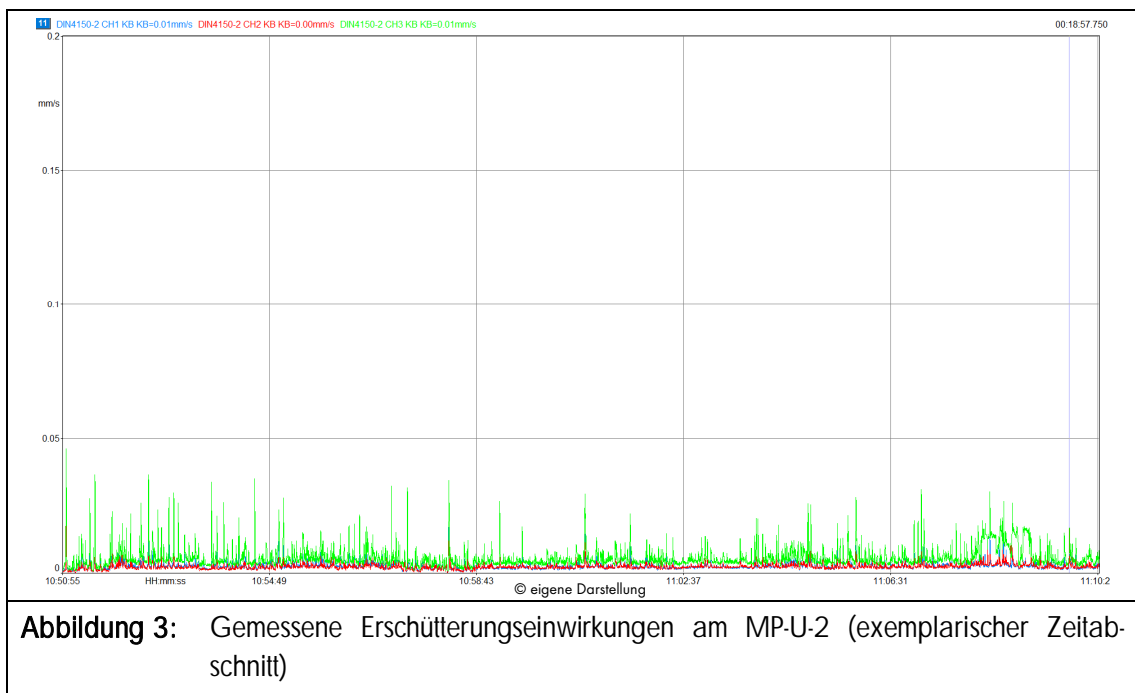
Im Folgenden werden die Erschütterungseinwirkungen zunächst auf Grundlage der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeiten vor Ort (im Mittel 35 km/h) bewertet. Zudem erfolgt eine Prognoseabschätzung für die max. zulässige Streckengeschwindigkeit (100 km/h).

Die Messungen der U-Bahnverkehrerschütterungen fanden im Kellergeschoss des im Bau befindlichen Bürogebäudes Mo'ander (Moosacher Straße 70-74) statt. Zum Zeitpunkt der Messung war der Rohbau des Gebäudes im Wesentlichen hergestellt. Die Fundamentmesspunkte wurden im Bereich der u-bahnseitigen Kelleraußenwände positioniert. Messpunkte auf den Geschossdecken waren aufgrund der Baustellensituation vor Ort nicht möglich.

<b>Tabelle 7:</b> Dokumentation zur Lage der Messpunkte, Messung U-Bahn Linie U3			
Messpunkt	Art des Messpunktes	Messrichtung	Horizontaler Abstand zum nächstgelegenen Gleis
MP-U-1	Gebäudemesspunkt, Fundament	x-,y-,z-Richtung	36 m
MP-U-2	Gebäudemesspunkt, Fundament	x-,y-,z-Richtung	30 m

Aufgrund von Bautätigkeiten im Gebäude selbst und Baumaßnahmen im Umfeld (Abbrucharbeiten der ehem. Knorr-Bremse-Werkshalle im Norden) wurden die Gebäudemessungen im Rohbau Mo'ander in Abstimmung mit dem Bauherrn an einem Samstag durchgeführt. Während der Messung kam es dennoch zu Störeinflüssen durch Gerüst- und Innenausbauarbeiten im Rohbau und Abbruchtätigkeiten auf dem nördlichen Nachbargrundstück.

Die folgende Abbildung zeigt die am MP-U-2 (Fundament) gemessenen KB-Werte der drei Raumrichtungen für einen exemplarischen Zeitabschnitt. Anregungen von Schienenverkehrerschütterungen durch die ein- und ausfahrenden U-Bahnen konnten in der Messung nicht identifiziert werden.



Da an den Fundamentmesspunkten keine relevanten Einwirkungen durch U-Bahnerschütterungen im Vergleich zur Fremdeinflusssituation gemessen werden konnten, ist auch keine Prognose der Immissionen für die oberen Geschossdecken möglich. Die Messwerte lassen keine Beeinträchtigungen durch den U-Bahnverkehr für die späteren Büronutzungen erwarten, sodass U-Bahnerschütterungen im vorliegenden Fall vernachlässigbar erscheinen.

## 5.2 Messgeräte

Für die Messungen wurden die folgenden Geräte verwendet:

- ICP Seismometer 315 Hz vertical der Fa. SINUS Messtechnik
- 3D ICP Seismometer der Fa. SINUS Messtechnik
- Messdatenerfassung und –konditionierung mit dem Messsystem Soundbook Mk II der Fa. SINUS Messtechnik
- Kalibrator VC21 der Fa. Metra
- Signalanalyse Software SAMURAI Version 2.8 der Fa. SINUS Messtechnik

Die verwendeten Messgeräte wurden vor und nach der Messung kalibriert und auf ihre einwandfreie Funktion überprüft. Die Messgeräte sind Bestandteil des unter D-PL-19432-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 [11] von der DAkkS akkreditierten Prüflaboratoriums der Möhler + Partner Ingenieure GmbH. In diesem Rahmen werden die Messgeräte regelmäßig überwacht und auf nationale Normale zurückgeführt.

### *Messunsicherheit*

Bei der Ermittlung der Schwingungskenngrößen treten nach Nr. 5.4 Absatz 3 der DIN 4150-2 [3] Messunsicherheiten von bis zu 15 % auf. Die gerätebedingten Fehlergrenzen der Komponenten der Messunsicherheit können DIN 45669-1 [4] entnommen werden.

Zusätzliche Messunsicherheiten können allgemein durch Übersteuerung der Messgeräte, Störsignale, meteorologische Einflüsse oder Fremdeinwirkungen, schwankende Betriebszustände entstehen. Übersteuerungen, Störsignal und ungünstige meteorologische Bedingungen sind im vorliegenden Fall ohne Bedeutung.

#### *Ankopplung*

Die Ankopplung der Geschwindigkeitsaufnehmer auf der Geländeoberfläche erfolgte für die jeweiligen Messpunkte über Erdspieße mit einer Länge von  $l = 0,5 \text{ m}$  und x-förmigen Querschnitt und für die Messpunkte innerhalb der Gebäude über einen Messteller mit Rundfüßen entsprechend den Anforderungen der DIN 45669-2 [5]. Im Falle von Erdspießmesspunkten wurden die Aufnehmer mittels Adapter verschraubt. Die Erdspieße wurden möglichst in ebenen Untergrund geschlagen. Ein Verprellen der Spieße beim Einschlagen wurde vermieden. Der feste Sitz der Erdspieße wurde überprüft. Zudem wurden auf eine zur Ebene möglichst lotrechte Erdspieß-Achse geachtet.

## 6. Prognose und Beurteilung der Erschütterungs- und Sekundärluftschalleinwirkungen

Folgende Annahmen werden für eine Abschätzung der zu erwartenden Deckenschwingungen und der daraus resultierenden KB-Werte sowie dem prognostizierten Sekundärluftschall getroffen:

### *Anregung*

An den Messpunkten wurde für jede Zugvorbeifahrt das sog. Max-Hold-Terzspektrum mit der Zeitbewertung „FAST“ im Frequenzbereich von 4 Hz bis 315 Hz ausgewertet. In einem weiteren Schritt wurden die Spektren an den beiden Messpunkten energetisch gemittelt. Anlage 3 zeigt die maßgebenden mittleren Terzpegelschnellespektren an den Messpunkten, jeweils unterschieden nach Zuggattung und Gleis.

### *Schwingungsausbreitung innerhalb des Gebäudes*

Die Anregung des Gebäudefundaments wird i. d. R. mit überhöhten Schwingschnellen in den Geschossdecken beantwortet. Die durch Resonanz bei den Eigenfrequenzen der Decken auftretenden Vergrößerungsfaktoren erreichen erfahrungsgemäß Werte von 3 bis 8, entsprechend einer Erhöhung der Schnellepegel um 10 bis 18 dB. Die Eigenfrequenzen von Beton-Rohdecken können i.d.R. im Bereich von 15 bis 40 Hz liegen.

Die jeweiligen Berechnungen wurden für Rohdecken-Eigenfrequenzen bis ca. 40 Hz durchgeführt, wobei jeweils die Decken-Eigenfrequenz auf die Bodenresonanz gelegt wurde. Es ergeben sich somit über den oben dargestellten Frequenzbereich die höchsten Immissionen. Als Verstärkungsfaktor wurde 8 (= 18 dB) gewählt. Die Vergrößerungs-Faktoren für die anderen Frequenzen können aus dem Zusammenhang für die Vergrößerungsfunktion eines Ein-Massen-Schwingers

$$V(f) = \frac{\sqrt{1 + 4 \cdot D^2 \cdot \eta^2}}{\sqrt{(1 - \eta^2)^2 + 4 \cdot D^2 \cdot \eta^2}}$$

mit:

$\eta$	$f_E/f$ , Frequenzverhältnis Eigenfrequenz der Decke $f_E$ zur Frequenz $f$
$D$	Lehr'sches Dämpfungsmaß

ermittelt werden. Als Dämpfungsmaß wurde ein Erfahrungswert von  $D = 0,065$  für Stahlbetondecken angesetzt.

Die Schwingungen des schwimmenden Estrichs bzw. des Gesamtdeckenaufbaus werden ebenfalls durch ein Massen-Schwinger-Modell angenähert. Typische Estrich-Eigenfrequenzen liegen im Bereich von 50 bis 80 Hz. Die resultierenden Deckenschwingungen werden einer Frequenzbewertung (KB-Filterung) unterzogen und energetisch summiert. Die ermittelten KB-Werte sind aufgrund der Auswertung von Max-Hold-Spektren in Näherung als je Richtung gemittelte  $KB_{Fmax}$ -Werte ( $KB_{Ftm}$ -Werte je Fahrtrichtung nach DIN 4150, Teil 2) anzusehen.

Die Auswertung der gemessenen Schnellespektren führt für Rohdecken mit Eigenfrequenzen bis 40 Hz bzw. unter der Annahme des Einbaus eines schwimmenden Estrichs für Rohdecken mit Estrich und Estrich-Eigenfrequenzen von  $f_0 = 50$  Hz zu den unten aufgelisteten höchsten  $KB_{Ftm}$ -Werten. Ausgehend von den gemessenen Terzschnellespektren (vgl. Anlage 3) ergeben sich bei den Prognoseabschätzungen folgende Beurteilungsgrößen:

**Tabelle 8:** Prognostizierte  $KB_{Fm}$  - Werte bzw.  $KB_{Fr}$  - Werte tags / nachts für ein fiktives Gebäude (Stahlbetonbauweise) an den Messpunkten (ohne Geschwindigkeitskorrektur der Zugvorbeifahrt)

Messpunkt	$KB_{Fm}$ – Wert	$KB_{Fr}$ – Wert	
		tags	nachts
MP-1	0,20	0,05	0,07
MP-2	0,66	0,16	0,19
MP-3	0,15	0,04	0,05
MP-4	0,10	0,03	0,03
MP-5	0,31	0,07	0,09
MP-6	0,10	0,02	0,03
MP-7	0,07	0,02	0,02

Anm.: Die Tabellenwerte gelten für Rohdecken mit schwimmendem Estrich, ohne schwimmenden Estrich sind ca. 20 % geringere Werte zu erwarten.

Die prognostizierten sekundären Luftschallimmissionen sind für die Messpunkte in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

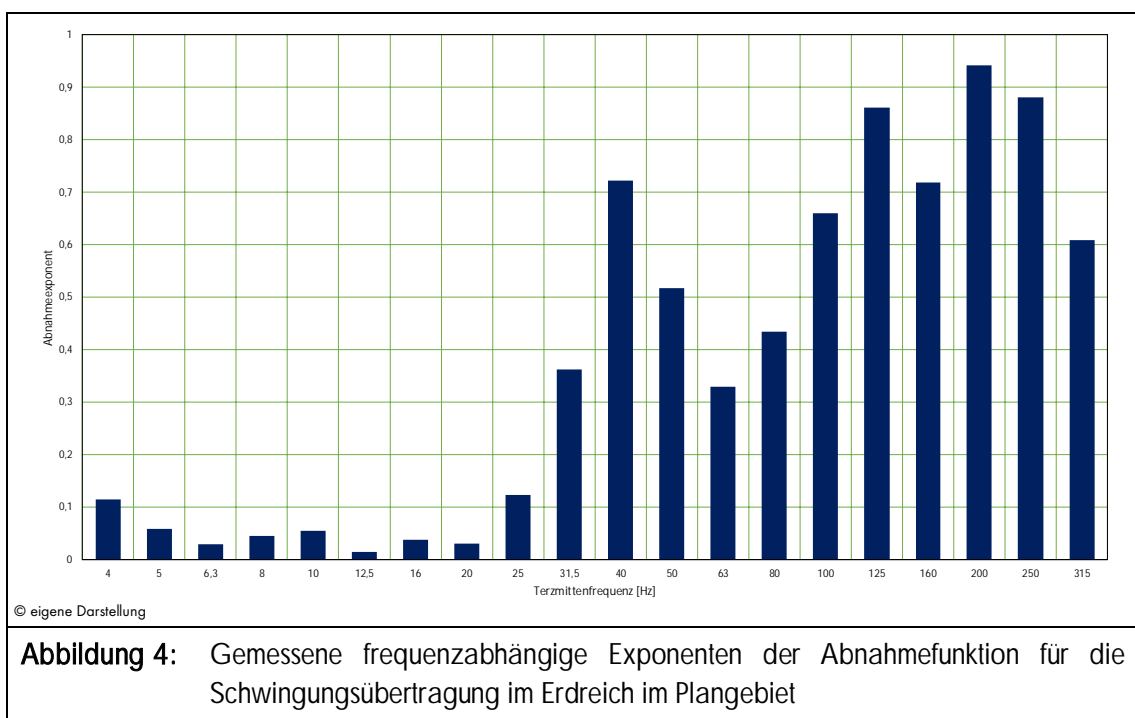
**Tabelle 9:** Mittlere prognostizierte Geräuschspitzen und Mittelungspegel des Sekundärluftschalls für ein fiktives Gebäude (Stahlbetonbauweise) an den Messpunkten (ohne Geschwindigkeitskorrektur der Zugvorbeifahrt)

Messpunkt	Mittlere Geräuschspitzen des sekundären Luftschalls $\overline{L_{A,max}}$ [dB(A)]	Mittelungspegel $L_{A,m}$ [dB(A)]	
		tags	nachts
MP-1	42,4	30,1	31,8
MP-2	53,7	41,5	43,2
MP-3	39,3	27,4	29,1
MP-4	30,9	19,7	21,3
MP-5	47,2	34,7	36,4
MP-6	35,0	23,0	24,7
MP-7	31,0	19,5	21,1

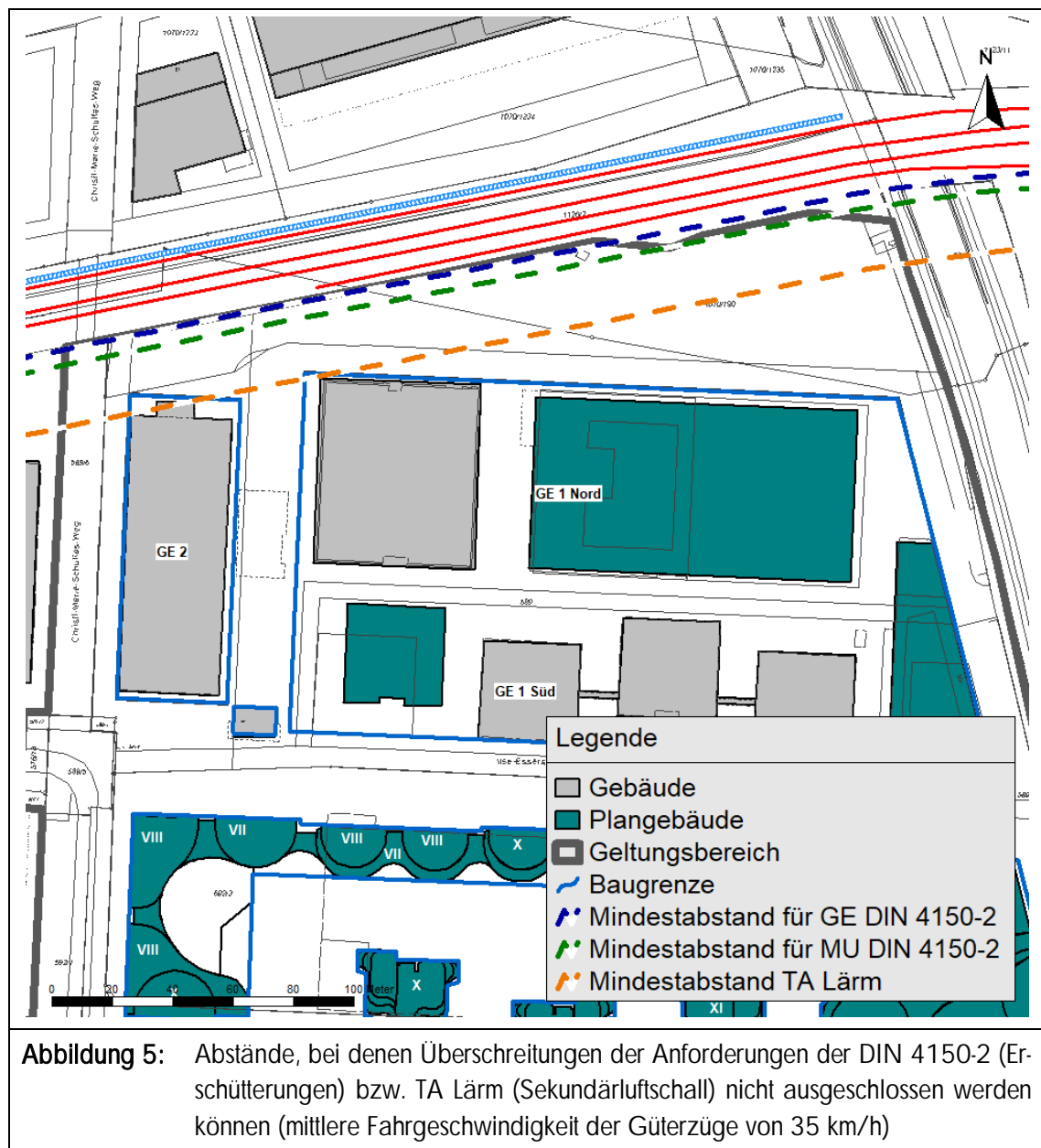
Die Prognoseergebnisse zeigen, dass bereits an den Messpunkten im Abstand von 16 m (MP-1, MP-3 und MP-6) die Anhaltswerte der Tab. 1 der DIN 4150-2 für Gewerbegebiete von  $A_r = 0,15/0,10$  Tag/Nacht eingehalten werden. Die Immissionsrichtwerte „Innen“ der TA Lärm werden für den Beurteilungszeitraum Tag (Mittelungspegel 35 dB(A), Spitzenpegel 45 dB(A)) ebenfalls bereits in diesem

Abstand eingehalten. Für den Beurteilungszeitraum Nacht ergeben sich Überschreitungen der Anforderungen der TA Lärm (Mittelungspegel 25 dB(A), Spitzenpegel 35 dB(A)) an den Messpunkten MP-1, MP-2, MP-3 und MP-5.

Die Lage der Messpunkte befindet sich zwar im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 2142, allerdings zwischen den Gleisen und den vorgesehenen Baugrenzen, sodass für die bestehenden und geplanten Gebäude eine zusätzliche entfernungsbedingte Abnahme der Erschütterungen berücksichtigt werden muss. Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen für weiter entfernte Bauflächen wurde daher anhand der Messergebnisse ( $L_{eq}$ -Terzschnellespektren) eine entfernungsabhängige Abnahmefunktion für die Schwingungsübertragung im Erdreich ermittelt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die aus den Messungen abgeleiteten frequenzabhängigen Exponenten der Abnahmefunktion. Höhere Exponenten stellen eine stärkere Abnahme der Erschütterungen im Erdreich dar.



Anhand der gemessenen Abnahmefunktion wurden Abstände ermittelt, bei denen Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2 bzw. der Innenschallpegel nach TA Lärm nicht ausgeschlossen werden können. Die Mindestabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 für GE bzw. MU betragen demnach 10 m bzw. 15 m zum nächstgelegenen Durchfahrtsgleis. Zur Einhaltung der Anforderungen an den sekundären Luftschall nach TA Lärm ergibt sich für schutzbedürftige Aufenthaltsräume ein Mindestabstand von 35 m zum nächstgelegenen Durchfahrtsgleis. Die Mindestabstände sind in der folgenden Abbildung im Hinblick auf den Bebauungsplanentwurf dargestellt.



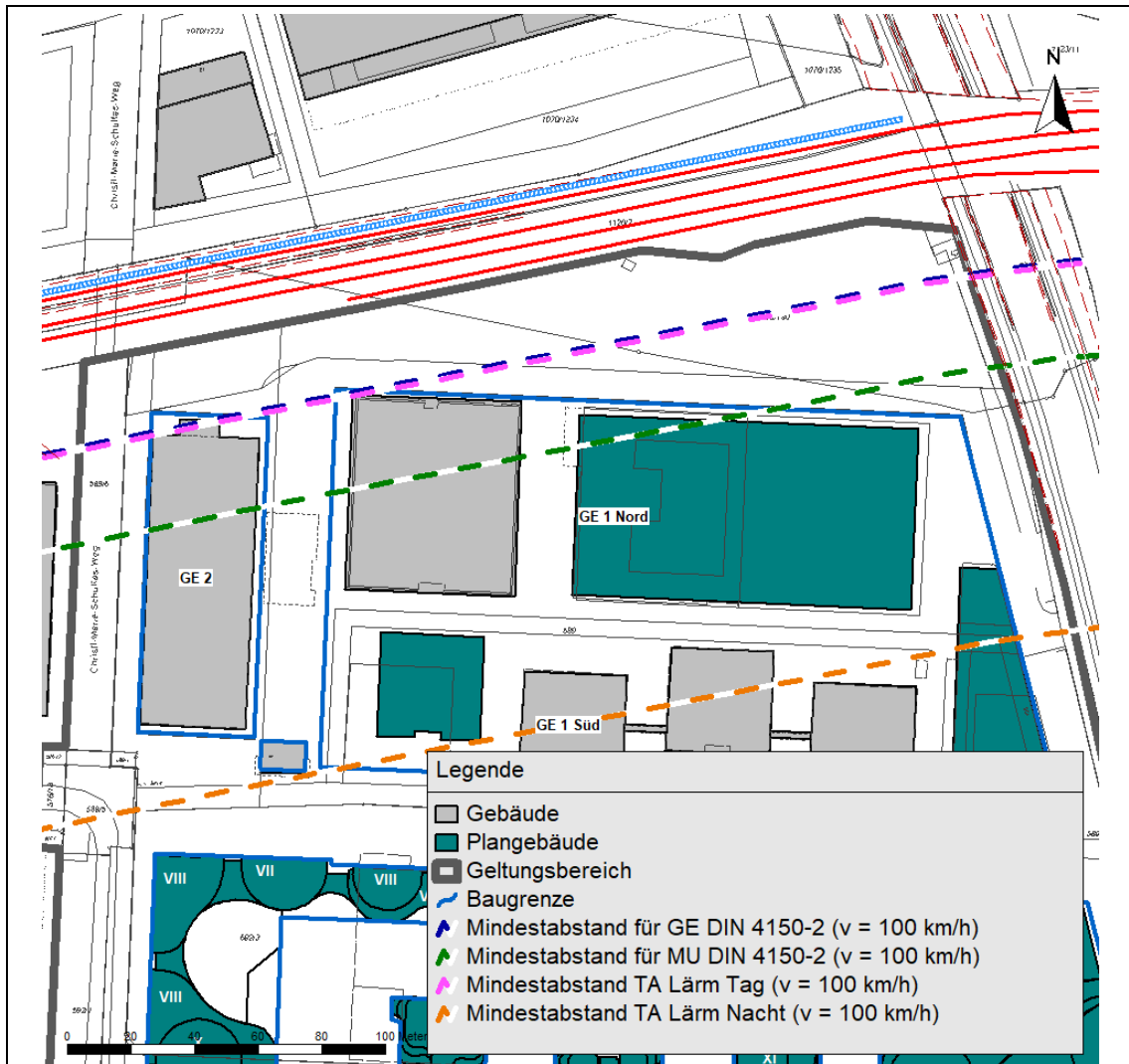
© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

Es zeigt sich, dass unter Berücksichtigung der vor Ort festgestellten Fahrgeschwindigkeiten der Güterzüge (im Mittel 35 km/h) keine Beeinträchtigungen durch Erschütterungen im Bereich der geplanten Baugrenzen zu erwarten sind, da diese im Wesentlichen außerhalb der oben dargestellten Mindestabstände liegen. Lediglich ein kleiner Eckbereich im Nordwesten der Baugrenze des GE 2 unterschreitet den Mindestabstand in Hinblick auf den sekundären Luftschall. Im GE 2 existieren ausschließlich Parkhausnutzungen, schutzbedürftigen Aufenthaltsräume sind auch zukünftig nicht geplant.

Für eine Prognose auf der sicheren Seite liegend und in Übereinstimmung mit den Emissionsansätzen der Schalltechnischen Untersuchung zum Bebauungsplan [19] wurden zudem die Mindestabstände



unter Verwendung einer Geschwindigkeitskorrektur für die maximal zulässige Streckengeschwindigkeit von 100 km/h in Anlehnung an DB RIL 820.2050 [10] ( $L_{v2} = L_{v1} + 20 \cdot \lg(v_2/v_1)$ )<sup>1</sup> ermittelt. Aus der Geschwindigkeitskorrektur ergibt sich eine Erhöhung der Erschütterungsbelastung um ca. 9 dB. Die Mindestabstände unter Berücksichtigung der max. zulässigen Streckengeschwindigkeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



**Abbildung 6:** Abstände, bei denen Überschreitungen der Anforderungen der DIN 4150-2 (Erschütterungen) bzw. TA Lärm (Sekundärluftschall) nicht ausgeschlossen werden können (zulässige Streckengeschwindigkeit 100 km/h)

© eigene Darstellung mit Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung

<sup>1</sup> Bei Geschwindigkeitsänderungen deutlich oberhalb von 30 Prozent ist mit erheblichen Unsicherheiten in der Erschütterungsprognose zu rechnen, da geschwindigkeitsbedingte Änderungen der parametrischen Anregung durch die pauschale Geschwindigkeitskorrektur nicht berücksichtigt werden. Höhere Geschwindigkeiten führen tendenziell zu einer Frequenzverschiebung zu höheren Frequenzen (z.B. Schwellenfachfrequenz).

Für eine max. zulässige Streckengeschwindigkeit von 100 km/h ergeben sich demnach Mindestabstände zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 für GE bzw. MU von 35 m bzw. 65 m zum nächstgelegenen Durchfahrtsgleis. Diese Mindestabstände werden von den im Geltungsbereich geplanten Bauflächen eingehalten. Die Anforderungen an den Erschütterungsschutz für besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte in einem dafür ausgewiesenen Sondergebiet nach Zeile 5 der Tab. 1 der DIN 4150-2 ( $A_r = 0,05$  Tag/Nacht) werden unter Zuhilfenahme der gemessenen Abnahmefunktion (vgl. Abb. 4) ab einem Abstand von 140 m zur Bahnstrecke sicher eingehalten, sodass auch im geplanten SO Pflege in einem Abstand von größer 250 m keine Erschütterungskonflikte zu erwarten sind.

Zur Einhaltung der Inneschallpegel nach TA Lärm durch den sekundären Luftschall ergibt sich für Fahrgeschwindigkeiten von 100 km/h ein rechnerischer Mindestabstand von 35 m zum Durchfahrtsgleis für tags-schutzbedürftige Aufenthaltsräume und von 150 m für nachts-schutzbedürftige Aufenthaltsräume. Die nächstgelegenen Wohnnutzungen mit nachts-schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen sind in dem MU in einem Abstand von ca. 175 zum Münchner Nordring vorgesehen, sodass selbst bei Güterbetrieb mit max. zulässiger Streckengeschwindigkeit die Anforderungen der TA Lärm hier eingehalten werden würden. Hierbei ist anzumerken, dass Fahrgeschwindigkeiten von 100 km/h vor dem Hintergrund der Einfahr- und Ausfahrsituation aus dem östlichen Güterbahnhof im derzeitigen Regelbetrieb des Münchner Nordrings nicht zu erwarten sind.

Beeinträchtigungen durch Schienenverkehrserschütterungen sind für die geplanten Bauflächen nicht zu erwarten. Festsetzungen im Bebauungsplan zum Erschütterungsschutz sind daher nicht erforderlich.

### *Auswirkungen durch (Holz-)Leichtbau- oder Hybridbauweisen*

Die Neubauplanung im MU sieht eine konventionelle Stahlbeton-Massivbauweise vor. Andere Bauweisen wie z.B. (Holz-)Leichtbau- oder Hybridbauweisen sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht geplant. Um auch im Fall von anderen (schwingungsempfindlicheren) Baukonstruktionen sicherzustellen, dass Erschütterungskonflikte durch Schienenverkehr zukünftig ausgeschlossen sind, empfehlen wir die folgende Festsetzung im Rahmen des Bebauungsplans:

- (1) Bei einer anderweitigen Realisierung der Gebäude im Urbanen Gebiet MU als in konventioneller Bauweise (Massivbau mit Stahlbetondecken) ist durch ein erschütterungstechnisches Gutachten nachzuweisen, dass in den schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen erforderlichenfalls durch technische bzw. konstruktive Maßnahmen die Anforderungen an den Schutz vor Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen der DIN 4150-2 und der TA Lärm eingehalten werden.

Dieses Gutachten umfasst 28 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure GmbH gestattet.

München, den 17. Dezember 2024

Möhler + Partner  
Ingenieure GmbH

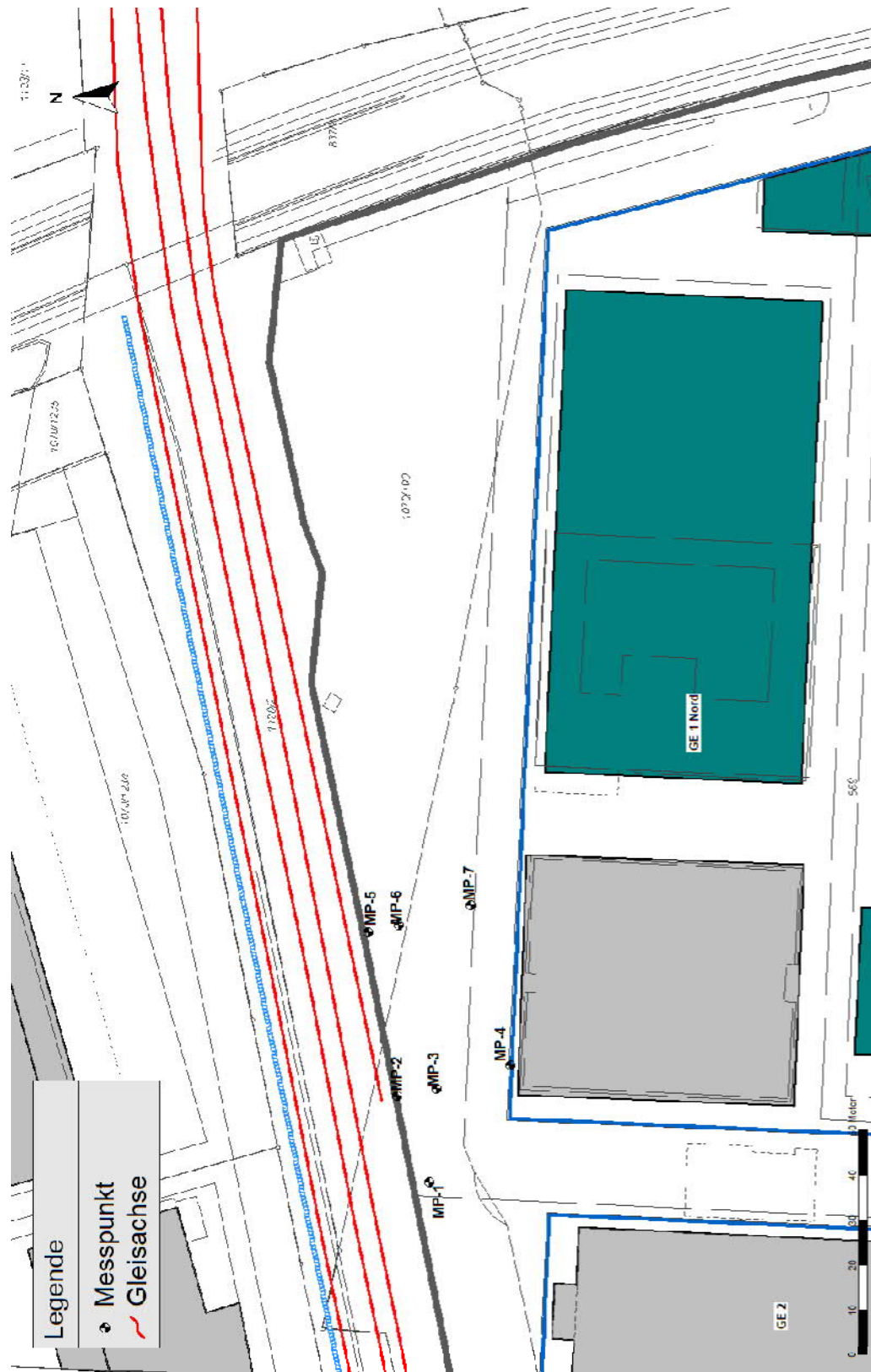


## 7. Anlagen

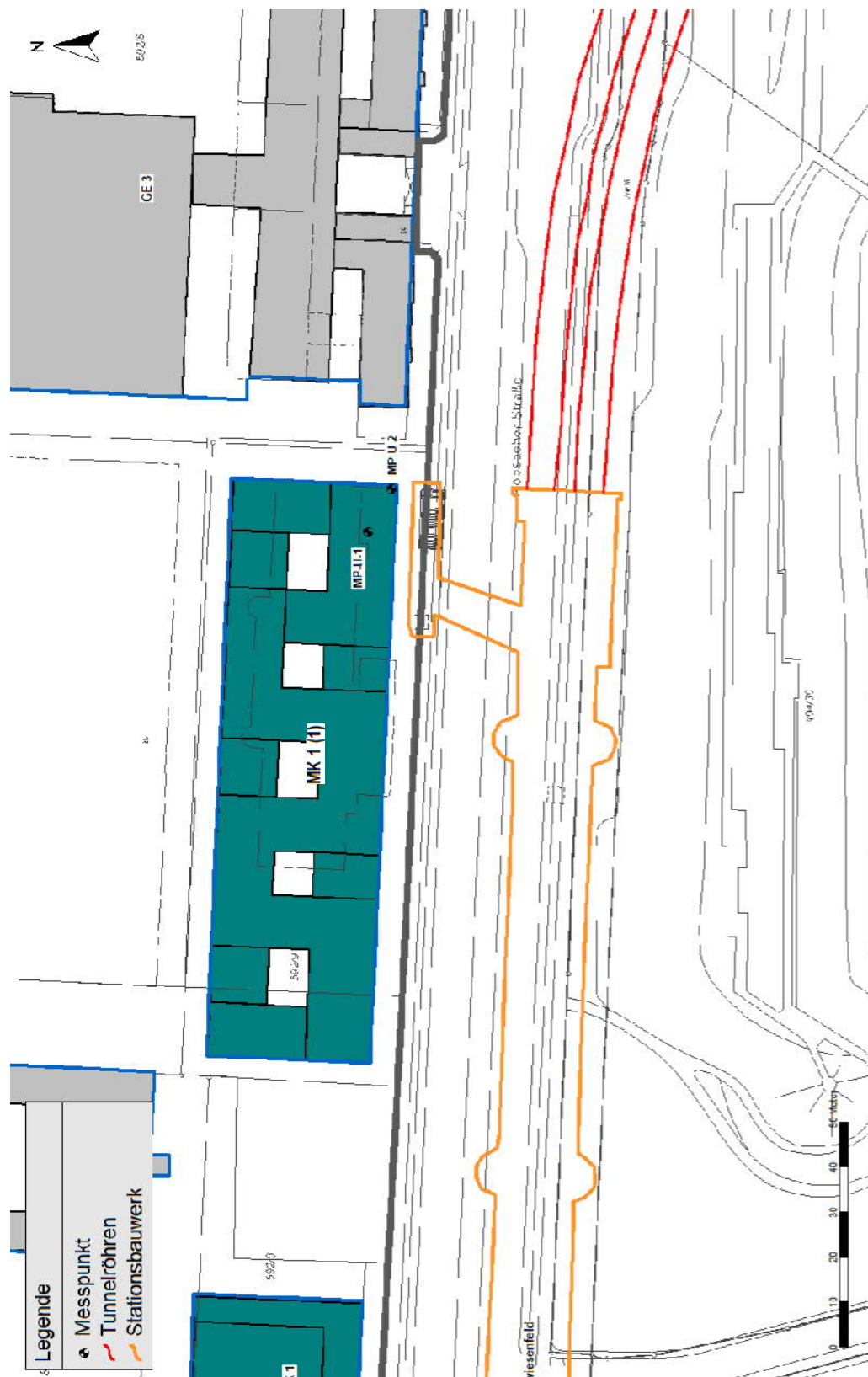
- Anlage 1:                   Übersichtslagepläne
- Anlage 2:                   Fotographische Dokumentation der Messung
- Anlage 3:                   Mittlere Max-Hold-Terzschnellespektren

Anlage 1:                      Übersichtslagepläne

## Lageplan mit Messpunkten Münchner Nordring



## Lageplan mit Messpunkten U-Bahn-Linie U3





## Anlage 2: Fotographische Dokumentation der Messung



Foto 1: MP-1

© eigene Aufnahme

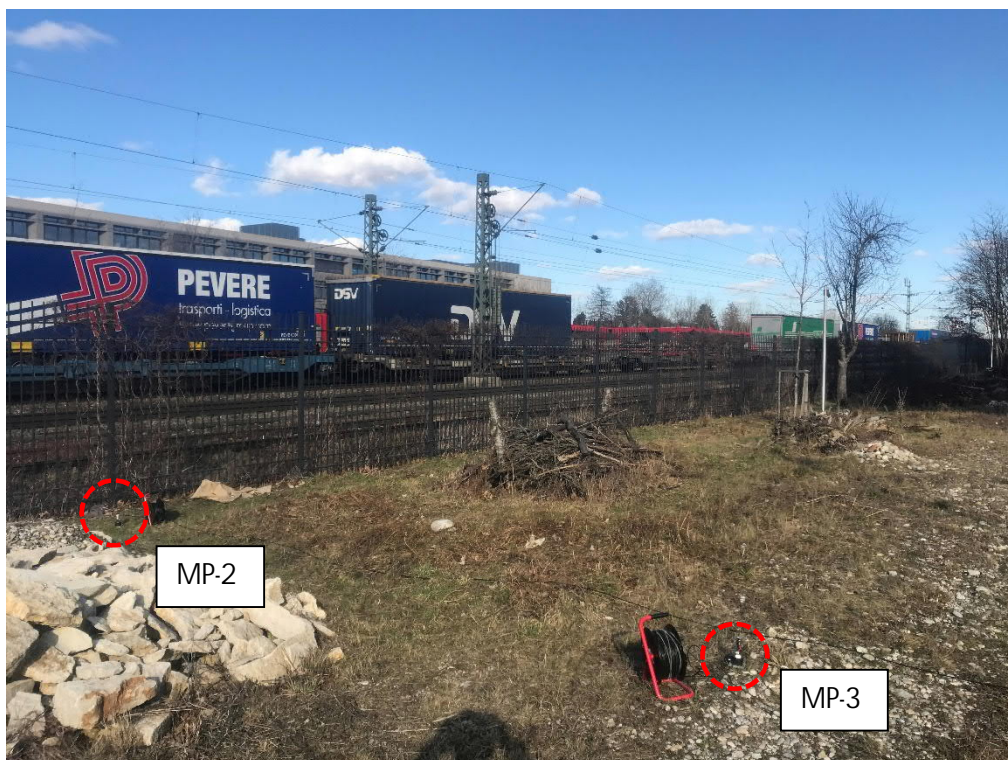


Foto 2: MP-2 und MP-3

© eigene Aufnahme





Foto 3: MP-4

© eigene Aufnahme

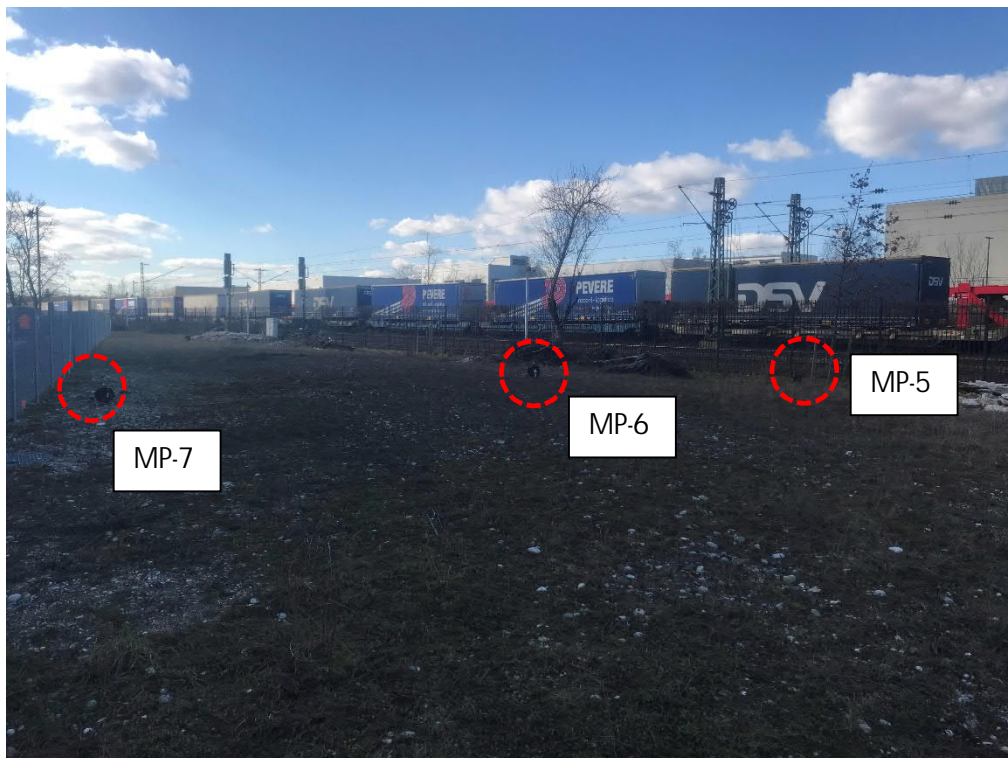


Foto 4: MP-5, MP-6 und MP-7

© eigene Aufnahme



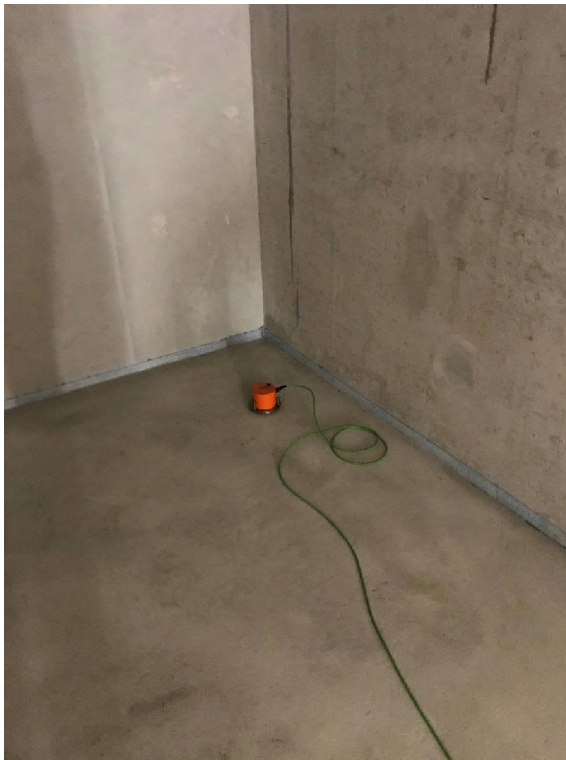


Foto 5: MP-U-1

© eigene Aufnahme

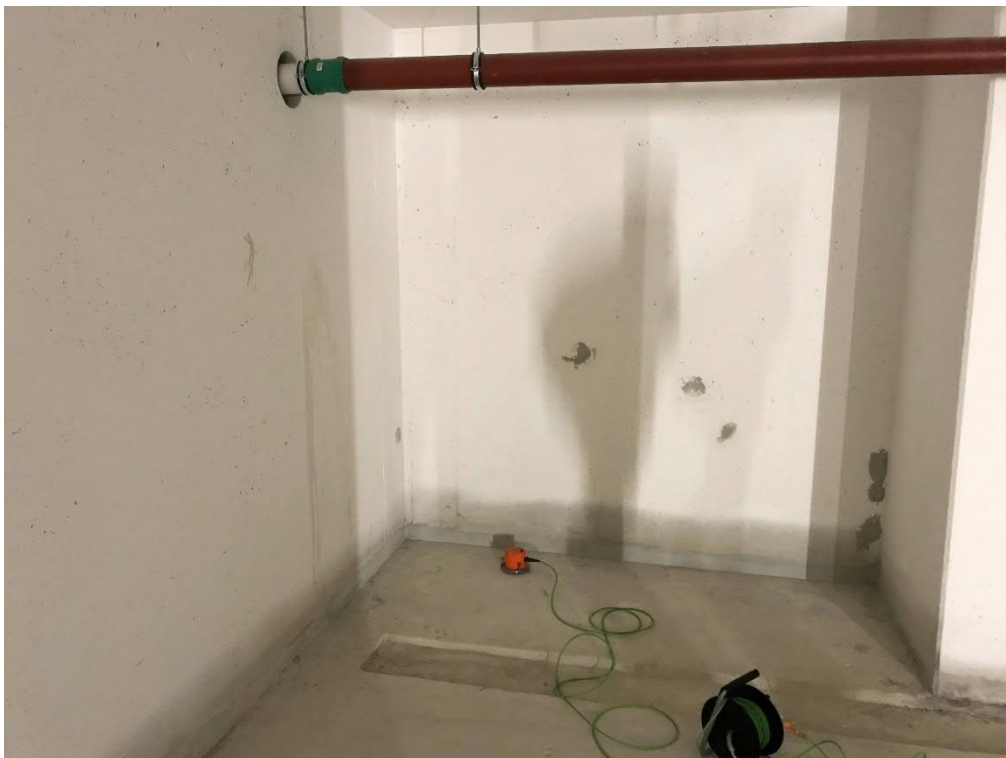
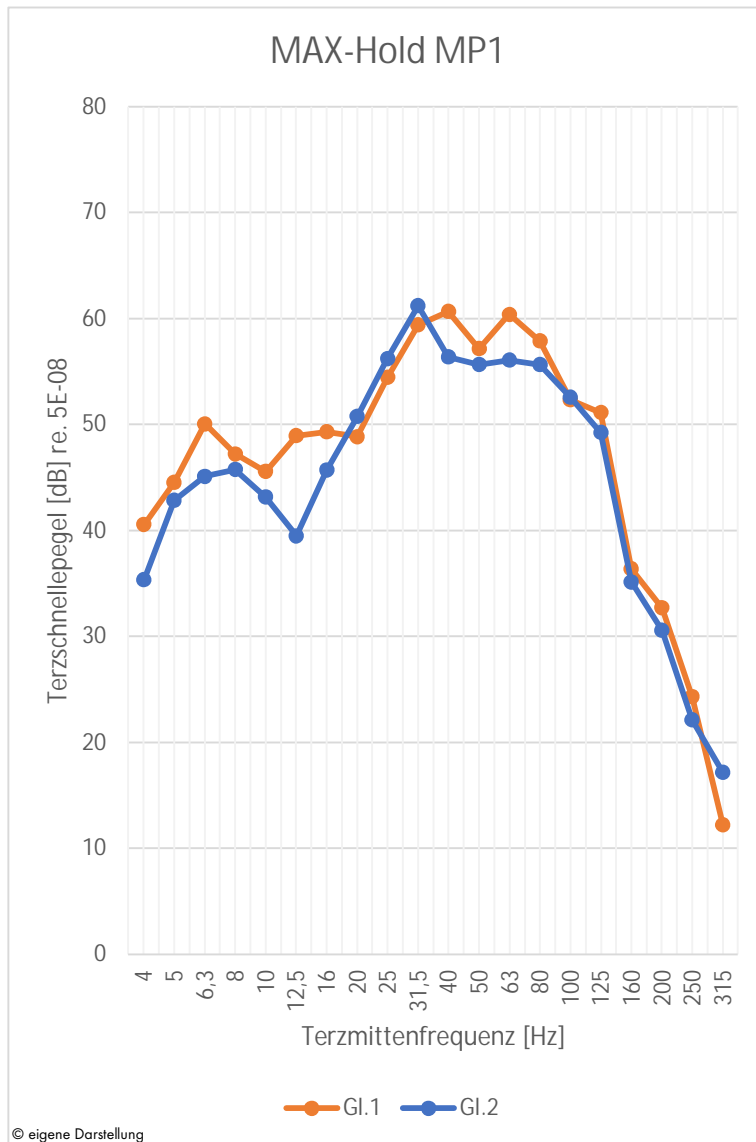


Foto 6: MP-U-2

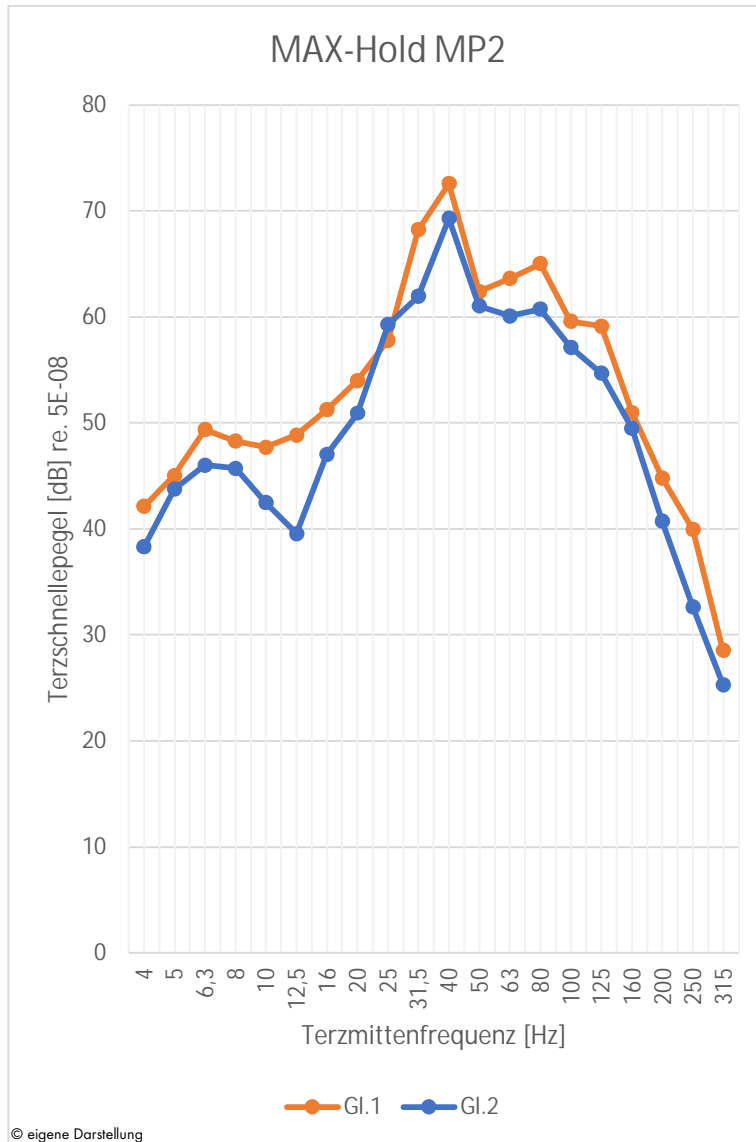
© eigene Aufnahme

## Anlage 3: Mittlere Max-Hold-Terzschnellespektren

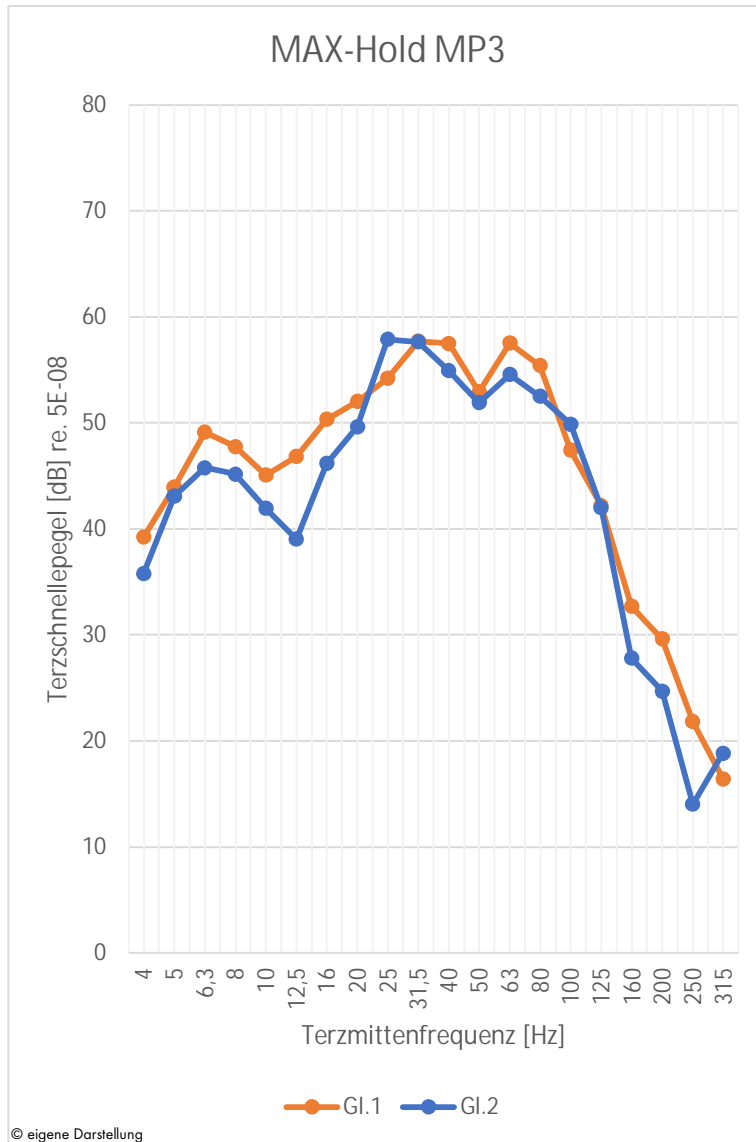
Messpunkt: MP-1  
Anregung: Güterzug, Münchner Nordring  
Mittlere Fahrgeschwindigkeit: 35 km/h  
Mittlere Wagenanzahl: 28  
Abstand zu Gleis 1: 12 m



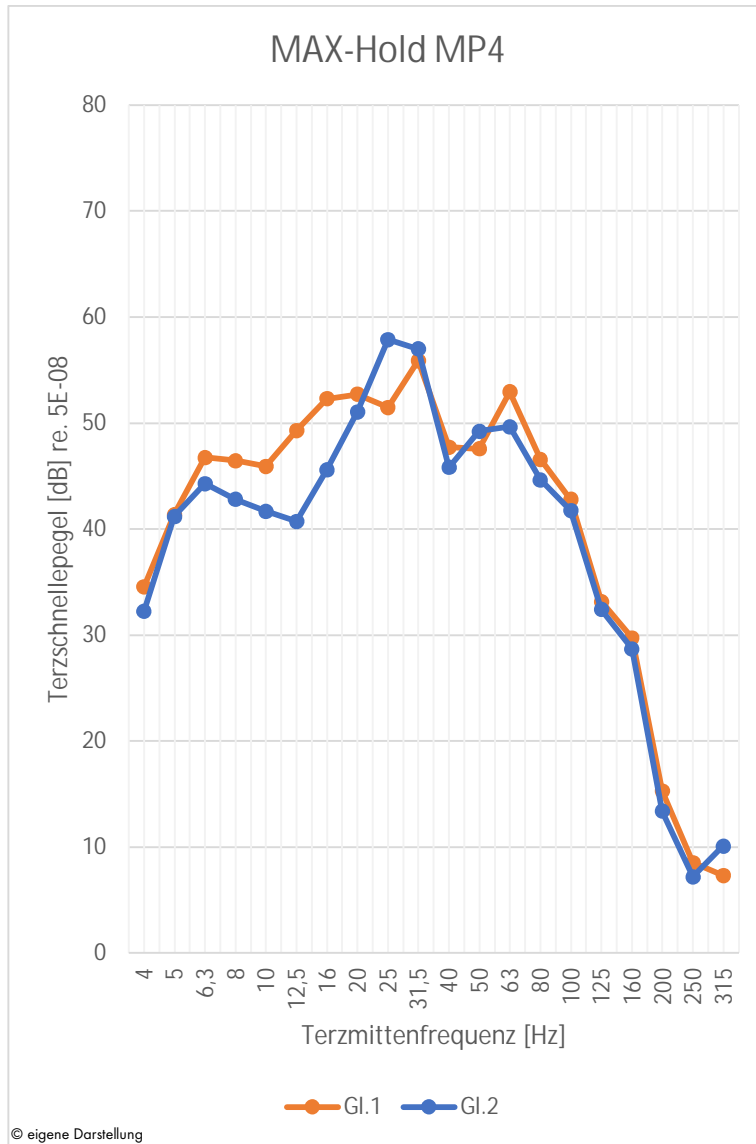
Messpunkt: MP-2  
Anregung: Güterzug, Münchner Nordring  
Mittlere Fahrgeschwindigkeit: 35 km/h  
Mittlere Wagenanzahl: 28  
Abstand zu Gleis 1: 8 m



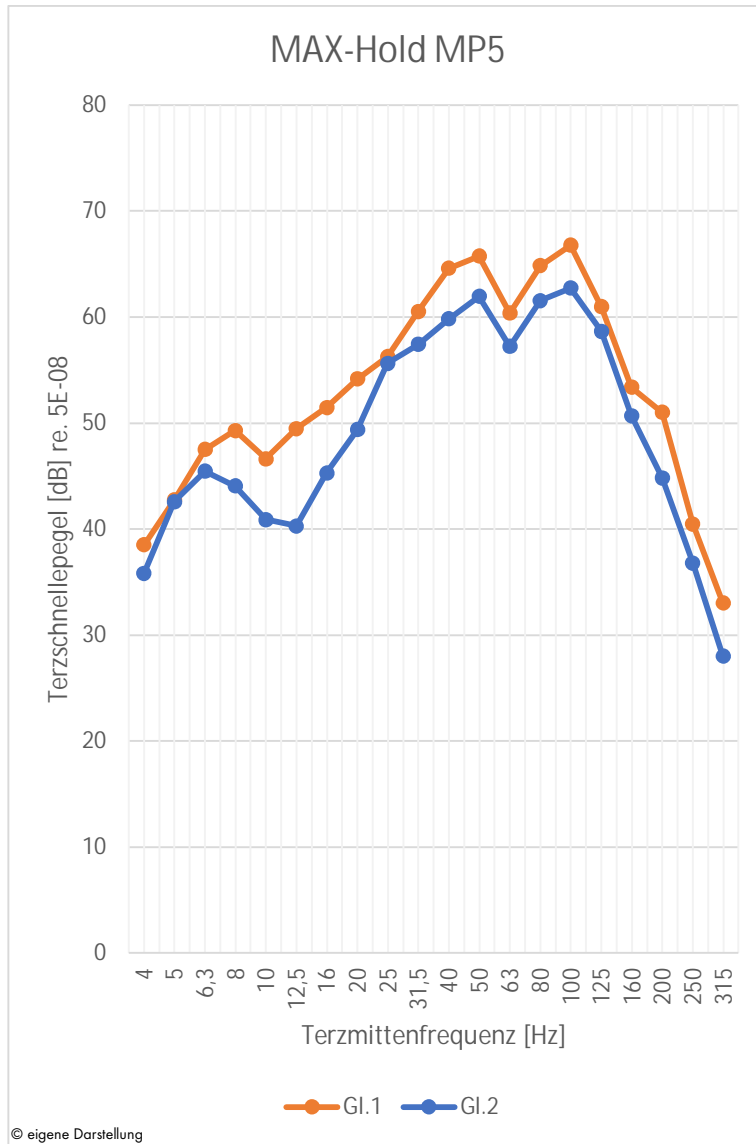
Messpunkt: MP-3  
Anregung: Güterzug, Münchner Nordring  
Mittlere Fahrgeschwindigkeit: 35 km/h  
Mittlere Wagenanzahl: 28  
Abstand zu Gleis 1: 16 m



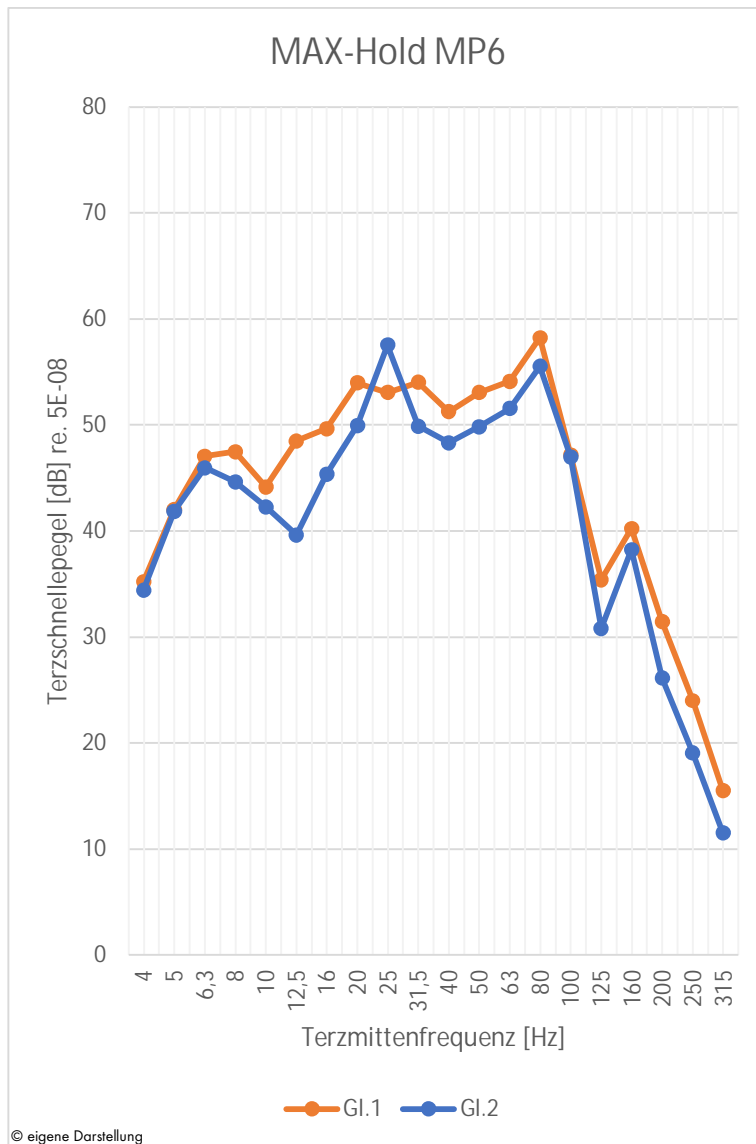
Messpunkt: MP-4  
Anregung: Güterzug, Münchner Nordring  
Mittlere Fahrgeschwindigkeit: 35 km/h  
Mittlere Wagenanzahl: 28  
Abstand zu Gleis 1: 32 m



Messpunkt: MP-5  
Anregung: Güterzug, Münchner Nordring  
Mittlere Fahrgeschwindigkeit: 35 km/h  
Mittlere Wagenanzahl: 28  
Abstand zu Gleis 1: 10 m



Messpunkt: MP-6  
Anregung: Güterzug, Münchner Nordring  
Mittlere Fahrgeschwindigkeit: 35 km/h  
Mittlere Wagenanzahl: 28  
Abstand zu Gleis 1: 16 m



Messpunkt: MP-7  
Anregung: Güterzug, Münchner Nordring  
Mittlere Fahrgeschwindigkeit: 35 km/h  
Mittlere Wagenanzahl: 28  
Abstand zu Gleis 1: 32 m

