

Erschütterungstechnische Untersuchung

Landeshauptstadt München, Feldmoching

Bebauungsplan Nr. 2108a

„Ratold-/ Raheinstraße“

Bericht Nr. 700-5330-ER

im Auftrag der

CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG

82031 Grünwald

München, im Februar 2021

**Erschütterungstechnische Untersuchung**

Landeshauptstadt München, Feldmoching  
Bebauungsplan Nr. 2108a  
„Ratold-/ Raheinstraße“

**Bericht-Nr.:** 700-5330-ER  
Ersetzt den Bericht vom 21.10.2020

**Datum:** 04.02.2021

**Auftraggeber:** CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG  
Südliche Münchener Straße 2 a  
82031 Grünwald

**Auftragnehmer:** Möhler + Partner Ingenieure AG  
Beratung in Schallschutz + Bauphysik  
Landaubogen 10  
D-81373 München  
T + 49 89 544 217 - 0  
F + 49 89 544 217 - 99  
www.mopa.de  
info@mopa.de

**Bearbeiter:** 

**Inhaltsverzeichnis:**

1. Aufgabenstellung .....	8
2. Örtliche Gegebenheiten .....	8
3. Grundlagen.....	9
3.1 Erschütterungen.....	9
3.2 Sekundärluftschall.....	11
4. Betriebsprogramm.....	13
5. Durchführung der Messung .....	14
5.1 Messzeit, Messort und Messdurchführung .....	14
5.2 Messgeräte.....	16
5.3 Ankopplung der Messpunkte.....	16
6. Auswertung der messtechnischen Untersuchungen .....	16
7. Beurteilung der Erschütterungen und des Sekundärluftschalls .....	19
7.1 Erschütterungen und Sekundärluftschall der Durchfahrtgleise.....	19
7.1.1 Erschütterungen .....	19
7.1.2 Sekundärer Luftschall.....	19
7.2 Erschütterungen und Sekundärluftschall von Rangiergleisen.....	20
8. Formulierungsvorschläge für den Bebauungsplan.....	23
8.1 Satzung .....	23
8.2 Begründung.....	24
9. Anlagen .....	26

## Abbildungsverzeichnis:

<b>Abbildung 1:</b>	Lageplan mit Messquerschnitten im Bereich des Plangebietes.....	13
<b>Abbildung 2:</b>	Schematische Skizze der Gleise im Plangebiet.....	15
<b>Abbildung 3:</b>	Güterzüge auf dem östlichsten Gleis (Rangiergleis) während der Messung.....	20
<b>Abbildung 4:</b>	Mindestabstände für Erschütterungen/Sekundärluftschall, nördl. Plangebiet.....	21
<b>Abbildung 5:</b>	Mindestabstände für Erschütterungen/Sekundärluftschall, mittl. Plangebiet.....	22
<b>Abbildung 6:</b>	Mindestabstände für Erschütterungen/Sekundärluftschall, südl. Plangebiet.....	22

## Tabellenverzeichnis:

<b>Tabelle 1:</b>	Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungen nach Tab. 1, DIN 4150-2 [3].....	10
<b>Tabelle 2:</b>	Immissionsrichtwerte „Innen“ nach TA Lärm [dB(A)].....	11
<b>Tabelle 3:</b>	Belegungsprogramm der Bahnstrecke (Prognose 2030).....	14
<b>Tabelle 4:</b>	Dokumentation zur Lage der Messpunkte.....	14
<b>Tabelle 5:</b>	Messtechnisch erfasste verwertbare Vorbeifahrten während der Messzeit.....	15
<b>Tabelle 6:</b>	Prognostizierter KBFTm - Wert bzw. KBFT <sub>r</sub> - Werte tags / nachts an den Messpunkten und auf den Geschosdecken von fiktiven künftigen Gebäuden in den nächstgelegenen Baugebieten.....	18
<b>Tabelle 7:</b>	Prognostizierte mittlere Geräuschspitzen $\bar{L}_{A,max}$ und Mittelungspegel $L_{A,m}$ des sekundären Luftschalls [dB(A)] in Räumen von fiktiven künftigen Gebäuden an den Messpunkten und in den nächstgelegenen Baugebieten.....	18



## 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, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [3] DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [4] DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Dezember 2012
- [5] DIN 45669, Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung, September 2010
- [6] DIN 45669, Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 2: Messverfahren, Juni 2005
- [7] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998, geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- [8] Beiblatt 1 zu DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft – Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen, März 1997
- [9] Körperschall: Physikalische Grundlagen und technische Anwendungen, L. Cremer und M. Heckl, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1996
- [10] Melke, 1995, Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs, Prognose und Schutzmaßnahmen, Materialien Nr. 22, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
- [11] Handbuch Gleis, Unterbau, Oberbau, Instandhaltung, Wirtschaftlichkeit, Bernhard Lichtberger, Tetzlaff Verlag, 2. Auflage, 2004
- [12] Zugzahlen Strecke 5500 und 5566, Abschnitt München-Feldmoching, Deutsche Bahn AG, übermittelt per E-Mail am 01.07.2019
- [13] Flächennutzungsplan München, link: <http://www.fnp-muenchen.de> (Abfragedatum: 28.08.2018), Stand: August 2018
- [14] Bebauungsplan Nr. 36c der LH München, Ratoldstraße (östlich) zwischen Udalrichstraße, B 11 (neu) und Malvenweg, 02.09.1970
- [15] Bebauungsplan Nr. 725 der LH München, Franz-Fackler-Straße, Franz-Sperr-Weg, Bahnlinie München-Landshut und München-Feldmoching, 02.08.1971

- [16] Bebauungsplan Nr. 1343 der LH München, Josef-Frankl-Straße (beiderseits) zwischen Bahnlinie München-Regensburg und Schaarschmidtstraße, sowie zwischen Dülfer- und Ponkratzstraße, 08.07.1997
- [17] Bebauungsplan Nr. 1890 der LH München, Paul-Preuß-Straße (nördlich), Hochmuttinger Straße (südlich), Bahnlinie München-Regensburg (westlich), 10.06.2006
- [18] Entwurf Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2108a der Landeshauptstadt München, Raheinstraße (südlich und westlich), Ratoldstraße (westlich), Lerchenstraße (nördlich), Bahnlinie München-Regensburg (östlich), Maßstab: 1:1000, Dragomir Stadtplanung, Stand: 08.10.2020

## Zusammenfassung:

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Einwirkungen durch Erschütterungen ausgehend von der Bahnstrecke auf das Plangebiet zum Bebauungsplan Nr. 2108a gemessen und untersucht. Derzeit beschränkt sich das Bebauungsplanverfahren auf den Bereich Raheinstraße (südlich und westlich), Ratoldstraße (westlich), Lerchenstraße (nördlich) und der Bahnstrecke München-Regensburg (östlich), welcher als Teilbebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2108a noch nicht die Quartiersmitte überplant. Die zukünftige Neubebauung der Quartiersmitte soll in einem gesonderten Teilbebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2108b geregelt werden.

### Die Untersuchung kommt zu folgendem Ergebnis:

Im östlichen Plangebiet treten hohe bis mittlere Erschütterungen durch den Bahnverkehr einschließlich den Rangiergleisen auf, die zu einer erheblichen Belästigung durch Sekundärluftschall in geplanten Wohngebäuden führen können. Im gesamten Plangebiet wird daher als Schallschutzmaßnahme ein Mindestabstand von 55 m zum nächstgelegenen Durchfahrtgleis bzw. 35 m zum nächstgelegenen Rangiergleis erforderlich.

Die erforderlichen Abstände zu den Baufeldern werden nicht eingehalten. Im Zuge der Bauausführung ist daher auf die Immissionen entsprechend zu reagieren. Deshalb wird festgesetzt, dass in den allgemeinen Wohngebieten bei der Errichtung von schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen im Nahbereich der Bahnstrecken sowie darüber hinaus in baulich daran gekoppelten Gebäuden und Bauteilen (Tiefgaragen/-einfahrten, Nebengebäude, Fahrwege usw., die ggf. auch in anderen Baufeldern liegen) bei Unterschreitung des Mindestabstandes von 55 m zum nächstgelegenen Durchfahrtgleis bzw. 35 m zum nächstgelegenen Rangiergleis eine Prüfung der zum Genehmigungszeitpunkt vorherrschenden Erschütterungssituation (bauspezifischer Nachweis) vorgenommen werden muss. Erforderlichenfalls sind technische bzw. konstruktive Maßnahmen vorzusehen, die eine Einhaltung der Anhalts- und Richtwerte für Erschütterungs- und Sekundärschallimmissionen sicherstellen.

Im Bereich der Bernhardstraße verläuft die U-Bahn-Linie U2 in Ost-West-Richtung. Die von der U-Bahn ausgehenden Erschütterungseinwirkungen im Plangebiet wurden nicht eigens gemessen, da die Station Feldmoching eine Endstation mit geringeren Fahrgeschwindigkeiten darstellt und der Oberbau der U-Bahn als schweres Masse-Feder-System mit einer Eigenfrequenz von höchstens 10 Hz ausgeführt ist. Auf Basis vergleichbarer Situationen in München ist zu beachten, dass künftig keine bauliche Kopplung zum Tunnelbauwerk der U-Bahn erfolgt und ein Mindestabstand von 10 m zum U-Bahn-Tunnel beachtet wird (Erfahrungswert vergleichbarer Situationen).

Das Masse-Feder-System im Oberbau der U-Bahn und die Mindestabstände von 55 m zum nächstgelegenen Durchfahrtgleis bzw. 35 m zum nächstgelegenen Rangiergleis setzen für die Plangebäude Massivbauweise mit Stahlbetondecken voraus. Bei einer anderweitigen Bauweise (z.B. Leicht- oder Holzbauweise) kann es zu höheren Erschütterungseinwirkungen kommen.

Für die Satzung und Begründung zum Bebauungsplan wurden Textvorschläge unterbreitet.

## 1. Aufgabenstellung

Die CA Immo Projektentwicklung Bayern GmbH & Co. KG plant die städtebauliche Entwicklung von überwiegend Wohnnutzungen entlang der Ratold- und Raheinstraße in München-Feldmoching im Rahmen eines Bebauungsplansverfahrens.

Die Projektfläche befindet sich unmittelbar östlich der DB-Strecken München – Regensburg und München-Feldmoching – Rangierbahnhof München Nord am nördlichen Stadtrand der Landeshauptstadt München. Im weiteren Umfeld des Plangebietes befinden sich überwiegend Wohngebiete. Aufgrund der Nähe zur Bahntrasse können negative Einwirkungen aus Erschütterungen und Sekundärluftschall des oberirdischen Schienenverkehrs im Plangebiet nicht ausgeschlossen werden.

Für das Bauleitplanverfahren sind somit die auf das Gebiet einwirkenden Erschütterungen und einwirkenden Lärmimmissionen verursacht durch den Sekundärluftschall vor Ort zu messen und nach den einschlägigen Richtlinien zu beurteilen. Als Ergebnis der Untersuchung sollen Formulierungen zum Immissionsschutz für den Bebauungsplan (Satzung und Begründung) ausgearbeitet werden.

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG von der CA Immo Deutschland GmbH & Co. KG am 23.11.2016 beauftragt.

## 2. Örtliche Gegebenheiten

Die Projektfläche, im Folgenden Plangebiet genannt, befindet sich westlich der Rahein- und Ratoldstraße und östlich der Bahnstrecken München – Regensburg mit dem S-/U- Bahnhaltelpunkt Feldmoching und München-Feldmoching – Rangierbahnhof München Nord im Norden der LH München (Stadtbezirk Feldmoching-Hasenberg).

Das Plangebiet erstreckt sich in Nord-Süd-Ausdehnung über eine Länge von ca. 1,4 km und ist mit Ausnahme eines Discounters im Bereich Dülferstraße, eines Kfz-Betriebs im Bereich Hochlandstraße und einiger Einzelbebauung derzeit überwiegend unbebaut. Der Flächennutzungsplan der LH München [12] stellt das Plangebiet als Bahnanlagen und Gewerbegebiete dar. Ein r.v. Bebauungsplan existiert für die geplanten Baufelder nicht. Für die Ratoldstraße existiert der Bebauungsplan Nr. 1119. Die Planungen sehen eine Umnutzung der Bahn- und Gewerbeflächen in ein Wohngebiet vor.

Im Norden (im Bereich Raheinstraße 44 und 46) wird das Plangebiet von landwirtschaftlich genutzten Flächen (FNP [12]), im Süden (im Bereich Lerchenstraße 45) von Grün- und Bahnflächen (FNP [12] und B-Plan 725 [15]) sowie im Westen von Reinen und Allgemeinen Wohngebieten (Abschnitt nördlich Dülferstraße, FNP [12] und B-Plan 1890 [17]) und Kern- bzw. Gewerbegebieten (Abschnitt südlich Dülferstraße, FNP [12] und B-Plan 1343 [16]) begrenzt. Östlich der Raheinstraße befinden sich Reine Wohngebiete (FNP [12] und B-Plan 36c [14]).

Die Bahnlinien mit Güter-, Fern- und Nahverkehr verlaufen in Nord-Süd-Richtung zum Teil in Damm-lage. Im Bereich des Geltungsbereiches des B-Plans 1890 [17] verläuft eine aktive Schallschutzmaßnahme mit einer Gesamthöhe von  $h = 6$  m über Geländeoberkante. Auf dem Bahnkörper be-

finden sich im Bahnhofsbereich München-Feldmoching 7 Gleisstränge. Die drei nächstgelegenen Gleise zum Plangebiet dienen vorrangig dem Abstellen und Rangieren von Zügen. Im Bereich des nördlichen Plangebiets werden die sechs Gleisstränge zu zwei Gleissträngen zusammengeführt. Im Bereich des südlichen Plangebiets trennen sich die beiden Bahnstrecken, wobei die DB-Strecke 5500 (München – Regensburg) in südwestlicher Richtung und die DB-Strecke 5566 (München – Rangierbahnhof) in südlicher Richtung weiter verläuft.

Das Plangebiet und der weitere Umgriff sind im Wesentlichen eben. Der Verlauf der Bahnstrecke wurde durch ein entsprechendes Höhenmodell berücksichtigt. Die genauen örtlichen Gegebenheiten können den Lageplänen in Anlage 1 entnommen werden.

### 3. Grundlagen

#### 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 [6] 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:

- maximale bewertete Schwingstärke  $KB_{fmax}$
- Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{fTr}$

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:

$$KB_{fTr} = KB_{fTm} * (T_e/T_r)^{0,5}$$

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]:

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

Die Beurteilung erfolgt 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 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 von Erschütterungen nach Tab. 1, 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	<b>Allgemeine bzw. Reine Wohngebiete</b>	<b>0,15</b>	<b>3</b>	<b>0,07</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,05</b>
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

<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.

Bei der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus oberirdischen Schienenverkehr gelten folgende Besonderheiten:

- Bei der Ermittlung der Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{Fr}$  wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.
- Für den Schienenverkehr hat der (obere) Anhaltswert nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne  $KB_{Fr}$  – Werte bei oberirdischen Strecken gebietsunabhängig über  $A_0 = 0,6$  so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z.B. Flachstellen an Rädern) und diese möglichst rasch zu beheben. Diese hohen Werte sind bei der Berechnung von  $KB_{Fr}$  zu berücksichtigen.

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

*„... 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 [8] 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 (6.00 – 22.00 Uhr)	35	45
Nachts (22.00 – 6.00 Uhr)	25	35

Die Anforderungen der Richtlinie gelten demnach als erfüllt, wenn der Mittelungspegel des sekundären Luftschalls im Zeitraum Tag (6.00 – 22.00 Uhr) 35 dB(A) und im Zeitraum Nacht (22.00 – 6.00 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 Geschossdecken wird sekundärer Luftschall durch die Raumbegrenzungsflächen abgestrahlt. Zwischen der Schwingungsschnelle 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.

Aufgrund von Erfahrungen kann der sekundäre Luftschall in guter Näherung nach folgender Formel abgeschätzt werden [9]:

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

Dabei bedeuten:

$L_{pA}(f_T)$  Terzpegel des A-bewerteten Schalldrucks im Raum

$L_{vA}(f_T)$  Terzpegel der A-bewerteten Schwingungsschnelle 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

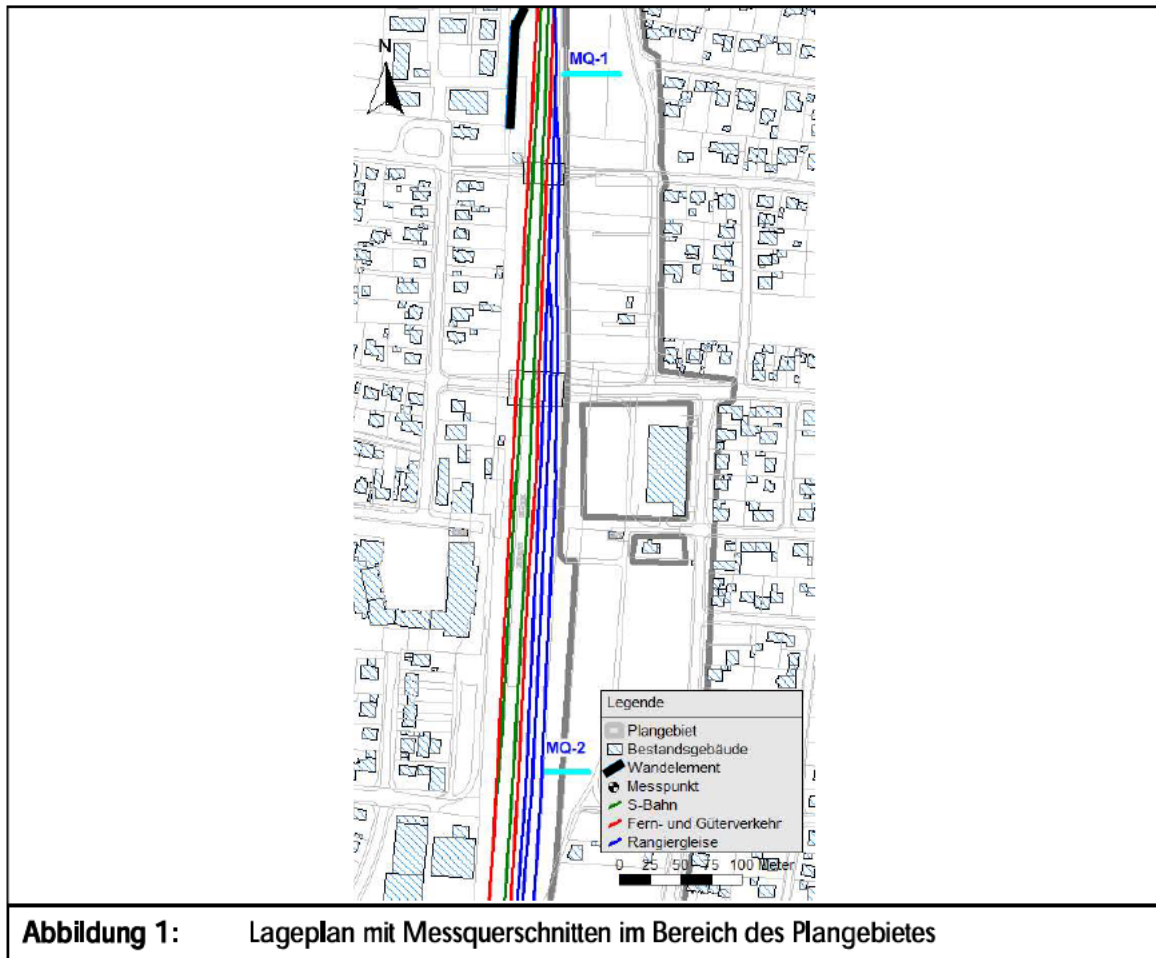
A  $\approx 0,8 \times$  Grundrissfläche G

$\sigma(f_T)$  = 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 16 Hz bis 315 Hz.

Durch den Ansatz der oben genannten Parameter ergeben sich in der Regel etwas zu hohe Pegel, die somit aber auf der „sicheren Seite“ liegen. Für die Detailschärfe eines Bebauungsplans stellt dieser Ansatz erfahrungsgemäß eine praktikable Voreinschätzung dar.



**Abbildung 1:** Lageplan mit Messquerschnitten im Bereich des Plangebietes

© eigene Darstellung mit Geobasedaten Bayerische Vermessungsverwaltung

#### 4. Betriebsprogramm

Für die Bahnstrecken München – Regensburg (DB Strecke Nr. 5500) und Feldmoching – Rangierbahnhof München Nord (DB Strecke Nr. 5566) wurde eine aktuelle Prognose für das Jahr 2030 zugrunde gelegt [12]. Das darin enthaltene Betriebsprogramm geht deutlich über das vor Ort gemessene Zugaufkommen hinaus. Deshalb müssen die Messwerte auf das zukünftige Zugaufkommen hochgerechnet werden.

Die Lage der Bahnstrecken ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Die Aufteilung der Zugmengenangaben auf die Durchfahrtgleise wurden entsprechend der Prognoseangaben [12] berücksichtigt. Die ange-

setzten Zugmengen für die maßgebende Strecke sind in folgender Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt.

<b>Tabelle 3:</b> Belegungsprogramm der Bahnstrecke (Prognose 2030)		
Fahrtrichtung	Anzahl Vorbeifahrten im Beurteilungszeitraum	
	Tag	Nacht
Bahnstrecke München – Regensburg (5500)		
S-Bahn	128	32
RB/RE	64	14
IC	34	2
Güterverkehr	4	2
Güterbahnstrecke Rangierbahnhof München Nord – Milbertshofen (5560)		
Güterverkehr	22	7

## 5. Durchführung der Messung

### 5.1 Messzeit, Messort und Messdurchführung

Die Messungen fanden am 01.10.2013, in der Zeit von 10:00 bis 16:00 Uhr statt. Die Dokumentation zur Lage der Messpunkte ist in folgender Tabelle 4 und Anlage 1 dargestellt. Die Auswertung der Messungen erfolgt bezüglich der jeweiligen Gleisachsen, die Abstandsangaben beziehen sich auf das nächstgelegene Durchfahrtgleis (Gleis 2 von 5500), da nur hier Vorbeifahrten stattfanden. Die Auswertung und Ermittlung von Mindestabständen bezieht sich jedoch auf das nächstgelegene Durchfahrtgleis 1 (hier fanden jedoch keine Vorbeifahrten statt).

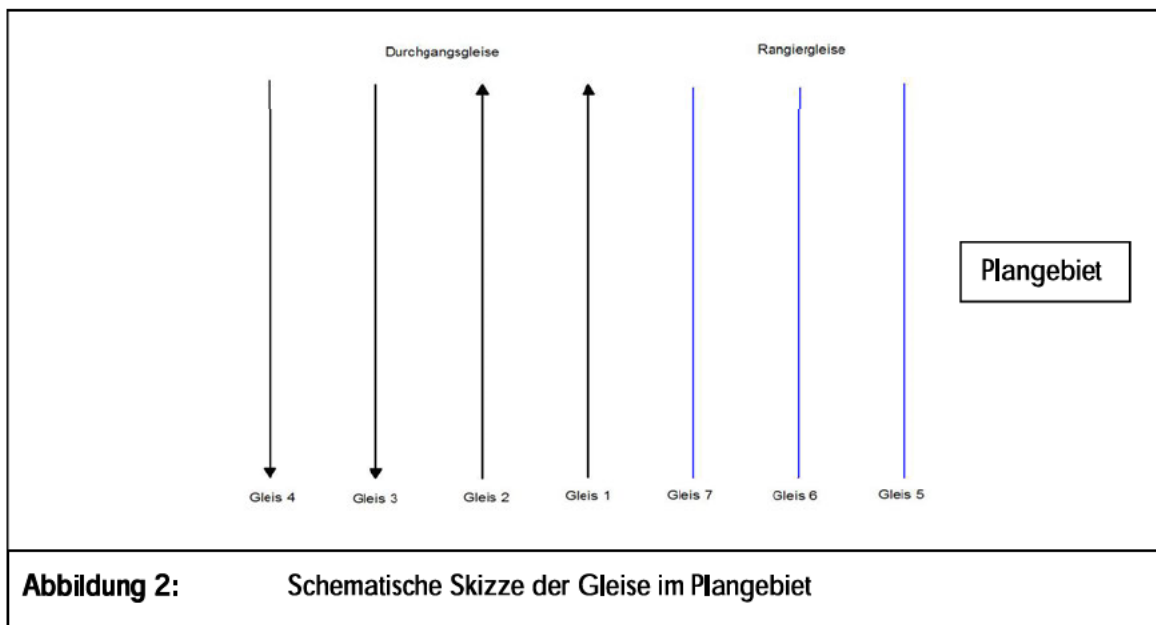
<b>Tabelle 4:</b> Dokumentation zur Lage der Messpunkte			
Messpunkt	Lage des Messpunkts	Messrichtung	~ Abstand Gleisachse zum nächstgelegenen gemessenen Durchfahrtgleis (Gleis 2) [m]
MP-1	Geländeoberfläche	vertikal	16
MP-2	Geländeoberfläche	vertikal	24
MP-3	Geländeoberfläche	vertikal	40
MP-4	Geländeoberfläche	vertikal	56
MP-5	Geländeoberfläche	vertikal	26
MP-6	Geländeoberfläche	vertikal	34
MP-7	Geländeoberfläche	vertikal	50

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der messtechnisch erfassten verwertbaren Vorbeifahrten während der Messzeit im Oktober 2013 aufgelistet. Zum Messzeitpunkt war das Planungsge-

bietet weitestgehend frei von Störeinflüssen (Fremdbelastung, meteorologische Einflüsse, kein Bodenfrost usw.).

<b>Tabelle 5: Messtechnisch erfasste verwertbare Vorbeifahrten während der Messzeit</b>			
Fahrzeugklasse	Gleis	Mittlere gemessene Geschwindigkeit [km/h]	Anzahl der gemessenen Vorbeifahrten
S-Bahn	Gleis 3	60	10
S-Bahn	Gleis 2	60	9
RB	Gleis 4	85	2
RB	Gleis 3	70	4
RB	Gleis 2	90	9
GZ	Gleis 3	40	1
GZ	Gleis 2	70	2
GZ	Gleis 7 (Rangiergleis)	40	2
Lok	Gleis 7 (Rangiergleis)	40	2

Die Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Züge wurde unter Verwendung einer Radarpistole der Firma Bushnell erfasst und protokolliert.



**Abbildung 2:** Schematische Skizze der Gleise im Plangebiet

## 5.2 Messgeräte

Für die Messungen und Auswertungen wurden folgende Geräte verwendet:

- Beschleunigungsaufnehmer der Fa. PCB, Typ 393A03, Empfindlichkeit 1000 mV/g, Arbeitsfrequenzbereich 0,3 Hz – 4000 Hz, Messbereich 5 g
- Messdatenerfassung und –konditionierung mit dem 8-kanaligen Messsystem DT-9841E „MEDA“ der Fa. Wölfel
- Signalanalyse Software MEDA, Version 8.1 der Fa. Wölfel
- Kalibrator, VC 10 der Fa. Metra

Das Gerät zur Messdatenerfassung und –konditionierung sowie die Beschleunigungsaufnehmer werden jährlich in einem Prüflabor kalibriert (Werkskalibrierung). Vor der Messdurchführung wurden die Beschleunigungsaufnehmer nachkalibriert.

Vor jeder Messung wurden die Messkanäle abgeglichen. Das Einlesen der Kanäle erfolgte simultan. Zu Beginn und nach jeder Messreihe wurden Nullmessungen zur Betrachtung des Störeinflusses durchgeführt.

Die Erschütterungssignale wurden über die beschriebene Messkette synchron aufgenommen und auf Datenträger gespeichert. Parallel zur Messwert-Aufzeichnung wurden die Zuggattung, das Gleis, die Geschwindigkeit und weitere Besonderheiten (z.B. Flachstellen, wechselnde Fahrgeschwindigkeiten, Überschneidungen usw.) notiert.

## 5.3 Ankopplung der Messpunkte

Die Ankopplung der Beschleunigungsaufnehmer auf der Geländeoberfläche erfolgte über Erdspieße mit einer Länge von  $l = 0,5$  m und X-förmigen Querschnitt entsprechend den Anforderungen der DIN 45669-2 [6]. Die Aufnehmer wurden mit dem Erdspieß mittels eines Adapters verschraubt. Die Erdspieße wurden in ebenen Untergrund geschlagen. Ein Verprellen der Spieße beim Einschlagen wurde weitestgehend vermieden. Der feste Sitz der Erdspieße wurde überprüft. Zudem wurde auf eine zur Ebene möglichst lotrechte Erdspieß-Achse geachtet.

## 6. Auswertung der messtechnischen Untersuchungen

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 jedem Messpunkt energetisch gemittelt. Anlage 3 zeigt die gemittelten Terzpegelschnellespektren an den Messpunkten, jeweils unterschieden nach Zuggattung und Gleis.

### **Ausbreitung der Erschütterungen im Erdreich:**

Die Ausbreitung der Erschütterungen des oberirdischen Schienenverkehrs an der Erdoberfläche (Rayleighwelle) ist in Festkörperstrukturen, wie zum Beispiel bei gebundenen Asphaltdecken, gegenüber dem natürlichen Baugrund (rollige Böden) deutlich erhöht. Die Messungen wurden auf unbefestigten Wiesen durchgeführt (vgl. Anlage 2).

### **Einleitung der Erschütterungen vom Erdreich in das Gebäude:**

Für die Übertragung der Schwingungen vom Erdreich in das Gebäude sind die dynamischen Eigenschaften der Empfängerstruktur und die Rückwirkung des angrenzenden Bodens bestimmend. Für eine Vorabschätzung ist die Überhöhung der Schwingungen beim Übergang vom Erdreich in das Gebäude abhängig von der Gebäudemasse und der Frequenz [10]. Entsprechend wird die Abnahme der Schnellepegel frequenz- und gebäudemasseabhängig angesetzt.

### **Erschütterungsausbreitung 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 Vergrößerungsfaktoren für die anderen Frequenzen können aus dem Zusammenhang für die Vergrößerungsfunktion eines Ein-Massen-Schwingers

$$V = [(1 + (2D\eta)^2) / ((1 - \eta^2)^2 + (2D\eta)^2)]^{0.5}$$

mit  $D$  = Dämpfungsmaß

$\eta$  = Erregerfrequenz / Eigenfrequenz

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

Die Schwingungen des schwimmenden Estrichs bzw. des Gesamtdeckenaufbaus werden ebenfalls durch ein Massen-Schwinger-Modell angenähert. Typische Estrich-Eigenfrequenzen liegen im Bereich 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  $KB_{F_{\max}}$  - Werte ( $KB_{F_{\min}}$  - Werte je Fahrtrichtung nach DIN 4150, Teil 2) anzusehen.

Die Auswertung der gemessenen Schnellespektren führt zu dem unten aufgelisteten höchsten  $KB_{F_{\min}}$  - Wert für Rohdecken mit Eigenfrequenzen bis 40 Hz bzw. unter der Annahme des Einbaus eines schwimmenden Estrichs für Rohdecken mit Estrich und Estrich Eigenfrequenzen von  $f_0 \approx 50 - 80$  Hz für die fiktiven Plangebäude.

<b>Tabelle 6:</b> Prognostizierter KBFTm - Wert bzw. KBFTr - Werte tags / nachts an den Messpunkten und auf den Geschossdecken von fiktiven künftigen Gebäuden in den nächstgelegenen Baugebieten				
Nutzung	Abstand zur nächstgelegenen gemessenen Gleisachse (Gleis 2) ca. [m]	KB <sub>FTm</sub> – Wert	KB <sub>FTr</sub> – Wert	
			tags	nachts
MP 1	16	<b>0,22</b>	0,03	0,04
MP 2	24	<b>0,19</b>	0,02	0,03
MP 3	40	<b>0,12</b>	0,01	0,02
MP 4	56	<b>0,11</b>	0,01	0,02
MP 5	26	<b>0,14</b>	0,03	0,03
MP 6	34	0,08	0,02	0,02
MP 7	50	<b>0,12</b>	0,02	0,02

**Fett:** Überschreitung A<sub>s</sub> bzw. A<sub>s</sub>-Kriterium für WA

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

<b>Tabelle 7:</b> Prognostizierte mittlere Geräuschspitzen $\bar{L}_{A,max}$ und Mittelungspegel L <sub>A,m</sub> des sekundären Luftschalls [dB(A)] in Räumen von fiktiven künftigen Gebäuden an den Messpunkten und in den nächstgelegenen Baugebieten				
Bauteil	Abstand zur nächstgelegenen gemessenen Gleisachse (Gleis 2) ca. [m]	Mittlere Geräuschspitzen des sekundären Luftschalls $\bar{L}_{A,max}$ [dB(A)]	Mittelungspegel L <sub>A,m</sub> [dB(A)]	
			tags	nachts
MP 1	16	<b>41,6</b>	24,2	25,4
MP 2	24	<b>37,9</b>	20,2	23,2
MP 3	40	33,0	15,5	18,4
MP 4	56	29,0	11,3	14,3
MP 5	26	<b>43,0</b>	25,0	21,0
MP 6	34	<b>37,9</b>	18,5	19,0
MP 7	50	<b>37,1</b>	19,8	18,9

**Fett:** Überschreitung der Anforderungen für Wohnnutzungen

Bei den prognostizierten Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen wird jeweils von bzgl. der Bahnstrecke ungehinderter Ausbreitung ausgegangen, d. h. die prognostizierten Werte gelten nur bei baulicher Entkopplung.

## 7. Beurteilung der Erschütterungen und des Sekundärluftschalls

Die Beurteilung der auf Erschütterungen und Sekundärluftschall zurückzuführenden Immissions-Situation erfolgte auf Grundlage der aus den Messdaten berechneten Mittelwerte. Die Immissionen einzelner Zugvorbeifahrten können jedoch deutlich (z.B. bei schadhafte Zugmaterial) von diesen Mittelwerten abweichen.

Die Aussagen beziehen sich auf die vorliegenden Unterlagen, die im Lageplan angegebene Lage der geplanten Baukörper zu den oberirdischen Schienenwegen, die vorliegenden Zugzahlen und -gattungen, Geschwindigkeiten und pauschale Ansätze für die Reaktion eines Gebäudes in konventioneller Bauweise (Massivbau mit Stahlbetondecken) auf eine Schwingungsanregung.

Für die Beurteilung der Gesamtsituation müssen sowohl die Erschütterungen als auch der sekundäre Luftschall die entsprechenden Anhalts- und Richtwerte einhalten.

### 7.1 Erschütterungen und Sekundärluftschall der Durchfahrtgleise

#### 7.1.1 Erschütterungen

Die Beurteilung der Erschütterungen wird für die Planbebauung anhand der Anhaltswerte der DIN 4150-2 [3] für Wohngebiete (Tabelle 1, Zeile 4) durchgeführt.

Auffällig ist die geringe Abnahme bzw. sogar keine Abnahme der Erschütterungswerte im Erdreich zwischen MP 2 und MP 3 und zwischen MP 6 und MP7. Dies kann auf die unterschiedliche Bodenbeschaffenheit zurück zu führen sein. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei MP 3 bzw. bei MP 7 eine leichte Überschätzung der Werte vorkommt, wodurch die Ergebnisse auf der sicheren Seite sind.

Die Ermittlung des erforderlichen Mindestabstands erfolgte auf Basis einer Regressionsfunktion über die verschiedenen Messpunktabstände. Demnach beträgt der erforderliche Mindestabstand für die Gebäude zur Errichtung von Wohnnutzungen bzw. baulich daran gekoppelten Bauteilen zur Einhaltung der Erschütterungsimmisionen ca. 20 m zur nächstgelegenen Durchfahrtgleisachse.

Bei den prognostizierten KB-Werte sind subjektive Wahrnehmungen der Schwingungen in einem Abstand von bis zu 55 m vom nächstgelegenen Durchfahrtgleis möglich (Fühlbarkeitsschwelle  $KB_{Fim} \geq 0,1$ ).

#### 7.1.2 Sekundärer Luftschall

Die Beurteilung des Sekundärluftschalls erfolgt anhand der Immissionsrichtwerte „Innen“ der TA Lärm bzw. den Anhaltswerten für die Beurteilung von tieffrequenten Geräuschen nach Beiblatt 1 der DIN 45680, die in der Tabelle 2 dargestellt sind.

Die Ermittlung des erforderlichen Mindestabstands erfolgte auf Basis einer Regressionsfunktion über die Messpunktabstände. Demnach beträgt der erforderliche Mindestabstand für die Gebäude zur Errichtung von Wohnnutzungen bzw. baulich daran gekoppelten Bauteilen zur Einhaltung der Se-



kundärluftschallimmissionen ca. 55 m zur nächstgelegenen gemessenen Durchfahrtgleisachse (Gleis 2) der Bahnstrecke.

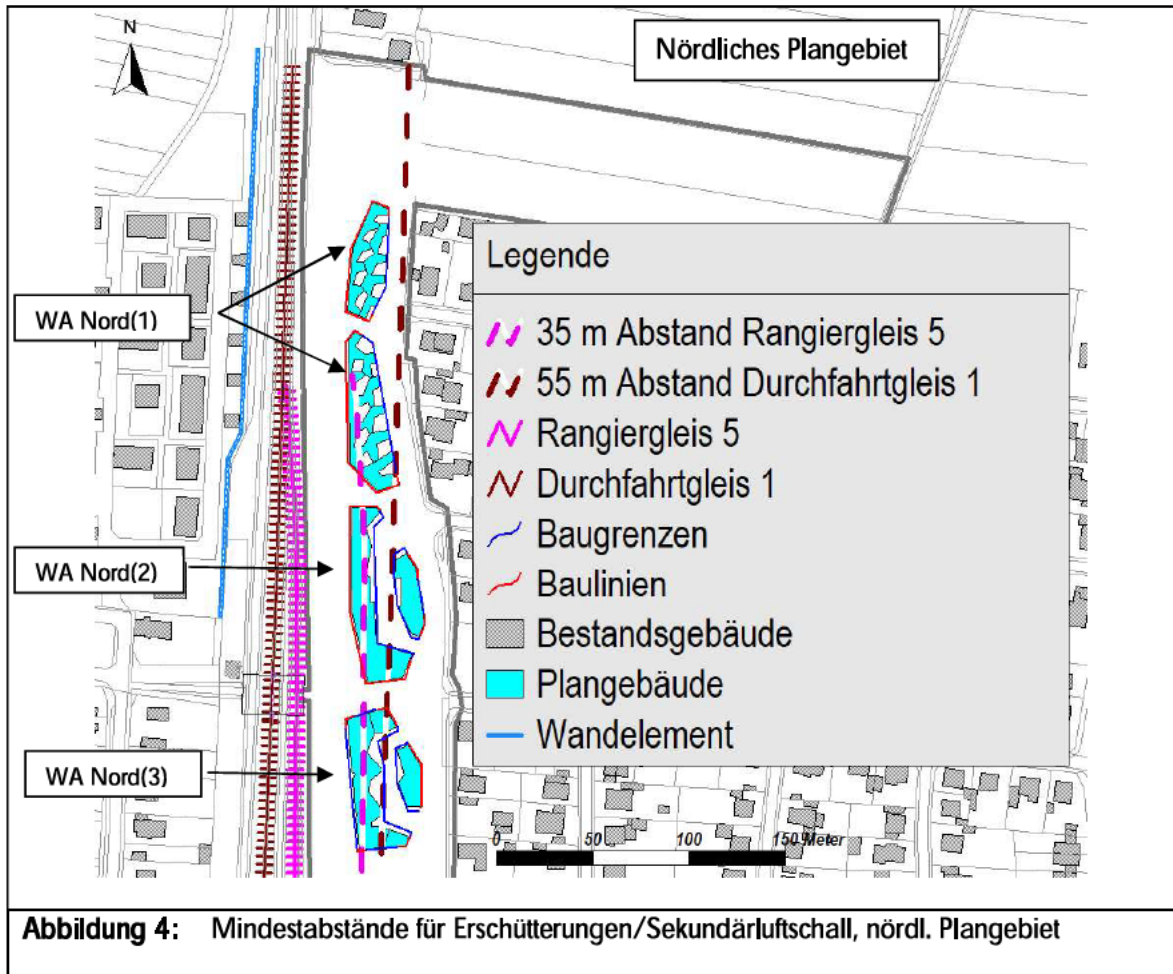
## 7.2 Erschütterungen und Sekundärluftschall von Rangiergleisen

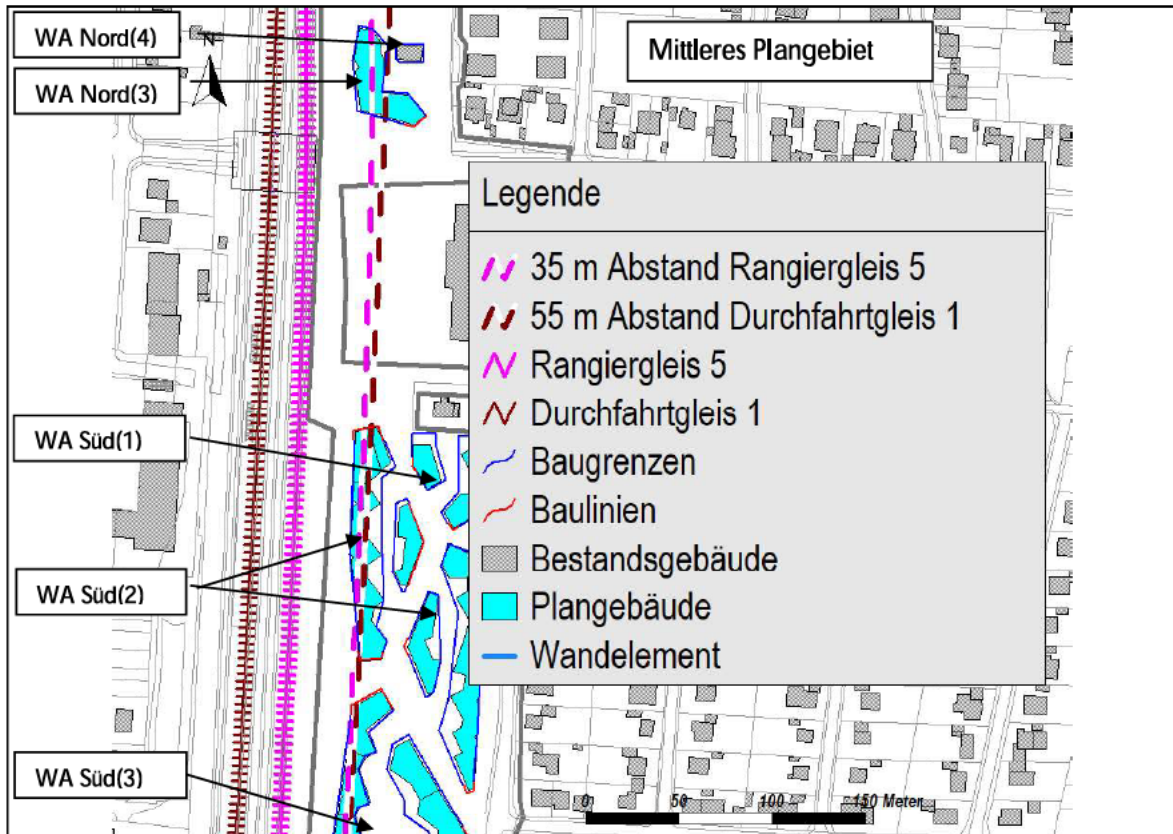
Es wurden einzelne Rangierfahrten auf dem Rangiergleis 7 gemessen (Anlage 4). Für die Beurteilung sind kurzzeitige Geräuschspitzen des Sekundärluftschalls maßgebend. Hier ist ein Abstand von 35 m zur nächstgelegenen Gleisachse einzuhalten. Während der Messung konnten keine Durchfahrten auf dem östlichsten Gleis 5 (sondern nur auf Rangiergleis 7) gemessen werden. Dennoch bezieht sich der Abstand auf das östlichste Gleis (vgl. „Gleis 5“ in Abbildung 2) bzw. die Auswertung erfolgte für das östlichste Gleis, da dieses Gleis von Güterzügen weiterhin genutzt wird, wie folgende Abbildung zeigt.



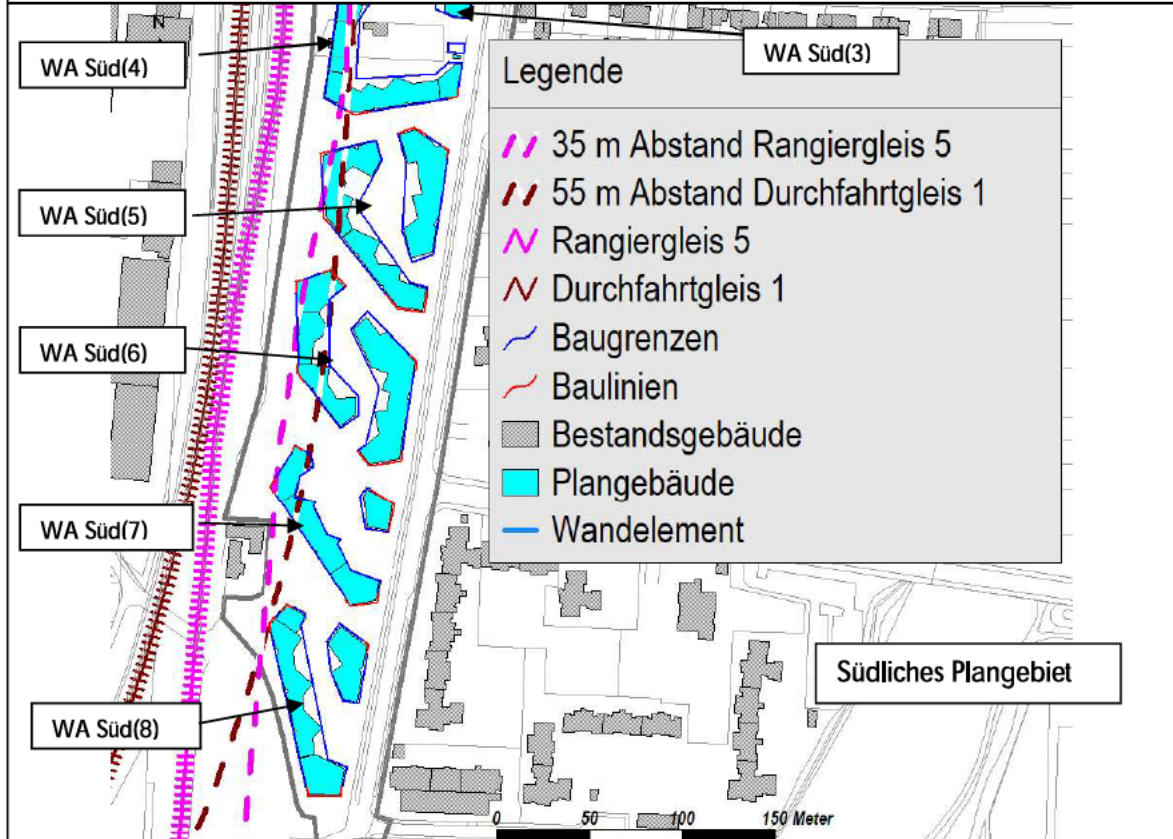
Zusammenfassend ergeben sich folgende Abstände:







**Abbildung 5:** Mindestabstände für Erschütterungen/Sekundärluftschall, mittl. Plangebiet



**Abbildung 6:** Mindestabstände für Erschütterungen/Sekundärluftschall, südl. Plangebiet

Mit Ausnahme des südlichen Baufeldes werden die Mindestabstände entlang der Bahnstrecke unterschritten, so dass technische bzw. konstruktive Maßnahmen, z.B. (teil-)elastische Gebäudelagerungen, die eine Einhaltung der Anhalts- und Richtwerte für Erschütterungs- und Sekundärschallimmissionen sicherstellen, erforderlich werden.

## 8. Formulierungsvorschläge für den Bebauungsplan

### 8.1 Satzung

- (1) In den Allgemeinen Wohngebieten und in den baulich daran gekoppelten Gebäuden und Bauteilen (z.B. Tiefgaragen/-einfahrten, Nebengebäude, Fahrwege usw., die ggf. auch in anderen Baufeldern liegen) sind schutzbedürftige Aufenthaltsräume durch technische bzw. konstruktive Maßnahmen so zu schützen, dass hinsichtlich der Erschütterungseinwirkungen des Bahnbetriebs (betrifft WA Nord(1), WA Nord(2), WA Nord(3), WA Nord(4), WA Süd(1), WA Süd(2), WA Süd(3), WA Süd(4), WA Süd(5), WA Süd(6), WA Süd(7) und WA Süd(8)) und des U-Bahn-Betriebs (WA Süd(1) und WA Süd(2)) die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2, Ausgabe Juni 1999 für Allgemeine Wohngebiete eingehalten werden.
- (2) In den Allgemeinen Wohngebieten und in den baulich daran gekoppelten Gebäuden und Bauteilen (z.B. Tiefgaragen/-einfahrten, Nebengebäude, Fahrwege usw., die ggf. auch in anderen Baufeldern liegen) sind für schutzbedürftige Aufenthaltsräume hinsichtlich der sekundären Luftschallimmissionen des Bahnbetriebs (betrifft WA Nord(1), WA Nord(2), WA Nord(3), WA Nord(4), WA Süd(1), WA Süd(2), WA Süd(3), WA Süd(4), WA Süd(5), WA Süd(6), WA Süd(7) und WA Süd(8)) und des U-Bahn-Betriebs (WA Süd(1) und WA Süd(2)) technische bzw. konstruktive Maßnahmen vorzusehen, so dass die gemäß TA Lärm, Abschnitt 6.2 i.d.F. vom August 1998 vorgegebenen Anforderungen für Geräuschübertragungen innerhalb von Gebäuden bzw. Körperschallübertragungen eingehalten werden.  
  
Dabei muss der Sekundärluftschall einen Beurteilungspegel von  $L_{Afm} \leq 35/25$  dB Tag/Nacht und einen mittleren Maximalpegel von  $L_{Afm} \leq 45/35$  dB Tag/Nacht einhalten.
- (3) Die Einhaltung der gestellten Anforderungen der Absätze 1 und 2 ist durch ein erschütterungstechnisches Gutachten im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens nachzuweisen.
- (4) Ergänzend zu Absatz (1) und (2) ist in allen Baugebieten bei einer anderweitigen Realisierung der Gebäude als in konventioneller Bauweise (Massivbau mit Stahlbetondecken) immer ein Nachweis hinsichtlich der sekundären Erschütterungsimmissionen und der Luftschallimmissionen im Bauvollzug zu erbringen, dass die vorgegebenen Anforderungen an den Erschütterungs- bzw. Sekundärluftschallschutz gem. DIN 4150-2 Teil 2, Ausgabe Juni 1999 für Allgemeine Wohngebiete bzw. TA Lärm, Abschnitt 6.2 i.d.F. vom August 1998 eingehalten werden.

## 8.2 Begründung

Aufgrund der räumlichen Nähe des Vorhabens zu den Bahngleisen der Bahnstrecken mit den Streckennummern 5500 und 5566 im Bereich der Haltestelle Feldmoching in München wurden mögliche schwingungsinduzierte Auswirkungen im Rahmen eines erschütterungstechnischen Gutachtens untersucht (Gutachten der Möhler + Partner Ingenieure AG von Januar 2021) Hierbei wurden die Einwirkungen durch Erschütterungen und Sekundärluftschall gemessen und für das Planvorhaben prognostiziert.

Die Prognosen auf Basis von Erschütterungsmessungen im freien Feld zeigen, dass im gesamten Plangebiet der Mindestabstand bei 55 m zum nächstgelegenen Durchfahrtgleis bzw. 35 m zum nächstgelegenen Rangiergleis liegt. Die erforderlichen Abstände zu den Baufeldern werden nicht eingehalten.

Im Zuge der Bauausführung ist auf die Immissionen entsprechend zu reagieren. Deshalb wird festgesetzt, dass in den betroffenen Baugebieten WA Nord(1), WA Nord(2), WA Nord(3), WA Nord(4), WA Süd(1), WA Süd(2), WA Süd(3), WA Süd(4), WA Süd(5), WA Süd(6), WA Süd(7) und WA Süd(8) bei der Errichtung von schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen im Nahbereich der Bahnstrecken sowie darüber hinaus in baulich daran gekoppelten Gebäuden und Bauteilen (z.B. Tiefgaragen/-einfahrten, Nebengebäude, Fahrwege usw., die ggf. auch in anderen Baufeldern liegen) bei Unterschreitung des Mindestabstandes von 55 m zum nächstgelegenen Durchfahrtgleis bzw. 35 m zum nächstgelegenen Rangiergleis eine Prüfung der zum Genehmigungszeitpunkt vorherrschenden Erschütterungssituation (bauspezifischer Nachweis) vorgenommen werden muss. Erforderlichenfalls sind technische bzw. konstruktive Maßnahmen vorzusehen, die eine Einhaltung der Anhalts- und Richtwerte für Erschütterungs- und Sekundärschallimmissionen sicherstellen.

Hinweis: Die Baugebiete WA Süd(1) und WA Süd(8) sind zu schützen, wenn keine Entkopplung zu betroffenen Baufeldern erfolgt (z.B. bauliche Kopplung durch Tiefgarage etc.).

Im Bereich der Bernhardstraße verläuft die U-Bahn-Linie U2 in Ost-West-Richtung. Die von der U-Bahn ausgehenden Erschütterungseinwirkungen im Plangebiet wurden nicht eigens gemessen, da die Station Feldmoching eine Endstation mit geringeren Fahrgeschwindigkeiten darstellt und der Oberbau der U-Bahn als schweres Masse-Feder-System mit einer Eigenfrequenz von höchstens 10 Hz ausgeführt ist. Auf Basis vergleichbarer Situationen in München ist zu beachten, dass künftig keine bauliche Kopplung zum Tunnelbauwerk der U-Bahn erfolgt und ein Mindestabstand von 10 m zum U-Bahn-Tunnel beachtet wird (Erfahrungswert vergleichbarer Situationen). Der Abstand des U-Bahn-Bauwerks zu den festgesetzten Bauräumen im nächstgelegenen Teilbaugebiete WA Süd(1) und WA Süd(2) beträgt im vorliegenden Fall ca. 18 m. Damit ist davon auszugehen, dass bei Errichtung der Gebäude im Plangebiet in Massivbauweise die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden) eingehalten werden. Auch die Richtwerte für Sekundärschallimmissionen (TA Lärm) werden eingehalten.

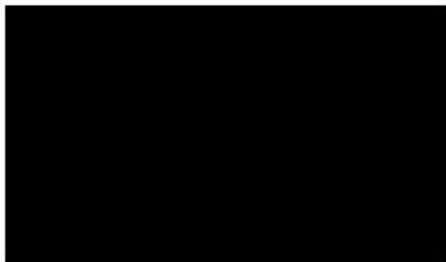
Das Masse-Feder-System im Oberbau der U-Bahn und die Mindestabstände von 55 m zum nächstgelegenen Durchfahrtgleis bzw. 35 m zum nächstgelegenen Rangiergleis setzen für die Plangebäude Massivbauweise mit Stahlbetondecken voraus. Bei einer anderweitigen Bauweise (z.B. Leicht- oder Holzbauweise) kann es zu höheren Erschütterungseinwirkungen kommen. Es wird daher

festgesetzt, dass im Falle einer Abweichung von der konventionellen Bauweise (Massivbau mit Stahlbetondecken) grundsätzlich in allen Baugebieten im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens der Nachweis der Einhaltung der gestellten Anforderungen zu bringen ist; die Mindestabstände von 55 m zum nächstgelegenen Durchfahrtgleis bzw. 35 m zum nächstgelegenen Rangiergleis gelten in diesem Fall nicht.-

Dieses Gutachten umfasst 26 Seiten und 4 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

München, den 04. Februar 2021

Möhler + Partner  
Ingenieure AG



## 9. Anlagen

Anlage 1: Lageplan mit Messpunkten

Anlage 2: Fotographische Dokumentation

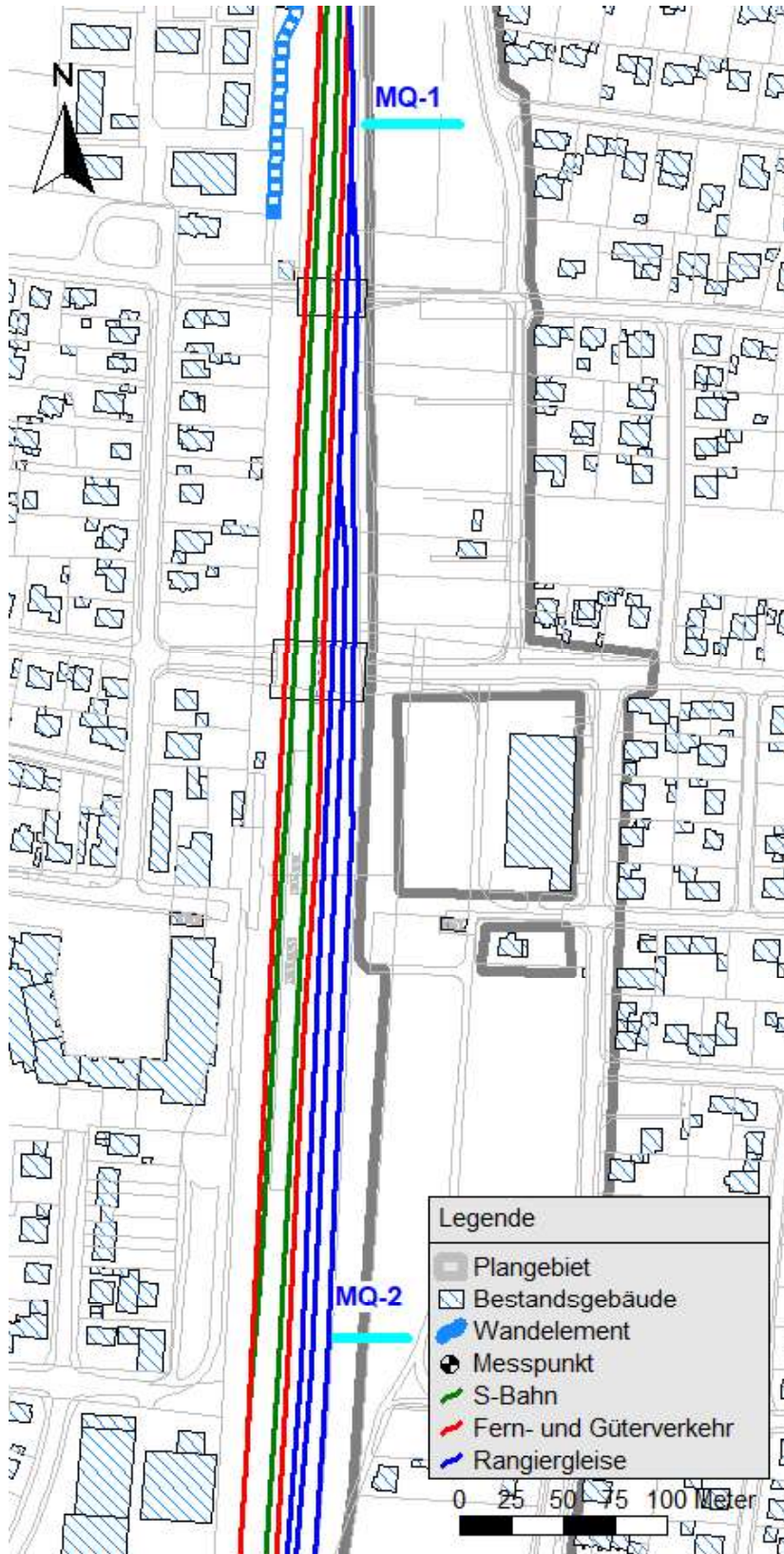
Anlage 3: Maßgebende mittlere Max-Hold-Terzschnellespektren an den Durchfahrtgleisen

Anlage 4: Maßgebende mittlere Max-Hold-Terzschnellespektren an den Rangiergleisen

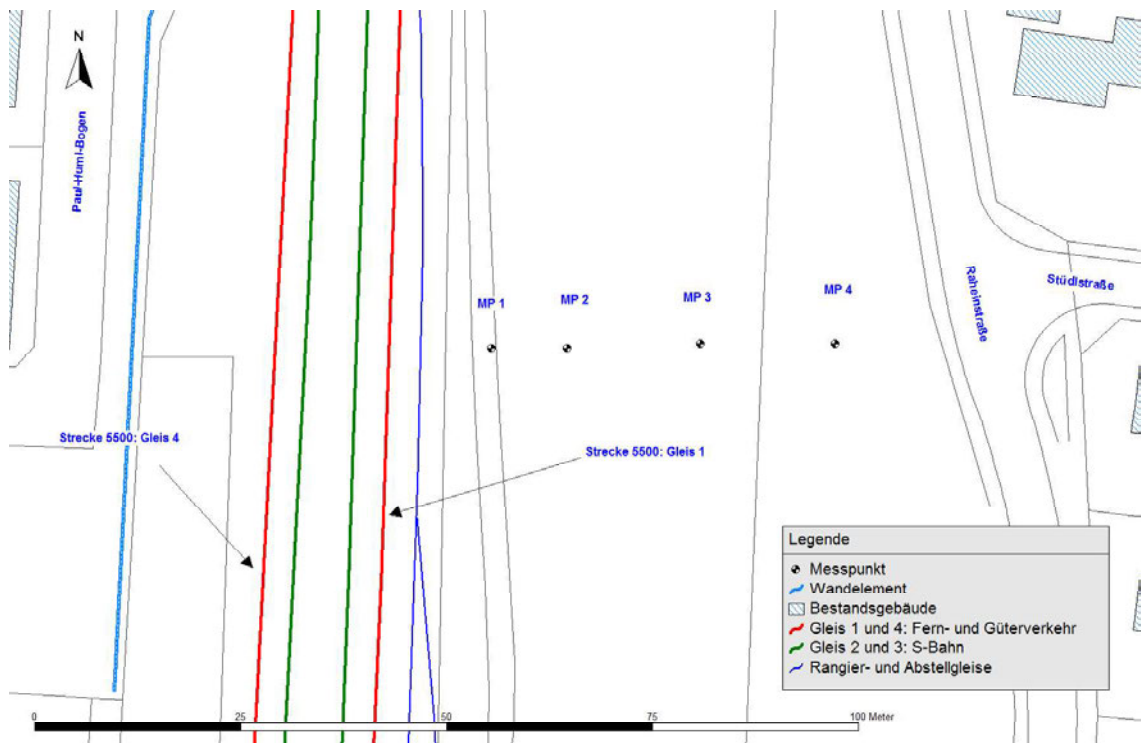


## Anlage 1: Lageplan mit Messpunkten

## Übersichtslageplan mit Messquerschnitten MQ-1 und MQ-2

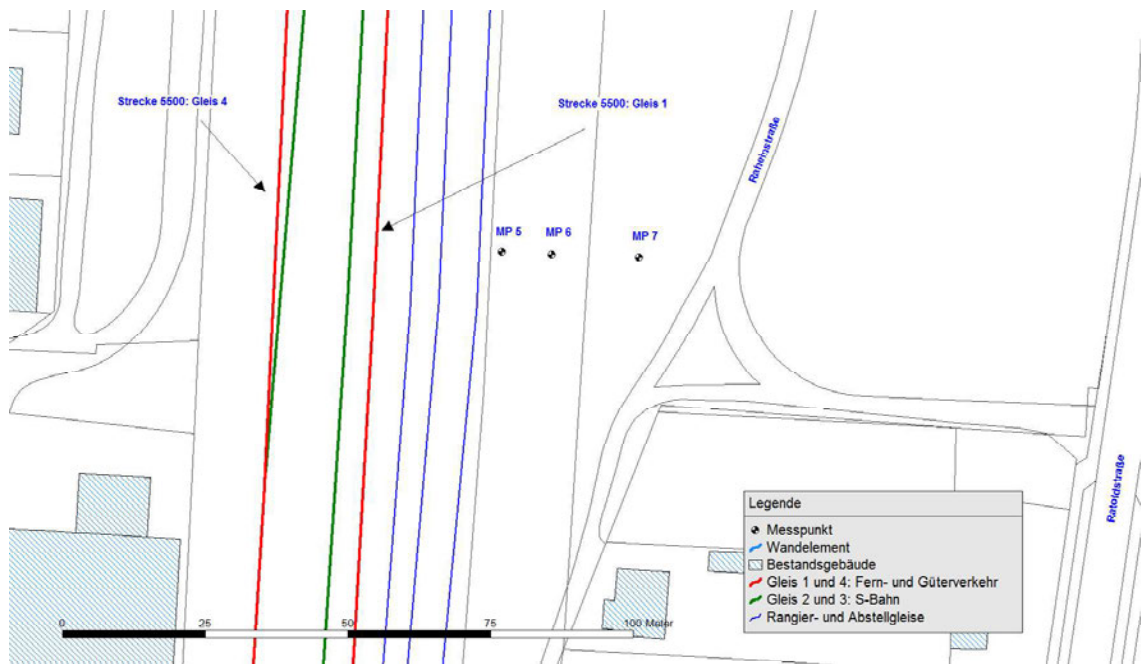


### Messquerschnitt 1



© eigene Darstellung mit Geobasisdaten Bayerische Vermessungsverwaltung

### Messquerschnitt 2

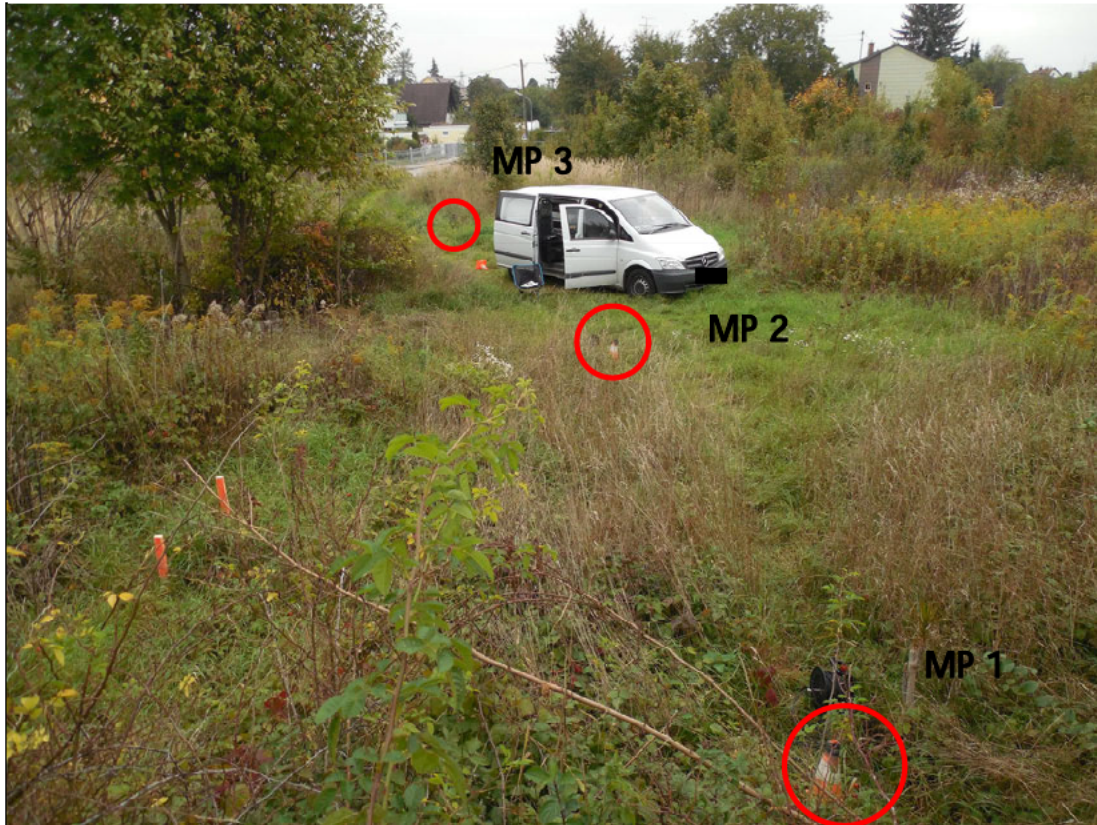


© eigene Darstellung mit Geobasisdaten Bayerische Vermessungsverwaltung



Anlage 2: Fotografische Dokumentation

Messkette 1: Messpunkte 1, 2 und 3



Messpunkt 4:





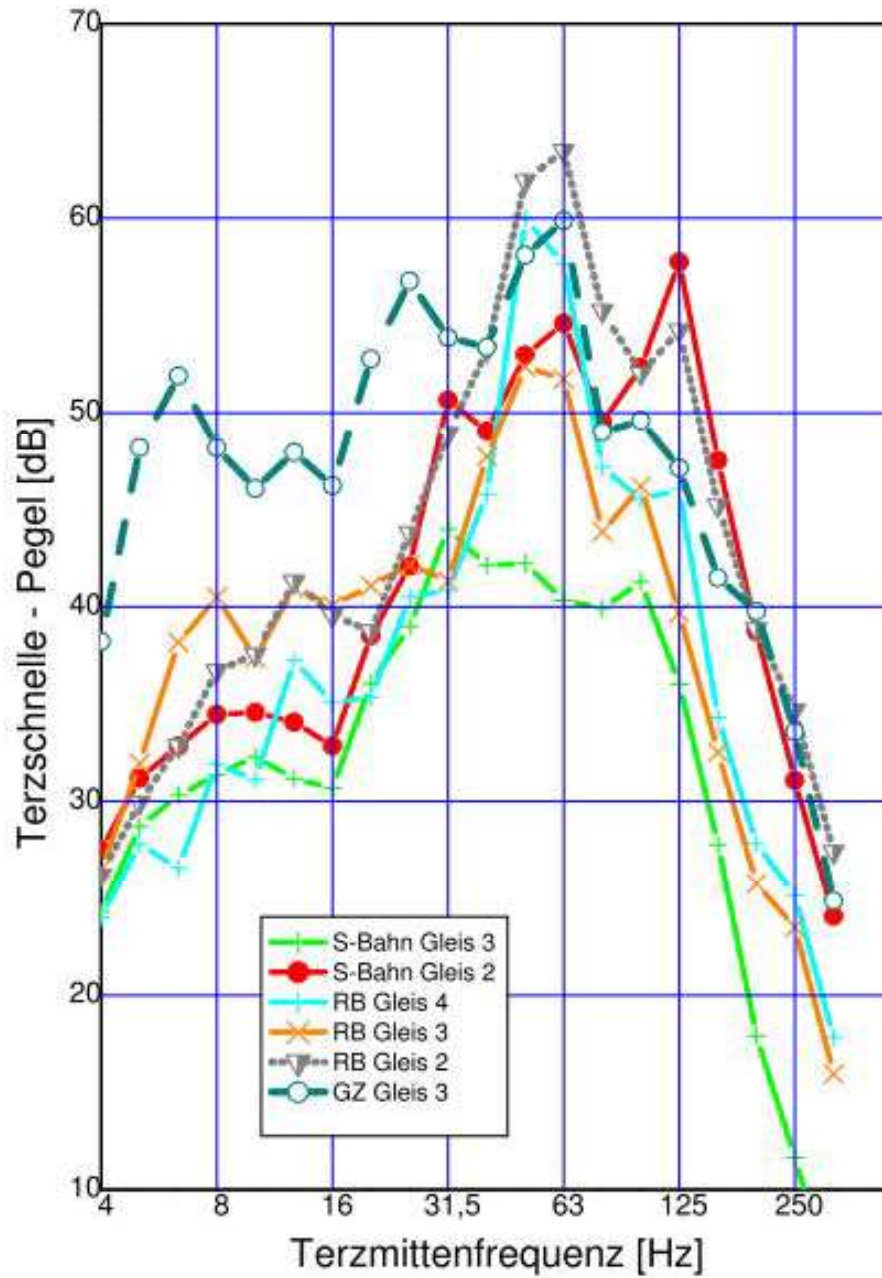
Messkette 2: Messpunkt 5 und 6



Quelle: eigenes Foto

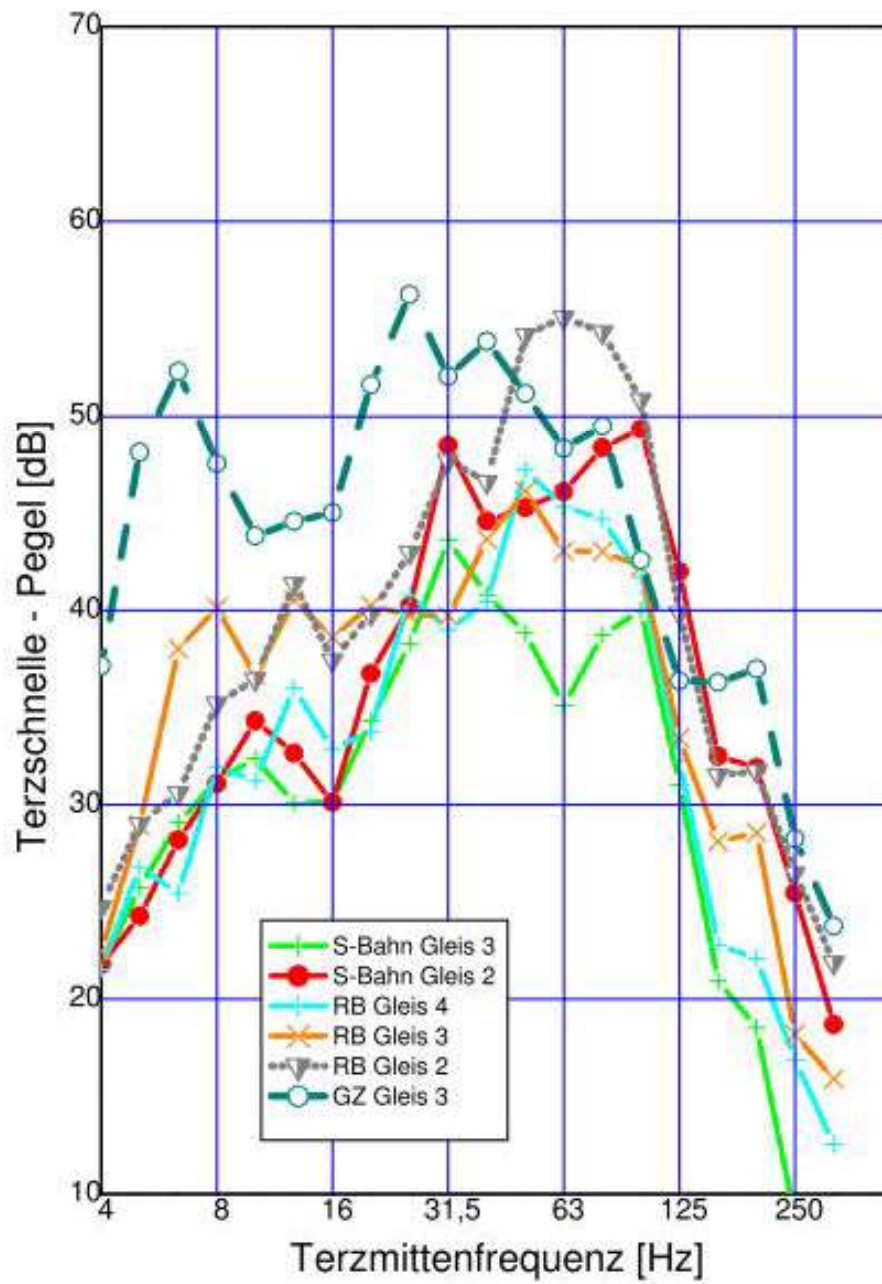
## Anlage 3: Maßgebende mittlere Max-Hold-Terzschnellespektren: Durchfahrtgleise

Messpunkt MP 1

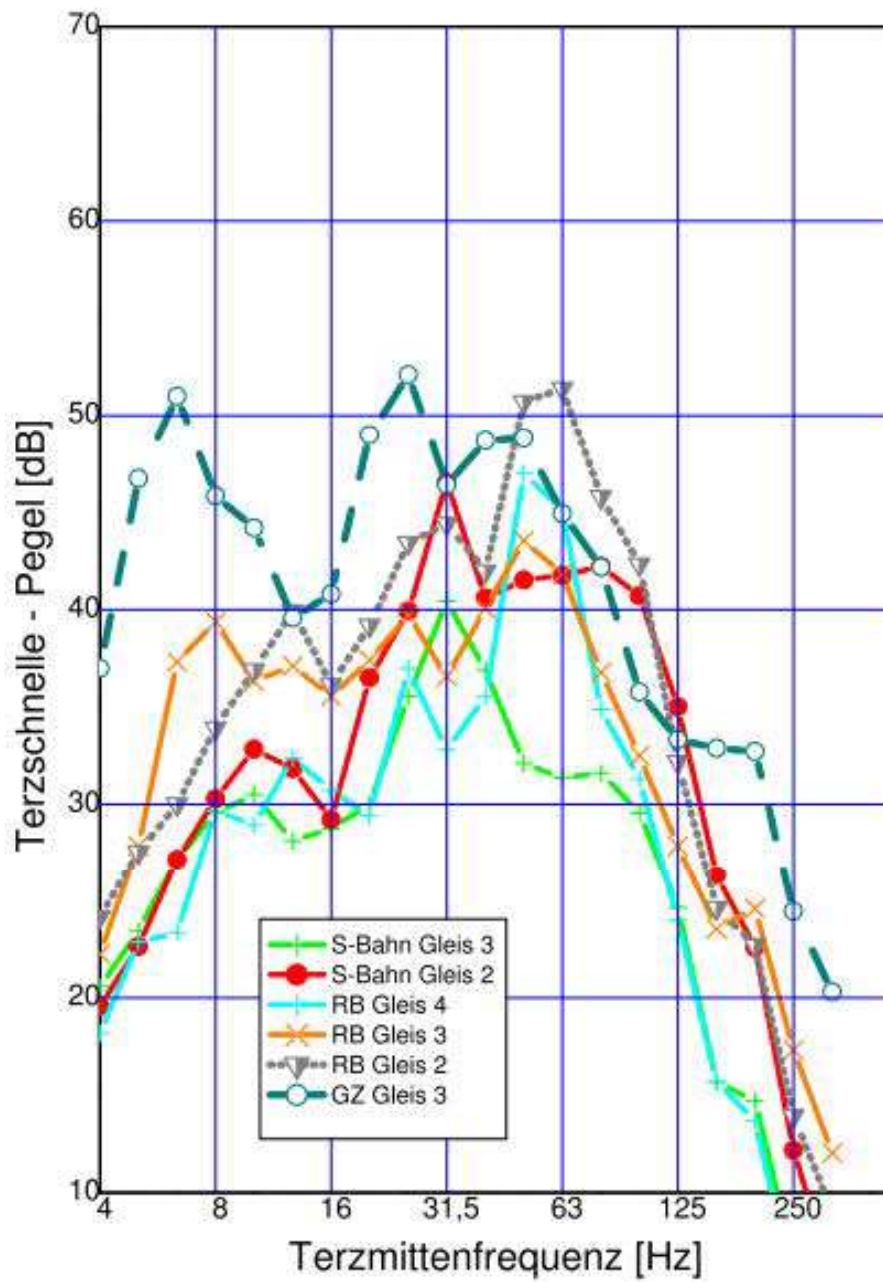




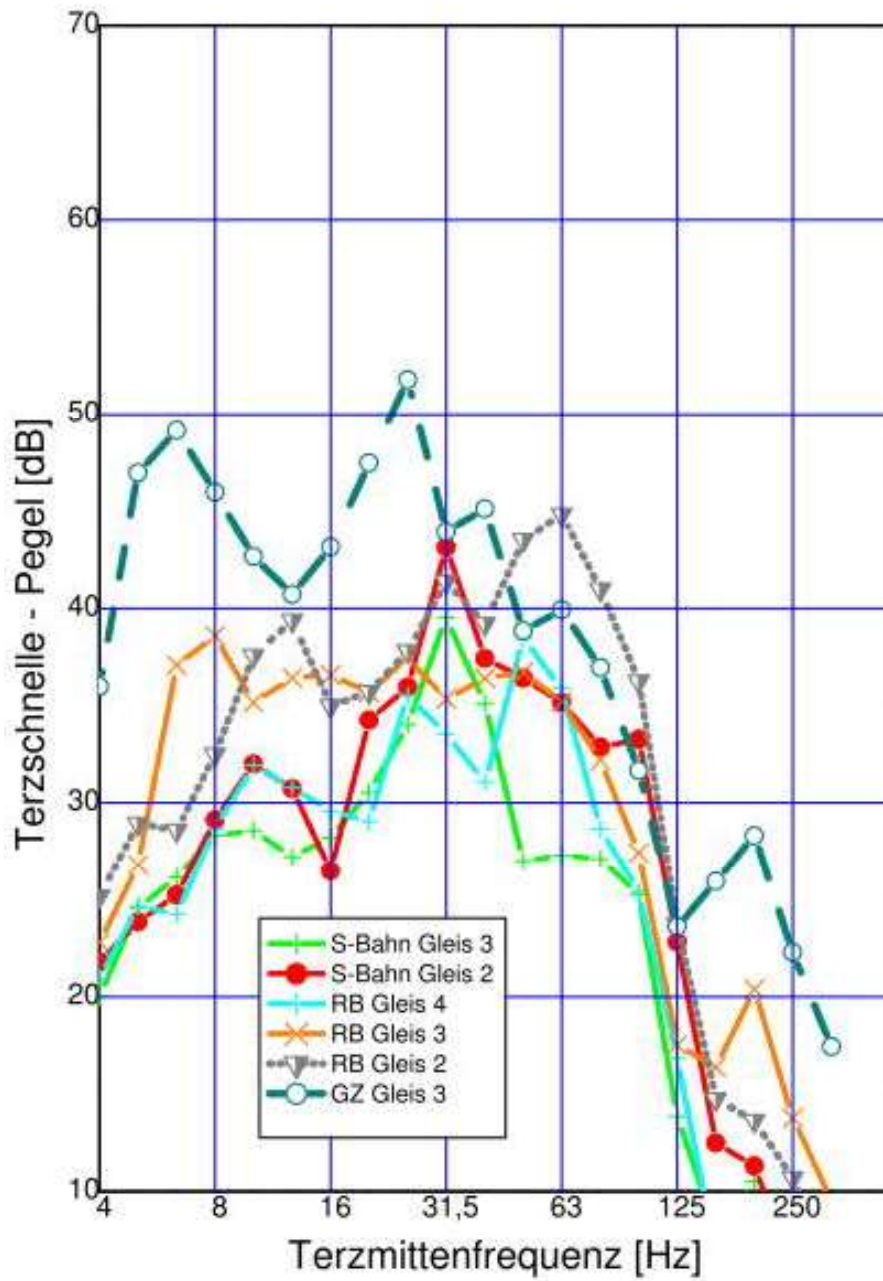
## Messpunkt MP 2



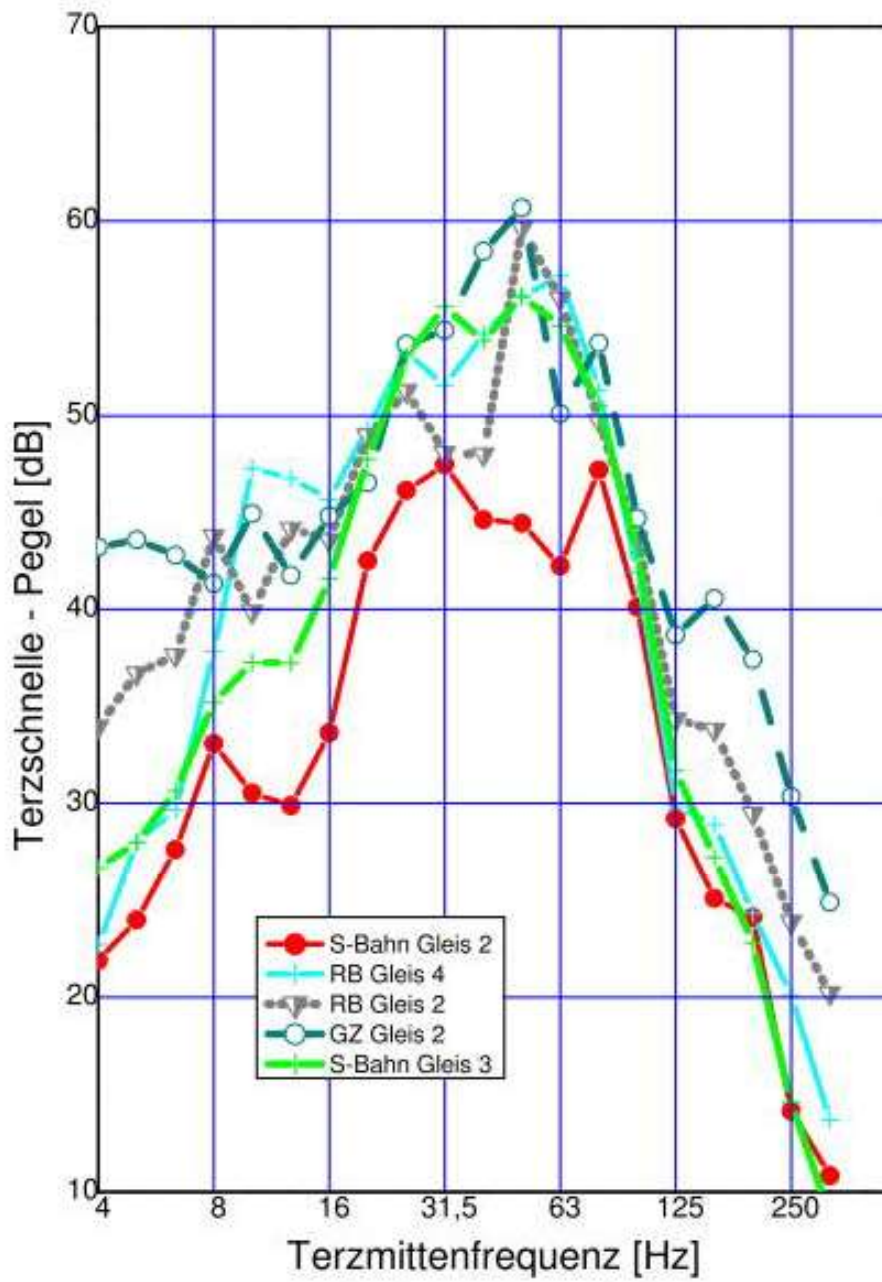
## Messpunkt MP 3



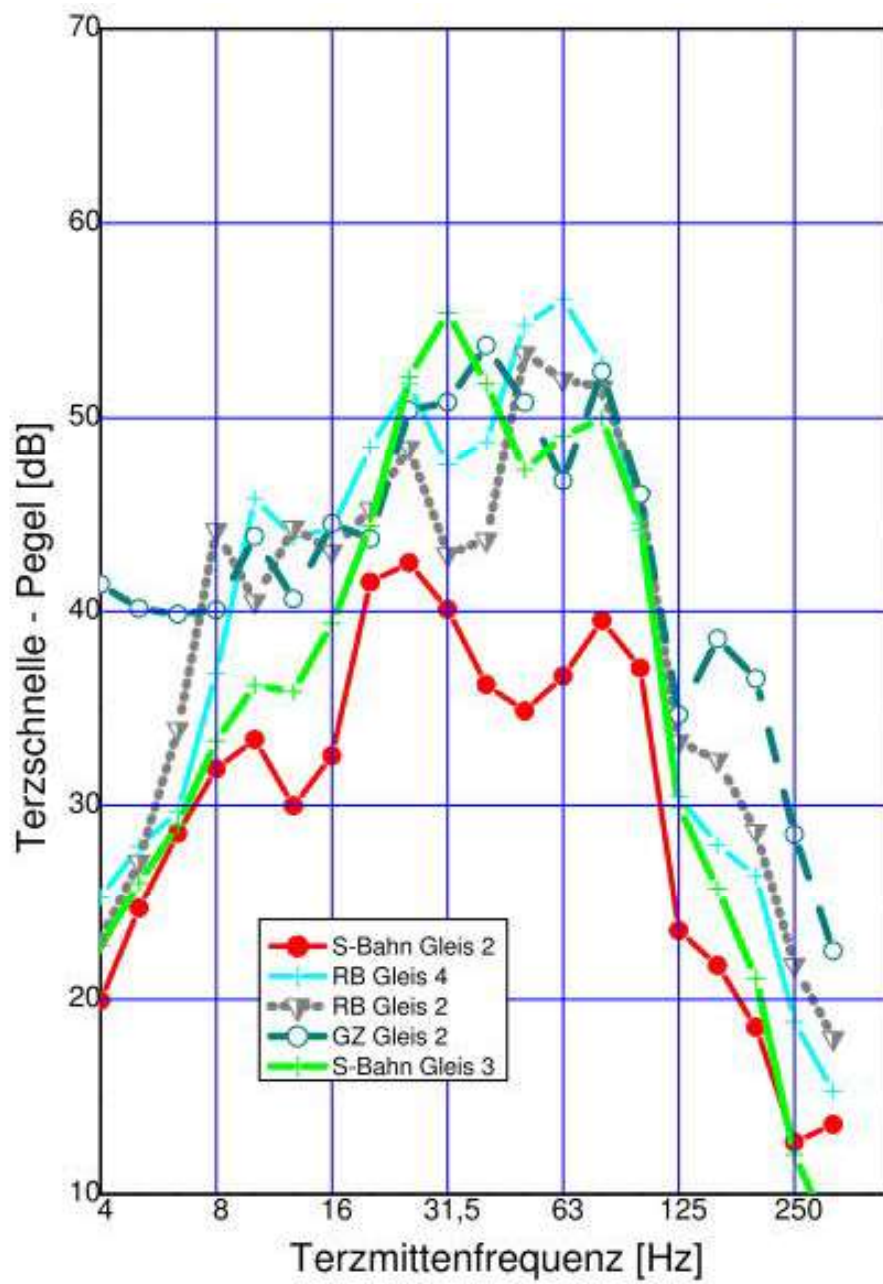
Messpunkt MP 4



## Messpunkt MP 5

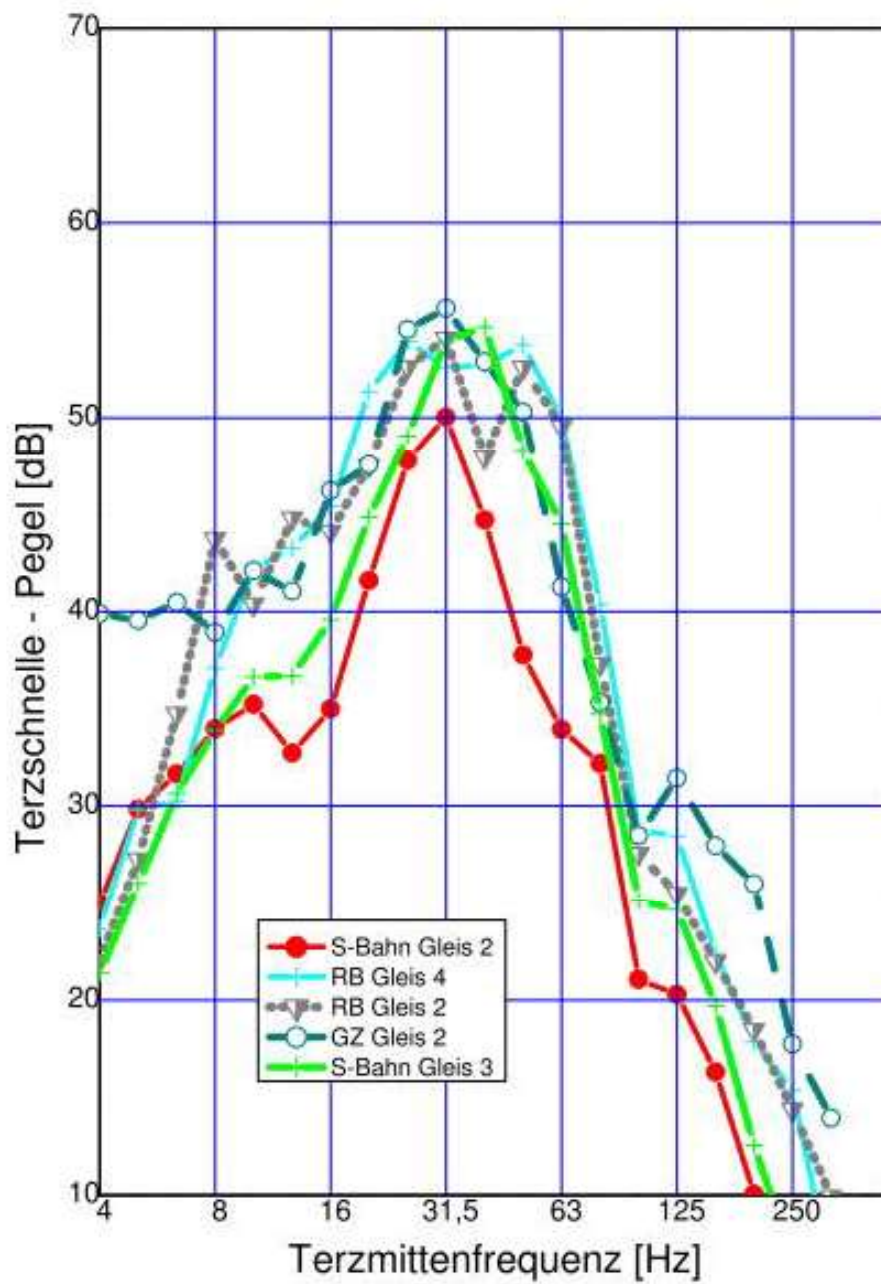


## Messpunkt MP 6



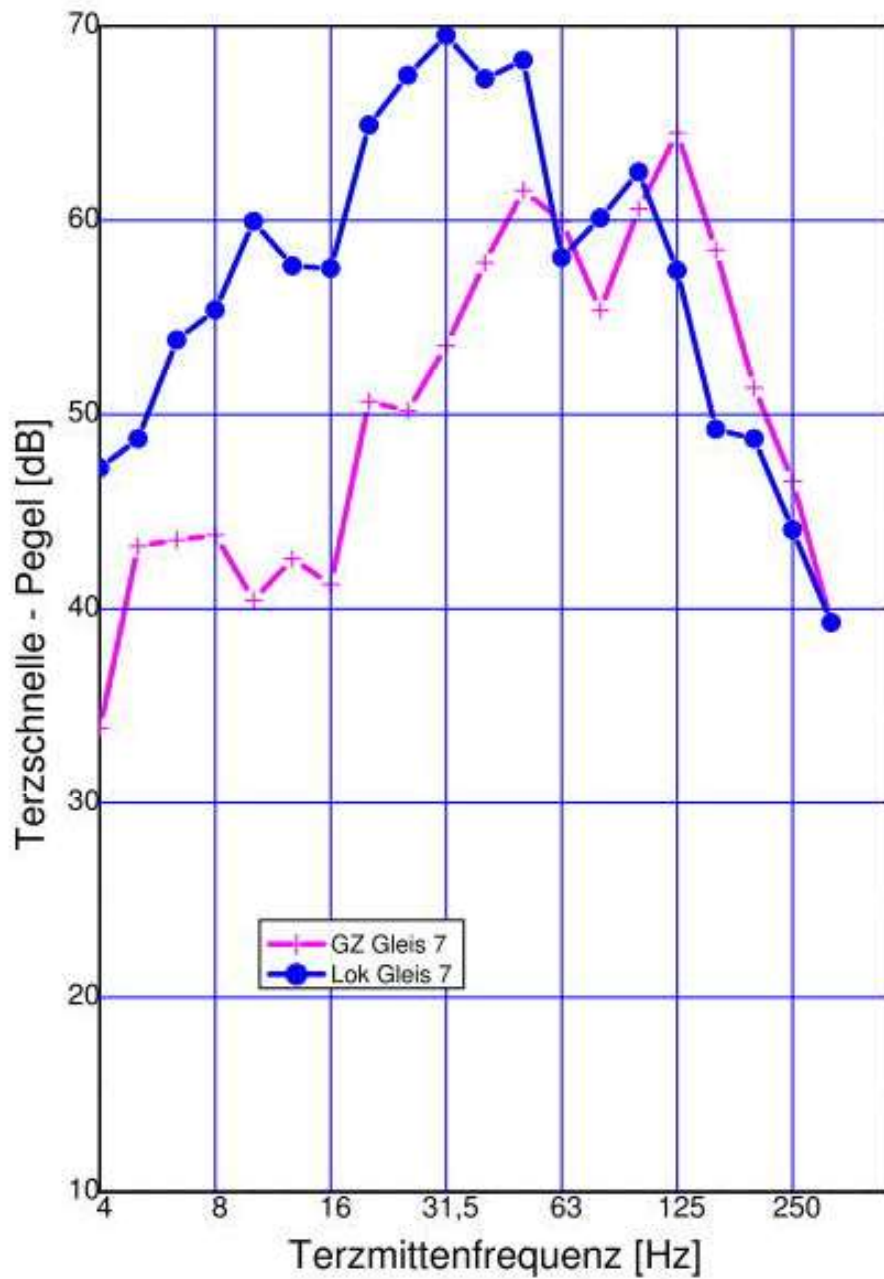


## Messpunkt MP 7

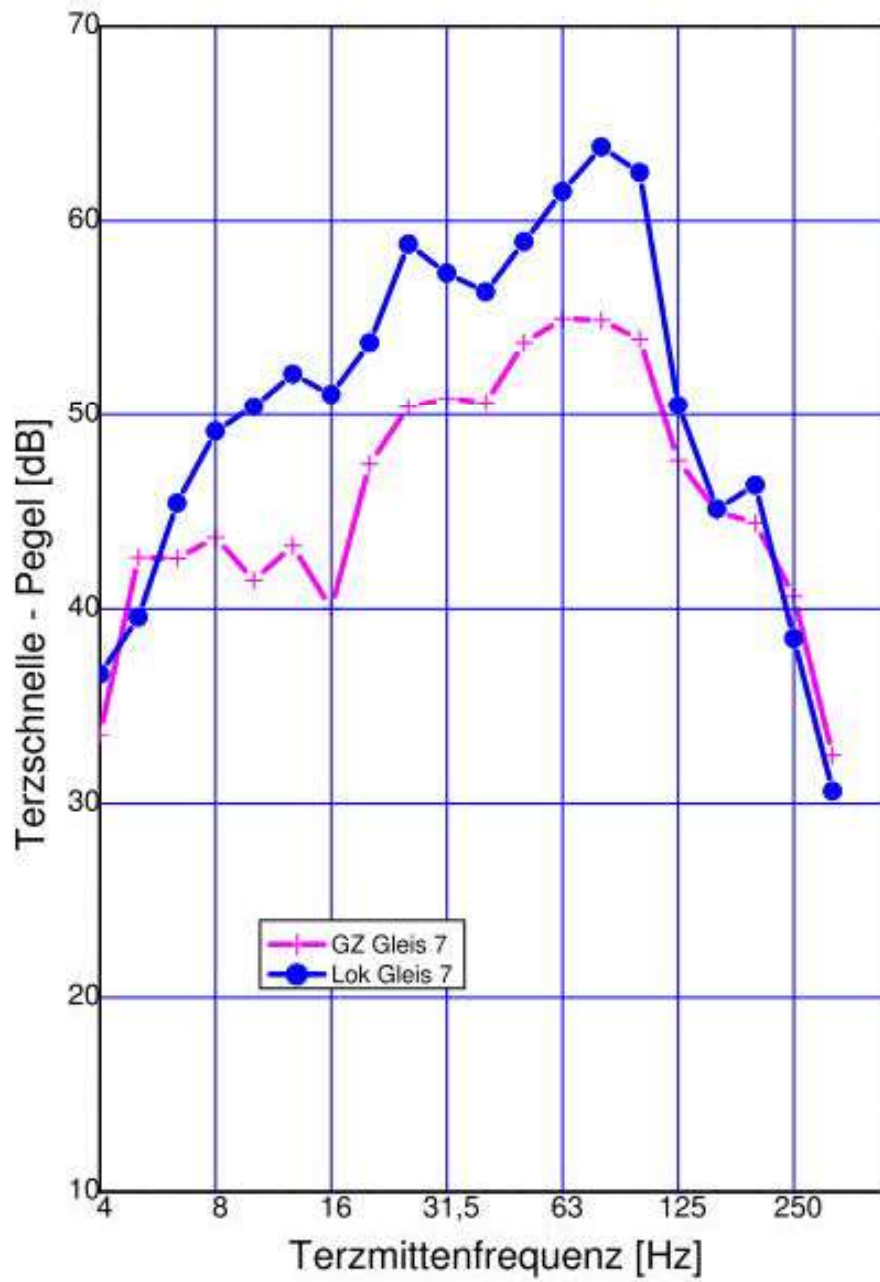


## Anlage 4: Maßgebende mittlere Max-Hold-Terzschnellespektren: Rangiergleis 7

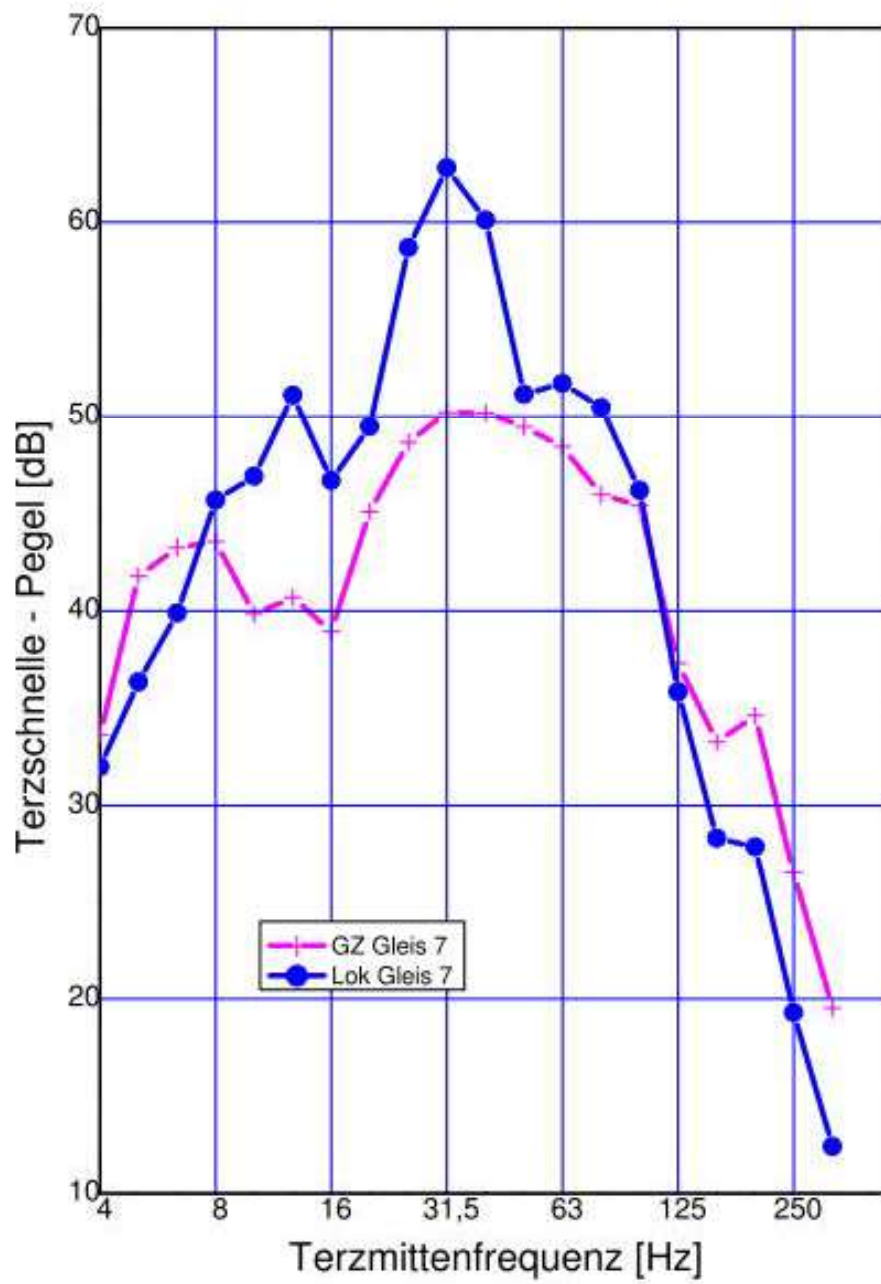
Messpunkt MP 1



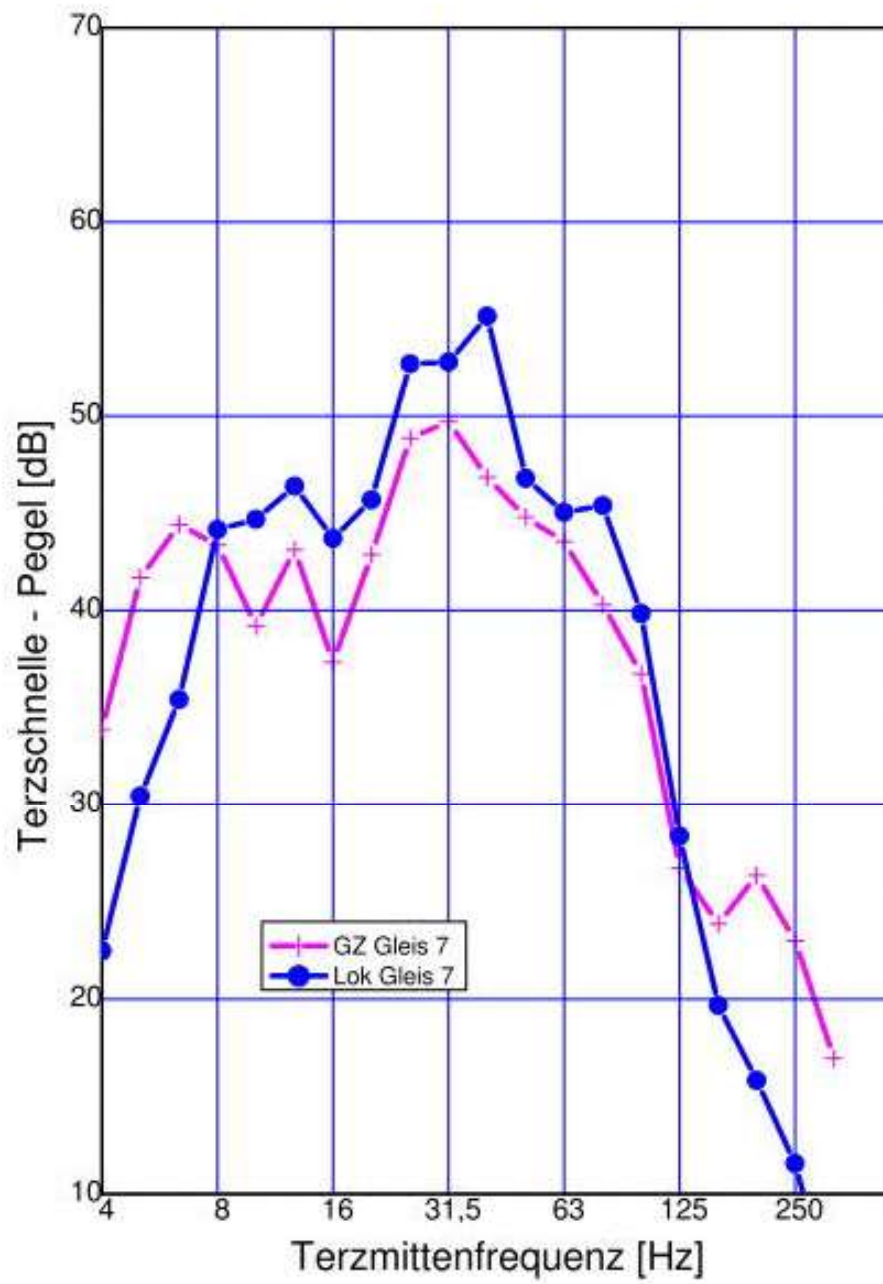
Messpunkt MP 2:



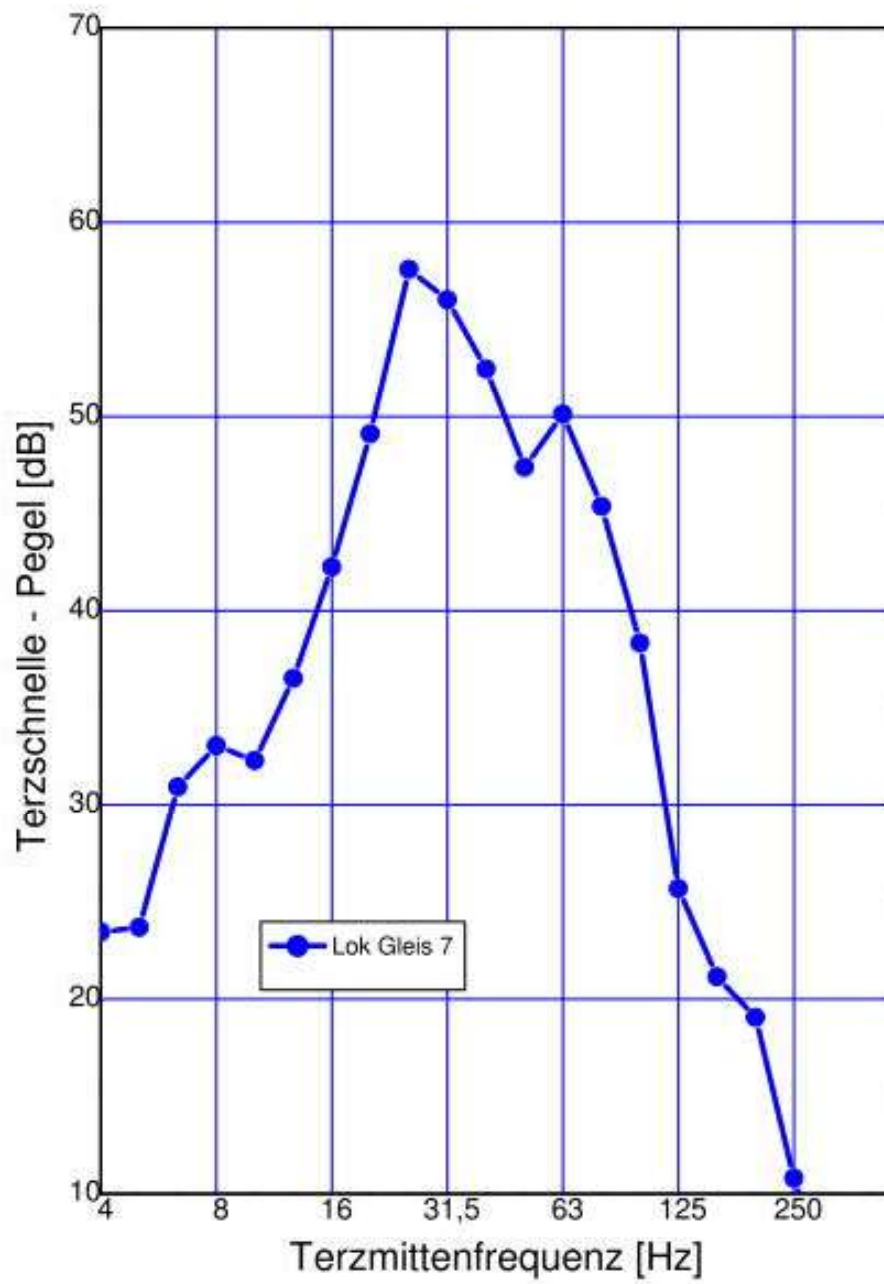
Messpunkt MP 3:



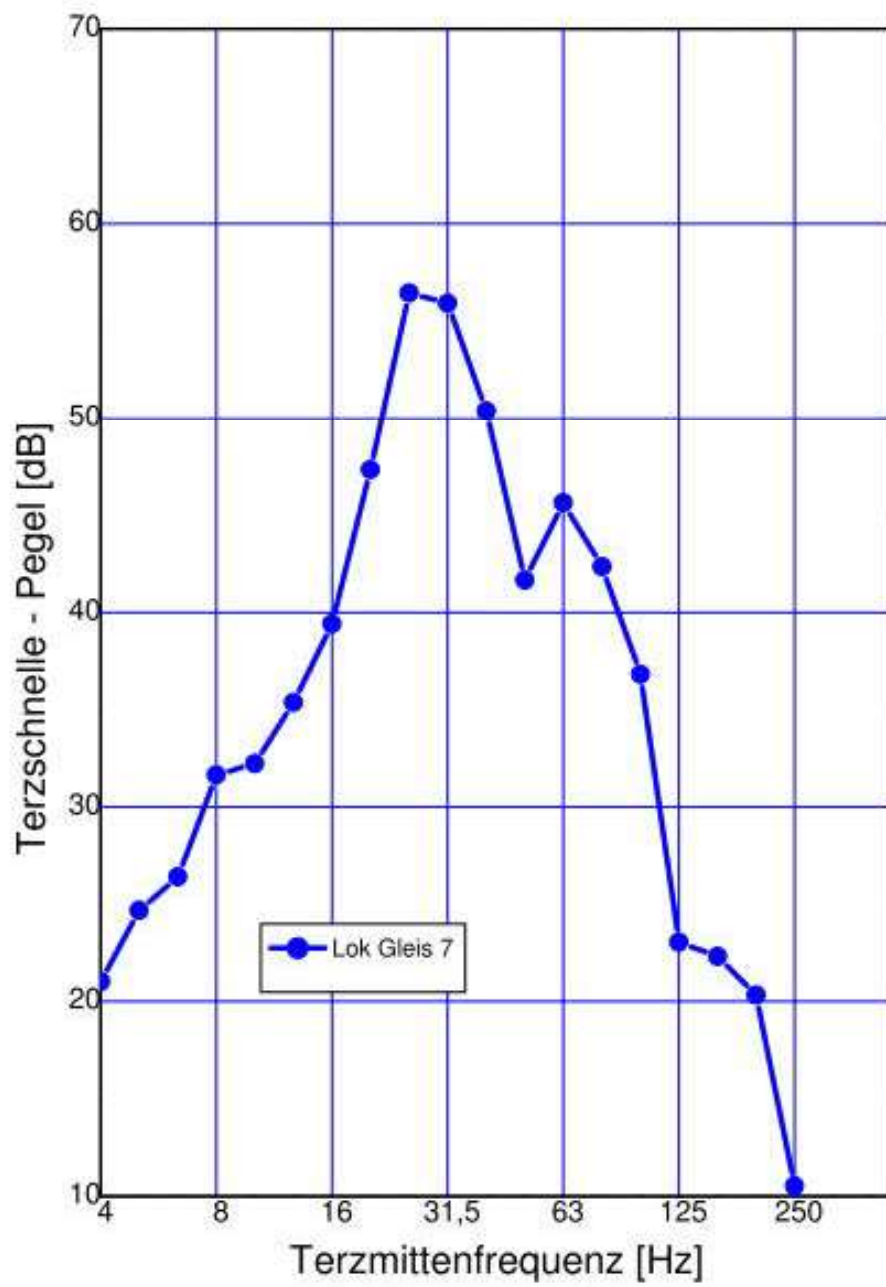
Messpunkt MP 4:



Messpunkt MP 5:



Messpunkt MP 6:



Messpunkt MP 7:

