

**Erschütterungstechnische Untersuchung zum
Bebauungsplan Nr. 212, Teilplan 1
-Hubertusstraße - „3. Änderung – Ostseite Kurt-
Schuhmacher-Allee“ in Recklinghausen**

Bericht F 7299-3 vom 15.10.2013

Auftraggeber: Stadtentwicklungsgesellschaft Recklinghausen mbH
Maybachstraße 19
45659 Recklinghausen

Bericht-Nr.: F 7299-3

Datum: 15.10.2013

Niederlassung: Dortmund

Ref.: OS / MB

**Peutz Consult GmbH
Beratende Ingenieure VBI**

Messstelle nach
§ 26 BImSchG zur
Ermittlung der Emissionen
und Immissionen von
Geräuschen und
Erschütterungen

VMPA Güteprüfstelle
für den Schallschutz
im Hochbau

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Martener Straße 535
44379 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Knesebeckstraße 3
10623 Berlin
Tel. +49 30 310 172 16
Fax +49 30 310 172 40
berlin@peutz.de

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Gerard Perquin
Dr. ir. Martijn Vercammen
Dipl.-Ing. Ferry Koopmans
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSDE33XXX

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B
Sevilla, E

www.peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	3
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	4
3	Örtliche Gegebenheiten / Betriebsprogramm / Gebietsnutzungen.....	6
4	Beurteilungsgrundlagen für Erschütterungen	8
4.1	Allgemeines.....	8
4.2	Beurteilungsgrößen für Schienenverkehr.....	10
4.3	Sekundärluftschall.....	11
5	Erschütterungsmessungen.....	13
5.1	Ort und Zeit der Messungen.....	13
5.2	Messgeräte	13
5.3	Messdurchführung.....	13
5.4	Auswertung und Zusammenfassung der Messungen auf dem Bebauungsplangebiet	14
6	Auswerte- und Prognoseverfahren.....	15
6.1	Einflussgrößen für Erschütterungen.....	15
6.2	Beschreibung der Methodik.....	16
6.3	Prognoseunsicherheit.....	17
7	Prognose der Erschütterungsimmissionen.....	17
8	Berechnung und Beurteilung des sekundären Luftschallpegels.....	20
9	Zusammenfassung.....	21

1 Situation und Aufgabenstellung

Mit Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 212, Teilplan 1 - Hubertusstraße - „3. Änderung – Ostseite Kurt-Schuhmacher-Allee“ in Recklinghausen soll ein Gewerbegebiet entstehen.

Ein Übersichtslageplan der örtlichen Gegebenheiten und der Planung ist den Anlagen 1.1 und 1.2 zu entnehmen.

Da sich das Gelände neben einer Schienenstrecke befindet, könnten relevante Erschütterungs- und sekundäre Luftschallimmissionen in den geplanten gewerblichen genutzten Gebäuden auftreten. Daher soll im Zuge des Bebauungsplanverfahrens eine erschütterungstechnische Untersuchung durchgeführt werden.

Hierzu wurde am 08.10.2013 eine Ausbreitungsmessung der Erschütterungen auf dem Bebauungsplangebiet durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Messungen sowie der Prognose der Erschütterungen und sekundären Luftschallimmissionen für zukünftige Gebäude sind im nachfolgenden Bericht dargestellt.

Die Ergebnisse der Untersuchung werden gemäß DIN 4150 Teil 2 [4] und der aktuellen Rechtslage [16] für die Erschütterungen und gemäß den Anforderungen nach 24. BImSchV [3] für die sekundären Luftschallimmissionen beurteilt. Bei Überschreitungen der Anforderungen an die Erschütterungs- oder sekundären Luftschallimmissionen werden Minderungsmaßnahmen vorgeschlagen.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[1] BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G	Aktuelle Fassung
[2] Erschütterungserlass Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungs- immissionen	Gem. Runderlass des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen u.a., IV A6 -46-63- vom 31.7.2000 und Änderung durch gem. RdErl. V-5-882) (VNr. 6/03) vom -4.11.2003	RdErl.	31.07.2000 und 04.11.2003
[3] 24. BImSchV 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung	Geändert am 23.09.1997 und Begründung in Bundesratsdrucksache 363/96 vom 02.07.1996	V	04.02.1997
[4] DIN 4150, Teil 2	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	N	Juni 1999
[5] DIN 4150, Teil 3	Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen	N	Februar 1999
[6] DIN 45 669, Teil 1	Messung von Schwingungs- immissionen, Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung	N	Juni 1995 Entwurf: September 2008
[7] DIN 45 669, Teil 2	Messung von Schwingungs- immissionen - Messverfahren	N	Juni 2005
[8] DIN 45 669, Teil 3	Messung von Schwingungs- immissionen - Prüfung (Kalibrierung und Beurteilung) der Schwingungsmessein- richtung; Erstprüfung, Nach- prüfung, Zwischenprüfung, Prüfung für den Messeinsatz	N	Juni 2006
[9] DIN 45 672, Teil 1	Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenver- kehrswegen - Messverfahren	N	Dezember 2009

Titel / Beschreibung / Bemerkung	Kat.	Datum
[10] DIN 45 672, Teil 2 Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen - Auswertverfahren	N	Juli 1995
[11] Taschenbuch der technischen Akustik	Lit.	2003
[12] Körperschall und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, Beweissicherung, Prognose, Beurteilung und Schutzmaßnahmen	Lit.	1999
[13] A.Said, D. Fleischer, H. Fastl, H.-P. Grütz, G. Hölzl „Laborversuche zur Ermittlung von Unterschiedsschwellen bei der Wahrnehmung von Erschütterungen aus dem Schienenverkehr„	Lit.	2000
[14] Materialien Nr. 22, Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs, Prognose und Schutzmaßnahmen	Lit	Juli 1995
[15] DB Richtlinie 800.2502 „Erschütterung und sekundärer Luftschall, Messung und Prognose“	Lit.	November 2006
[16] Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes (BVerwG) zum Ausbau einer Eisenbahnstrecke; Schutz gegen Erschütterungen und sekundären Luftschall	Lit	21.12.2010
[17] Schienenverkehr Prognose 2025 - Zugzahlen für die Strecken 2200, 2222 und 2250	P	01.10.2013
[18] Planunterlagen zum Bebauungsplan Nr. 212, Teilplan 1 - Hubertusstraße - „3. Änderung – Ostseite Kurt-Schuhmacher-Allee“	P	Planstand: April 2010

Kategorien:

G	Gesetz	N	Norm
V	Verordnung	RIL	Richtlinie
VV	Verwaltungsvorschrift	Lit	Buch, Aufsatz, Bericht
RdErl.	Runderlass	P	Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten / Betriebsprogramm / Gebietsnutzungen

Das Gebiet des Bebauungsplanes Nr. 212, Teilplan 1 - Hubertusstraße - „3. Änderung – Ostseite Kurt-Schuhmacher-Allee“ in Recklinghausen umfasst den Bereich zwischen der Bahnstrecke 2200 und dem Kurt-Schuhmacher-Ring im Westen, der ehemaligen Grubenanschlußbahn im Süden (welche zukünftig jedoch als Rad- und Wanderweg genutzt wird), einer Fläche für Versorgungsanlagen im Osten sowie einer Tankstelle im Norden. In Anlage 1.2 ist der Bebauungsplanentwurf mit Darstellung der Baugrenzen dargestellt.

Im Zuge des Bebauungsplanverfahrens ist die Überplanung eines Waldes auf dem Gelände vorgesehen. Da das Plangebiet dicht bewaldet ist und zudem mit Bahnschotter belegt ist, erfolgte die Ausbreitungsmessung in einem Grünstreifen an der nördlichen Plangebietsgrenze.

Die westlich des Plangebietes gelegene Bahnstrecke 2200 wird von Personennah- sowie Personenfernverkehr und Güterzügen befahren.

Die für die Erschütterungsprognose berücksichtigten Streckenbelastungen werden der DB-Prognose für das Jahr 2025 entnommen (siehe Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Streckenbelastung für die Strecke 2200 für das Prognosejahr 2025 [17]

Zugart	Geschwindigkeit [km/h]	Anzahl Vorbeifahrten	
		Tag (6 – 22 Uhr)	Nacht (22 – 6 Uhr)
Güterzug	100	34	25
Güterzug	120	8	6
Regionalzug	160	32	4
Intercityzug	160	21	5
S-Bahn	160	76	12

4 Beurteilungsgrundlagen für Erschütterungen

4.1 Allgemeines

Die während einer Erschütterungsimmissionsmessung erfasste und registrierte Messgröße ist die Schwingschnelle $v(t)$ in mm/s (das Schnellesignal). Diese Größe ist gemäß DIN 4150, Teil 3 [5] ohne jegliche Zeit- und Frequenzbewertung zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude heranzuziehen.

Entsprechend der DIN 4150, Teil 2 [4] wird zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden als Beurteilungsgröße das frequenz- und zeitbewertete Erschütterungssignal, gemessen in Raummitte der am stärksten betroffenen Geschosdecke, herangezogen. Die Frequenzbewertung erfolgt dabei nach DIN 4150, Teil 2 [4] in Form der so genannten "KB-Bewertung". Das Ergebnis der Bewertung ist der gleitende Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals nach folgender Gleichung:

$$KB_{\tau}(t) = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_{\xi=0}^t e^{-\frac{t-\xi}{\tau}} \cdot KB^2(\xi) d\xi}$$

Als Zeitbewertung wird der gleitende Effektivwert mit einer Zeitkonstanten von $\tau = 0,125$ s gebildet. Zur Konkretisierung der verwendeten Zeitkonstante wird, entsprechend der Norm, die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ genannt. Die während der Beurteilungszeit erfasste höchste bewertete Schwingstärke wird als Maximalwert KB_{Fmax} bezeichnet.

Da es sich bei Erschütterungsimmissionen nicht um gleichförmige Schwingungen, sondern um stochastische Einzelvorgänge handelt, kann gemäß DIN 4150, Teil 2, der Beginn eines jeden Ereignisses (Zugvorbeifahrt) an den Anfang eines Taktes gelegt werden. Durch dieses Verfahren wird die Anwendung des Takt-Maximal-Bewertungsverfahrens auf Erschütterungen aus oberirdischem Bahnverkehr deutlich vereinfacht. Dies bedeutet nämlich, dass jedem Maximalwert KB_F einer Zugvorbeifahrt bei üblicher Zuggeschwindigkeit und -länge jeweils ein Takt zugeordnet wird. Aus diesen ermittelten Taktmaximalwerten KB_{FTi} wird der Taktmaximal-Effektivwert KB_{FTm} nach nachfolgender Gleichung berechnet:

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

Bei Anwendung dieser Gleichung sind alle Werte $KB_{FTi} \leq 0,1$ zu Null zu setzen, jedoch gehen diese Takte in die Anzahl N ein und beeinflussen somit den Effektivwert.

Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen werden zwei Beurteilungsgrößen herangezogen. Dies sind zum einen die maximal bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} sowie, falls erforderlich, die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} . Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} ist der Taktmaximal-Effektivwert über die Beurteilungszeit. Diese Beurteilungs-Schwingstärke wird nach DIN 4150, Teil 2 [4] mit folgender Gleichung berechnet:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{T_r} \sum_j T_{e,j} \cdot KB_{FTm,j}^2}$$

- T_r = Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h)
 $T_{e,j}$ = Teileinwirkungszeiten
 $KB_{FTm,j}$ = Taktmaximal-Effektivwerte die für die Teileinwirkungszeiten $T_{e,j}$ repräsentativ sind

In die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} geht also Art und Anzahl der Erschütterungsereignisse innerhalb der Beurteilungszeiten Tag und Nacht mit dem jeweiligen von der entsprechenden Erschütterungsquelle abhängigen Takt-Maximal-Effektivwert KB_{FTm} ein.

Die so ermittelten Beurteilungsgrößen KB_{Fmax} und KB_{FTr} werden mit den in der DIN 4150, Teil 2, angegebenen Anhaltswerten, unter Zugrundelegung verschiedener Gebietsnutzungen für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen, verglichen (siehe Tabelle 4.2).

Hierbei sind drei unterschiedliche Anhaltswerte A_u , A_0 und A_r angegeben.

Ist der ermittelte KB_{Fmax} -Wert kleiner oder gleich dem "unteren" Anhaltswert A_u , ist die Anforderung der DIN 4150, Teil 2, erfüllt.

Ist der ermittelte KB_{Fmax} -Wert größer als der "obere" Anhaltswert A_0 , sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.

Für Werte von $A_0 \geq KB_{Fmax} \geq A_u$ ist die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} zu ermitteln und mit dem Anhaltswert A_r zu vergleichen. Ist KB_{FTr} kleiner bzw. gleich dem Anhaltswert A_r , so sind die Anforderungen der Norm eingehalten.

KB -Werte $\leq 0,1$ gehen gemäß Norm nicht in die Beurteilung mit ein. Ein solcher Wert kann als Maß für die Fühlschwelle herangezogen werden, wobei die Tatsache ob ein Erschütterungsereignis gespürt wird von vielen individuellen Faktoren und dem subjektiven Empfinden abhängt (siehe auch Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1 Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung [11]

Bewertete Schwingstärke KB	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
0,1	Fühlschwelle
0,1 – 0,4	gerade spürbar
0,4 – 1,6	gut spürbar
1,6 – 6,3	stark spürbar
> 6,3	sehr stark spürbar

4.2 Beurteilungsgrößen für Schienenverkehr

Die Erschütterungsimmissionen durch Schienenverkehr sind nach Kapitel 4.1 zu beurteilen und mit den Anhaltswerten der Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2 (siehe hier Tabelle 4.2) zu vergleichen. Hierbei sind die Besonderheiten nach Punkt 6.5.3.1, 6.5.3.4 und 6.5.3.5. der DIN 4150, Teil 2 zu beachten, welche u.a. dem oberen Anhaltswert A_o eine neue Bedeutung verleihen (siehe Anmerkung * Tabelle 4.2).

Zuschläge für Einwirkungen innerhalb der Ruhezeiten sind hierbei nicht anzuwenden (DIN 4150, Teil 2, Abschnitt 6.5.3.1).

Tabelle 4.2: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1, Abschnitt 6.5.3.5.

Einwirkungsgrad		A_u		A_o		A_r	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1, mit Abschnitt 6.5.3.3 und 6.5.3.5.	Zeile 2 Δ GE	0,3	0,2	6	0,6*	0,15	0,1
	Zeile 3 Δ MI/MK	0,2	0,15	5	0,6*	0,1	0,07
	Zeile 4 Δ WR/WA	0,15	0,1	3	0,6*	0,07	0,05

* Für Schienenverkehr hat der obere Anhaltswert A_o nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen zum Nachtzeitraum einzelne Ereignisse über dem oberen Anhaltswert, so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z.B. Flachstelle an den Rädern) und diese möglichst rasch zu beheben. Diese hohen Werte sind jedoch bei der Berechnung der Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} zu berücksichtigen.

4.3 Sekundärluftschall

Durch die durch den Schienenverkehr hervorgerufenen Erschütterungen innerhalb der Gebäude können durch die Anregung der Raumbegrenzungsflächen und der dadurch bedingten Schallabstrahlung Schallimmissionen in Form von Sekundärluftschall auftreten.

Bei oberirdisch geführten Strecken, wie es in der vorliegenden Situation der Fall ist, liegen die Anteile des Sekundärluftschalls in der Regel deutlich unterhalb der Immissionen durch direkt einfallenden Luftschall.

Innerhalb einer umfangreichen Studie [12] zum Sekundärluftschall wurde aus einer Vielzahl von Messungen ein empirischer Zusammenhang zwischen dem Schwingschnellepegel sowie dem Sekundärluftschallpegel ermittelt.

Dieser Zusammenhang ist im Wesentlichen abhängig von der jeweiligen Bauweise der Häuser. So ergaben sich z.B. für Häuser mit Betondecken andere Abhängigkeiten zwischen Sekundärluftschall und Erschütterungen als für den Fall von Häusern mit Holzbalkendecken.

Eine messtechnische Erfassung des sekundären Luftschallanteils bei oberirdisch verlaufenden Strecken ist, da gleichzeitig direkt einfallender Luftschall auftritt, in der Regel nicht möglich. Ein solch messtechnischer Nachweis wäre nur bei einem entsprechend großen Abstand von Sekundärluftschallpegel zum direkten Luftschall möglich. Dies ist z.B. möglich, wenn eine ausreichende Schalldämmung der Fassade (Massivbauweise ohne Fenster) eines Messraums vorliegt. In solchen Fällen ist in der Regel der Sekundärluftschall bei Zugdurchfahrten auch deutlich wahrzunehmen.

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallpegel aus Bahnbetrieb existieren keine verbindlichen Normen und Regelwerke. Eine aktuelle Rechtsverordnung, die sich mit zulässigen Innenraumpegeln im Zusammenhang mit der Dimensionierung von passiven Lärmschutzmaßnahmen beschäftigt, ist die 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

Aus den Regularien der 24. BImSchV lassen sich als Zumutbarkeitsschwelle mittlere Innenraumpegel von 40 dB(A) (tags) für Wohnräume und 30 dB(A) (nachts) für Schlafräume ableiten. Hierbei erfolgt keine Unterscheidung hinsichtlich der Gebietsnutzung. Das Bundesverwaltungsgericht legt in seinem Urteil vom 21.12.2010 [16] diese Vorgehensweise ebenfalls nahe: "Ein spezielles Regelwerk zur Bestimmung der Zumutbarkeit beim sekundären Luftschall gibt es bislang nicht. Zur Schließung dieser Lücke ist auf Regelwerke zurückzugreifen, die auf von der Immissionscharakteristik vergleichbare Sachlagen zugeschnitten sind. Dabei ist in erster Linie dem Umstand Rechnung zu tragen, dass es sich bei dem hier auftretenden sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt. Das legt

eine Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen 24. BImSchV nahe... ."

Weiterhin heißt es in dem Urteil vom Bundesverwaltungsgericht vom 21.12.2010 zum Schienenbonus: "Auch die Anwendung eines Schienenbonus, der in Höhe von 5 dB(A) vor dem Vergleich mit dem höchstzulässigen Innenpegel von den zu ermittelnden Luftschallpegel angesetzt wird ..., ist von Rechtswegen nicht zu beanstanden "

5 Erschütterungsmessungen

5.1 Ort und Zeit der Messungen

Die Erschütterungsmessung als Ausbreitungsmessung mit Bodenmesspunkten wurde am 08.10.2013 auf dem Bebauungsplangebiet durchgeführt.

Eine detaillierte Beschreibung der Messumgebung und des Messaufbaus ist in den Anhängen 1.1-1.5 dargestellt.

5.2 Messgeräte

Die Erschütterungsmessungen wurden entsprechend der DIN 4150, Teil 2, in Verbindung mit DIN 45669, Teil 1 [6] und Teil 2 [7] sowie dem DB-Leitfaden zum Erschütterungs- und Körperschallschutz [15] durchgeführt.

Die Ankopplung der Bodenmesspunkte erfolgte mittels Erdspeissen. Die Lage der einzelnen Messorte sowie die Ankopplungsart ist in den Anhängen 1.1-1.5 im Detail wiedergegeben.

Die Erschütterungsimmissionen wurden mittels Geophonen (Schwingungsmesser nach DIN 45669 A3HV 315/1) mit einem computergestützten Messsystem der Firma M. Beitzer Messtechnik (System 9000) aufgezeichnet.

Die Frequenzanalysen erfolgten mittels der Auswertesoftware (System 9000) der Firma M. Beitzer Messtechnik.

5.3 Messdurchführung

Während der Messungen wurden die Erschütterungsanregungen durch den regulären Zugbetrieb registriert. Es wurde das befahrene Gleis, die Loknummer, die Wagenanzahl und ggf. Besonderheiten / Auffälligkeiten erfasst.

5.4 Auswertung und Zusammenfassung der Messungen auf dem Bauungsplangebiet

Die Auswertung der Erschütterungsimmissionen erfolgt gemäß DIN 4150 Teil 2 [7] beziehungsweise dem DB-Leitfaden zum Erschütterungs- und Körperschallschutz [15].

Die Ergebnisse der Messung sind in den Anlagen 1.6-1.10 dargestellt.

Die registrierten Erschütterungen bewegten sich an den Messpunkten zwischen:

MP1: $v_{\max} = 0,02 \text{ mm/s}$ bis $v_{\max} = 0,08 \text{ mm/s}$,

MP2: $v_{\max} = 0,01 \text{ mm/s}$ bis $v_{\max} = 0,06 \text{ mm/s}$,

MP3: $v_{\max} = 0,01 \text{ mm/s}$ bis $v_{\max} = 0,04 \text{ mm/s}$.

Die höchsten Erschütterungen werden durch Regionalzugvorbeifahrten auf Gleis 1 hervorgerufen.

Als Vorbereitung der Prognoseberechnung wurden Frequenzanalysen der gemessenen Erschütterungssignale durchgeführt. Hiermit können dann die zukünftigen Erschütterungsimmissionen auf dem Plangebiet prognostiziert werden.

6 Auswerte- und Prognoseverfahren

6.1 Einflussgrößen für Erschütterungen

Maßgeblich für die Höhe der Erschütterungsimmissionen ist die Höhe der Emission und der Abstand der zu betrachtenden Gebäude zu den Bahngleisen. Weitere Einflussgrößen sind:

- die Bodenbeschaffenheit auf dem Übertragungsweg,
- die Bauweise der Gebäude,
- die gefahrene Geschwindigkeit,
- der Zustand der Gleise,
- das eingesetzte Wagenmaterial.

Beim Einfluss des Abstandes des zu betrachtenden Gebäudes von den Bahngleisen ist in der Regel bei einer mehrgleisigen Strecke davon auszugehen, dass je näher das Gebäude an der Bahntrasse steht, desto größer werden die Unterschiede zwischen den Immissionen aus den einzelnen Gleisen.

Vergrößert sich der Abstand von der Trasse, so gleichen sich die Immissionen aus den einzelnen Gleisen an, da der Einfluss der relativen Abstandsunterschiede gegenüber dem Gesamtabstand an Relevanz verliert.

Die Bodenbeschaffenheit auf dem Übertragungsweg sowie die Bauweise des jeweiligen Gebäudes haben bei der Prognose von Erschütterungen meist einen schwer abschätzbaren Einfluss. Um diese Unsicherheit zu umgehen, wurden im Rahmen von Bestandsmessungen die spezifischen Übertragungsfunktionen in einem Vergleichsgebäude (Musterhaus) messtechnisch erfasst und den weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt. In Fällen, bei denen keine Messungen der Ausbreitungsbedingungen vor Ort möglich waren, wurden theoretische Ansätze aus der Literatur oder den Messungen der anderen Gebäude herangezogen.

Die gefahrene Geschwindigkeit beeinflusst ebenfalls die Höhe der Erschütterungsimmissionen. Hierbei verschiebt sich jedoch besonders die spektrale Zusammensetzung der Erschütterungsanregung. So kann in speziellen Fällen auch eine Minderung oder zumindest keine Verschlechterung der Erschütterungsimmissionen bei gesteigerter Geschwindigkeit auftreten, wenn zum Beispiel bei einer geringeren Streckengeschwindigkeit die Erschütterungsimmissionen durch die Anregung der Gebäudedecken, innerhalb deren Resonanzfrequenz geprägt wird. Bei veränderten Streckengeschwindigkeiten kommt es zu einer Verschiebung des Anregespektrums und somit u. U. auch zu einer Anregung außerhalb von Deckenresonanzen.

6.2 Beschreibung der Methodik

Mittels der messtechnisch erfassten Emissionen bzw. Immissionen sowie der daraus berechneten Übertragungsfunktionen erfolgte die Prognose der in den geplanten Gebäuden im Plangebiet zu erwartenden Erschütterungsimmissionen.

Dafür wurden im ersten Schritt für die Zugvorbeifahrten Frequenzanalysen (Terz-F-max) durchgeführt und diese anschließend für jedes Gleis getrennt energetisch gemittelt. Diese gemittelten Terz-F-max Frequenzspektren für die Messpunkte der Freifeldmessung gehen als Eingangsdaten in die Prognose ein.

Durch die Verwendung von Terz-F-Max Spektren liegen die berechneten Prognosen auf der sicheren Seite, da für diese Spektren zu jeder Terz der während einer Vorbeifahrt maximal aufgetretene Messwert zugeordnet wird. Dies tritt so in der Realität allgemein nicht auf und führt daher bei der Prognose in der Regel zu höheren Werten.

Für die Prognose der Erschütterungen in den geplanten Gebäuden im Plangebiet werden typische Übertragungsfunktionen für Betondecken mit Deckeneigenfrequenzen von 20, 25, 32 und 40 Hz (übliche Massivbauweise) aus der Literatur [15] herangezogen. Höhere Deckeneigenfrequenzen sind bzgl. der Erschütterungsimmissionen unkritischer, da die von Güterzugvorbeifahrten verursachten Erschütterungen meist niederfrequent sind und die hochfrequenten Anteile durch die Ausbreitung im Boden stärker gedämpft werden.

Es können sich in den detailliert dargestellten Berechnungen in den Anlagen scheinbare Rechenfehler um 0,1 dB in den spektralen Darstellungen ergeben. Diese rühren aus der Tatsache, dass intern mit genaueren Zahlen gerechnet wurde, als in den auf eine Nachkommastelle gerundeten Werten, welche in den Anlagen dargestellt werden.

Weiterhin können sich durch das eingesetzte spektrale Prognoseverfahren Unterschiede in den berechneten Beurteilungsschwingstärken KB_{FTr} für die rechnerische Nachbildung der Messsituation gegenüber der aus den Messwerten direkt berechneten Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} ergeben. Ursächlich hierfür ist der Einsatz von Terz-F-Max Spektren welche in der Regel eine Prognose auf der sicheren Seite ergeben (siehe oben).

Im nachfolgenden Kapitel ist das zusammengefasste Ergebnis der Erschütterungsprognose wiedergegeben. Die detaillierten Rechenergebnisse sind im Anhang dokumentiert.

6.3 Prognoseunsicherheit

Die generelle messtechnische Unsicherheit bei der Ermittlung von KB_f -Werten kann gemäß DIN 4150, Teil 2 [4] mit 15 % beziffert werden. Die zur Prognose herangezogenen Übertragungsfunktionen für den Übergang vom Fundament auf die Decken im Gebäude sind ebenfalls mit Unsicherheiten behaftet.

Als Eingangsdaten für die Prognose werden jedoch Emissionsspektren herangezogen, welche die Zugvorbeifahrten mit den höchsten Erschütterungsimmissionen verursacht haben. Im Mittel aller Zugvorbeifahrten wird eine niedrigere Erschütterungsimmission auftreten. Weiterhin wurden für die Prognose sogenannte Terz-F-Max-Spektren verwendet [15], welche in der Regel bis zu 10 dB über dem gemittelten Emissionsspektrum liegen. Eine Prognoseunsicherheit von 20 % bewirkt eine Pegelunsicherheit, die deutlich geringer (< 2 dB) ist. Erfahrungsgemäß werden daher die zukünftig zu erwartenden Erschütterungen tendenziell konservativ überschätzt.

7 Prognose der Erschütterungsimmissionen

In den folgenden Tabellen 7.1 bis 7.3 werden die Ergebnisse der Erschütterungsprognosen für die fünf Messpunkte für verschiedene Deckenresonanzfrequenzen möglicher Gebäudeausführungen auf Grundlage des in Kapitel 3 dargestellten Betriebsprogrammes dargestellt und mit den Anhaltswerten der DIN 4150, Teil 2 für Gewerbegebiete verglichen und beurteilt. In Anlage 2 sind die Berechnungen im Detail dargestellt.

Tabelle 7.1: Prognostizierte Erschütterungsimmissionen am Messpunkt 1 (GE-Fläche)

	KB _{FT_r}		A _{r(GE)}		KB _{FT_r} ≤ A _{r(GE)}	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
20 Hz Betondecke	0,033	0,032	0,15	0,1	JA	JA
25 Hz Betondecke	0,024	0,024	0,15	0,1	JA	JA
32 Hz Betondecke	0,018	0,018	0,15	0,1	JA	JA
40 Hz Betondecke	0,017	0,017	0,15	0,1	JA	JA

Tabelle 7.2: Prognostizierte Erschütterungsimmissionen am Messpunkt 2 (GE-Fläche)

	KB _{FT_r}		A _{r(GE)}		KB _{FT_r} ≤ A _{r(GE)}	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
20 Hz Betondecke	0,023	0,021	0,15	0,1	JA	JA
25 Hz Betondecke	0,015	0,014	0,15	0,1	JA	JA
32 Hz Betondecke	0,013	0,013	0,15	0,1	JA	JA
40 Hz Betondecke	0,013	0,012	0,15	0,1	JA	JA

Tabelle 7.3: Prognostizierte Erschütterungsimmissionen am Messpunkt 3 (GE-Fläche)

	KB _{FT_r}		A _{r(GE)}		KB _{FT_r} ≤ A _{r(GE)}	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
20 Hz Betondecke	0,013	0,013	0,15	0,1	JA	JA
25 Hz Betondecke	0,010	0,010	0,15	0,1	JA	JA
32 Hz Betondecke	0,009	0,009	0,15	0,1	JA	JA
40 Hz Betondecke	0,009	0,009	0,15	0,1	JA	JA

Die Erschütterungsprognosen zeigen eine deutliche Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 für Gewerbegebiete zum Tages- und Nachtzeitraum für das gesamte Plangebiet.

8 Berechnung und Beurteilung des sekundären Luftschallpegels

Durch Anwendung des in Kapitel 4.3 erwähnten empirischen Zusammenhangs zwischen auftretendem Schwingschnellepegel und dem Sekundärluftschallpegel können die zu erwartenden sekundären Luftschallimmissionen analog zu der Prognose der auftretenden Erschütterungsimmissionen ermittelt werden.

Aus den Regularien der 24. BImSchV lassen sich mittlere Innenraumpegel von 40 dB(A) (tags) und 30 dB(A) (nachts) als Zumutbarkeitsschwelle ableiten. Hierbei erfolgt keine Unterscheidung hinsichtlich der Gebietsnutzung. In der nachfolgenden Tabelle 8.1 sind die prognostizierten Sekundärluftschallimmissionen für Gebäude in 40 m Entfernung zum Gleis 3 (Messpunkt 2) aufgeführt. Es ist zu beachten, dass der ab 1.1.2014 nicht mehr zu berücksichtigende Schienenbonus von 5 dB(A) für Fernverkehre hier bereits nicht mehr berücksichtigt wurde.

Tabelle 8.1: Prognostizierte sekundären Luftschallimmissionen in Gebäuden **im Abstand von 37 m** zum Gleis 3 (Messpunkt 1)

	L _r [dB(A)]		A _r [dB(A)]		Einhaltung	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
20 Hz Betondecke	22	21	40	30	JA	JA
25 Hz Betondecke	22	22	40	30	JA	JA
32 Hz Betondecke	22	22	40	30	JA	JA
40 Hz Betondecke	23	23	40	30	JA	JA

Den Prognoseberechnungen zufolge ist davon auszugehen, dass die Anforderungen an die sekundären Luftschallimmissionen für schutzbedürftige Räume eingehalten werden.

9 Zusammenfassung

Im Rahmen der Planungen zum Bebauungsplan Nr. 212, Teilplan 1 - Hubertusstraße - „3. Änderung – Ostseite Kurt-Schuhmacher-Allee“ in Recklinghausen ist eine Festsetzung als Gewerbegebiet (GE) vorgesehen. Da das Gebiet direkt an einer Strecke der Deutschen Bahn angrenzt, war die Durchführung einer erschütterungstechnischen Untersuchung notwendig.

Im Rahmen der erschütterungstechnischen Untersuchung wurde eine Ausbreitungsmessung auf dem Plangebiet durchgeführt.

Auf der Grundlage dieser Messungen wurde eine Prognose der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen und sekundären Luftschallimmissionen vorgenommen.

Die Erschütterungsprognosen zeigen eine deutliche Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 für Gewerbegebiete zum Tages- und Nachtzeitraum für das gesamte Plangebiet.

Den Prognoseberechnungen zufolge ist davon auszugehen, dass die Anforderungen an die sekundären Luftschallimmissionen für schutzbedürftige Räume eingehalten werden.

Dieser Bericht besteht aus 19 Seiten und 2 Anlagensätzen.

Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Ing. Mark Bless

i.A. Dipl.-Ing. Oliver Streuber

Erschütterungsmessung

am 08.10.2013

Bebauungsplangebiet Nr. 212, Teilplan 1, 3. Änderung Recklinghausen

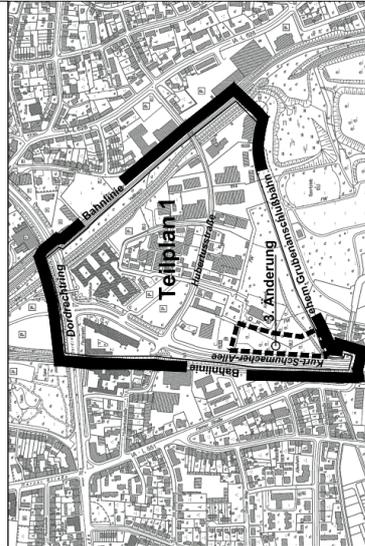


Bebauungsplan

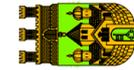
Zeichenerklärung

- Ar der baulichen Nutzung
Gewerbliche Bauflächen
- GE Gewerbegebiete
- Maß der baulichen Nutzung
- GRZ Grundflächenzahl
 - GFZ Geschossflächenzahl
 - H = 16 m zulässige Höhe baulicher Anlagen
- Verkehrsflächen
- Straßenverkehrsflächen
 - Bereiche ohne Anschluss an das Verkehrsnetz
- Flächen für Versorgungsanlagen
- Fernheizwerk
 - Abwasserfläche
- Pflanz- und Erhaltungsgebot
Bäume und Sträucher sind anzupflanzen und zu erhalten (§ 9 Abs. 1 Ziff. 25a und 25b BauGB)
- Umgrenzung von Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege u. zur Entwicklung von Natur u. Landschaft
- Linien und Grenzen
 - Strabengrenzzuglinie und Begrenzung sonstiger Verkehrsflächen
 - Baugrenze
 - Abgrenzung unterschiedlicher Nutzung
 - Grenze des räumlichen Geltungsbereiches der 3. Änderung
 - Sonstige Planzeicheln
- Planbestimmende Maße
- Verlängerungen
 - Maße
 - Breiten
- Bestandsangaben
- Öffentliche Gebäude, Wohngebäude
 - Wirtschaftsgebäude, Industriegebäude

Übersicht zum räumlichen Geltungsbereich



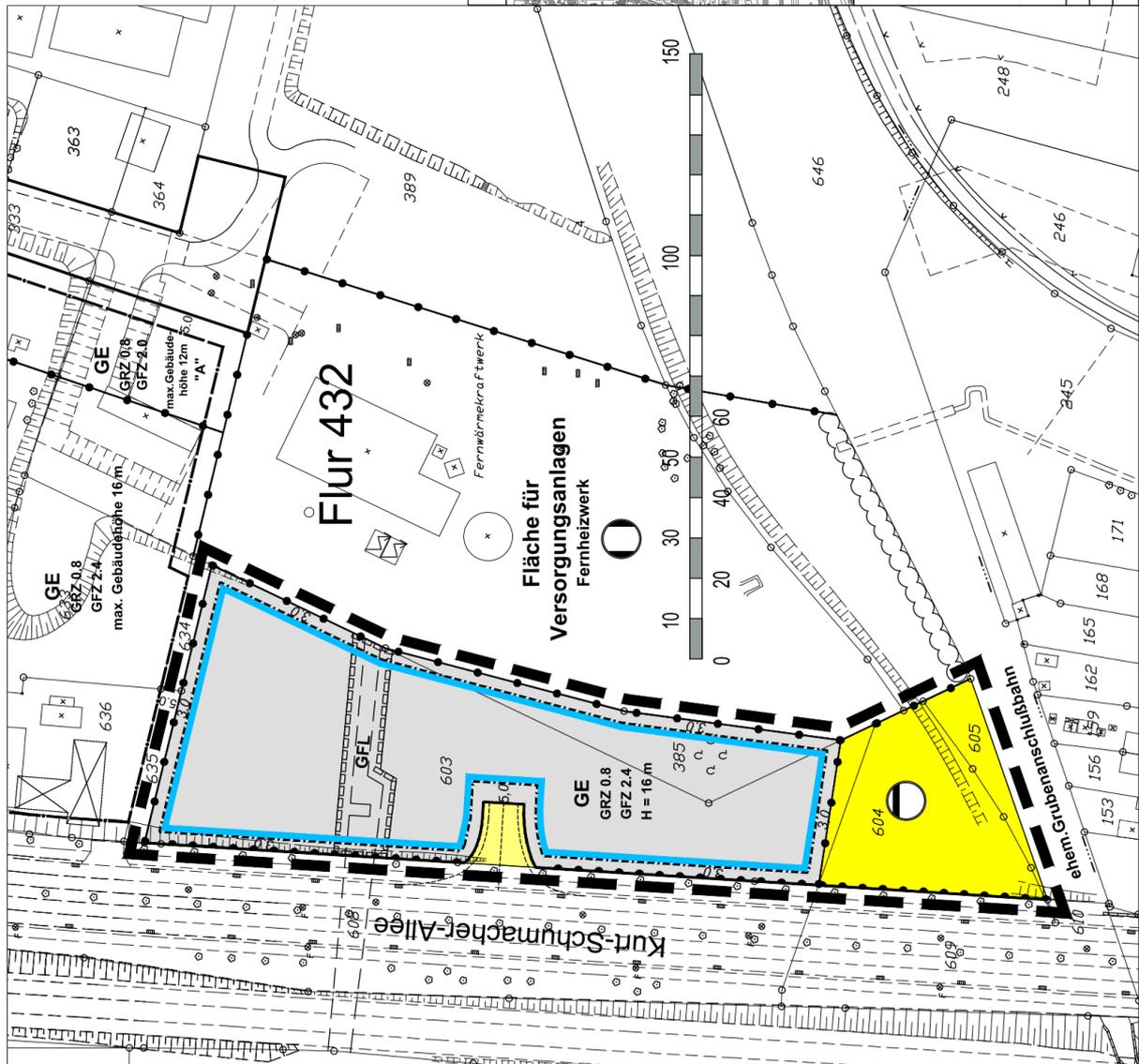
Stadt Recklinghausen Bebauungsplan Nr. 212



Teilplan 1 - Hubertusstraße - - 3. Änderung - Ostseite Kurt-Schumacher-Allee -

für einen Bereich zwischen Kurt-Schumacher-Allee, einer Linie ca. 210 m nördlich der ehem. Grubenanschlußbahn, einer Linie ca. 50 m östlich der Kurt-Schumacher-Allee und der ehem. Grubenanschlußbahn

Maßstab:	1:1000
Bereit.:	Schmidt
Gez.:	Bollinger



Fotodokumentation



Straße / Nr.	Bebauungsplangebiet Nr. 212, Teilplan 1, 3. Änderung
Ort	Recklinghausen
Gebiet (BauNVO)	GE
Gebäudeart	
Nutzung	
Geschosszahl	
Bauart	
Keller	
Deckenart	
Sonstiges	Waldfläche



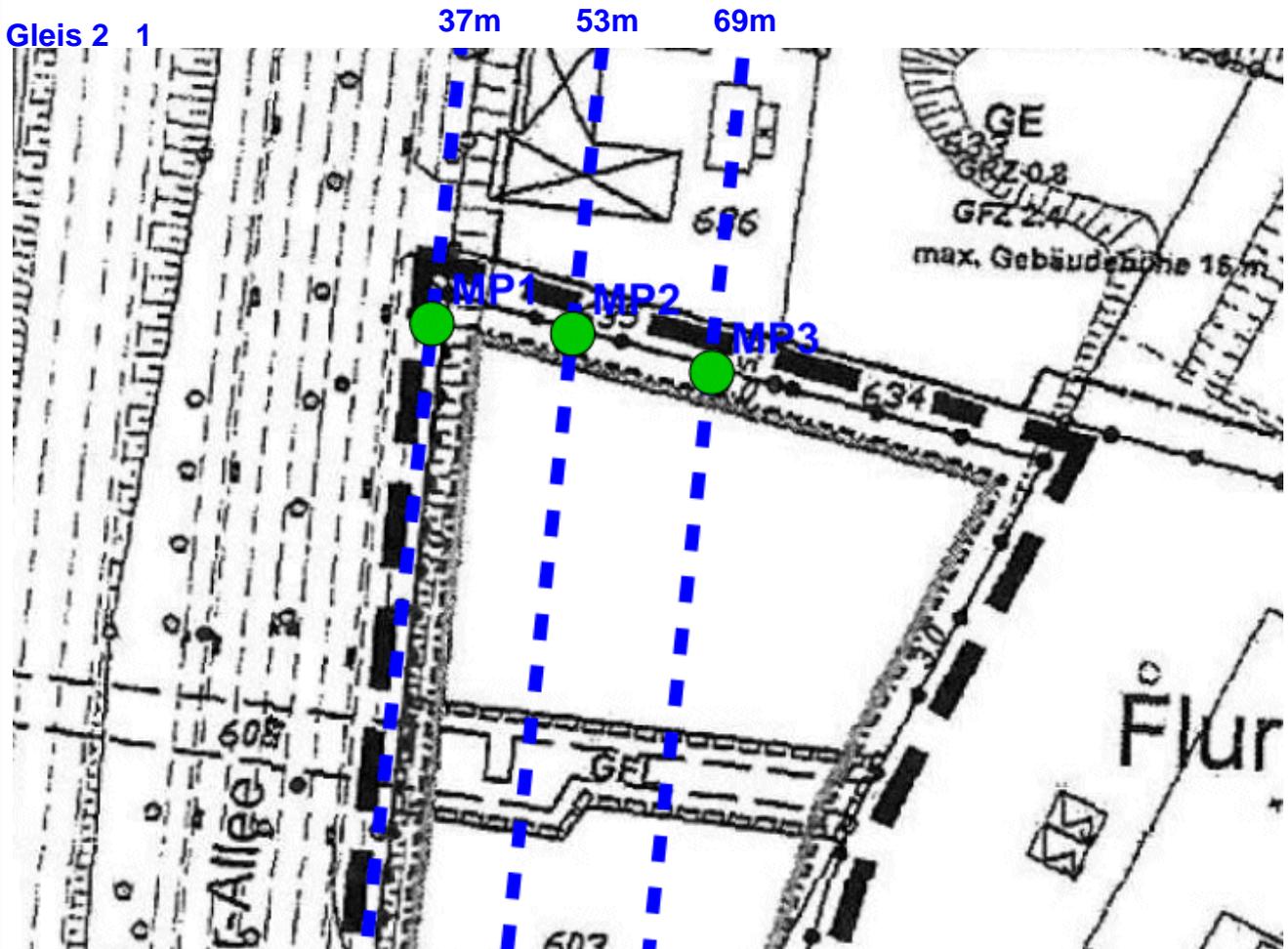
Gleislage

Gleis	Strecke	Lage
1	2200	Ebenerdig bis Troglage
2	2200	Ebenerdig bis Troglage

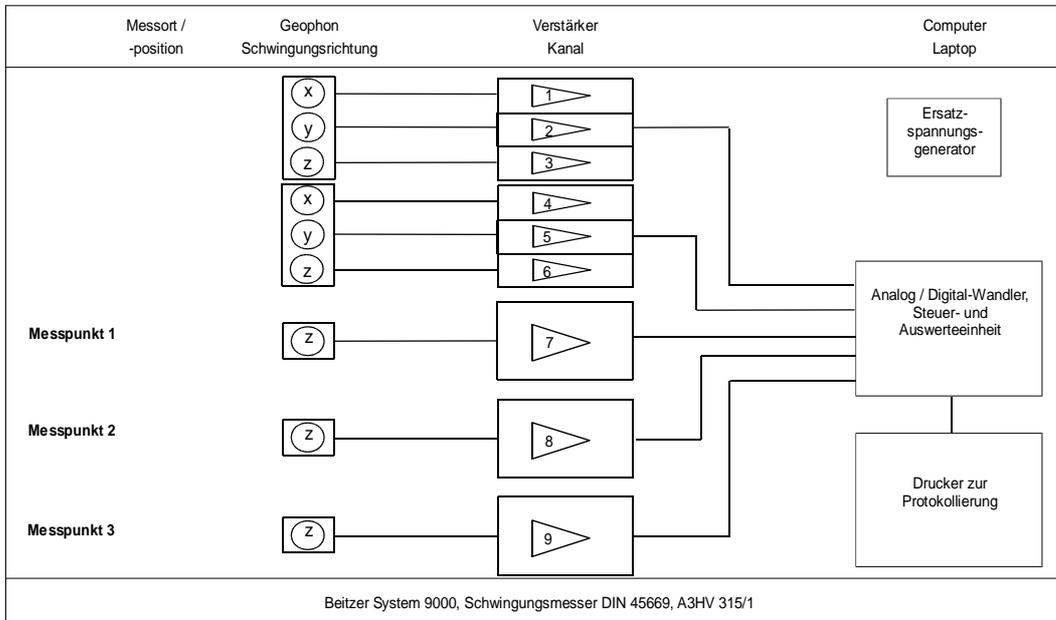
Übersicht über die Messorte

Messpunkt Nr.	Kanäle Messsystem:	Messort	Ankopplung
1	7	37m von Gleis 1	Erdspieß
2	8	53m von Gleis 1	Erdspieß
3	9	69m von Gleis 1	Erdspieß

Lageplan



Messkette



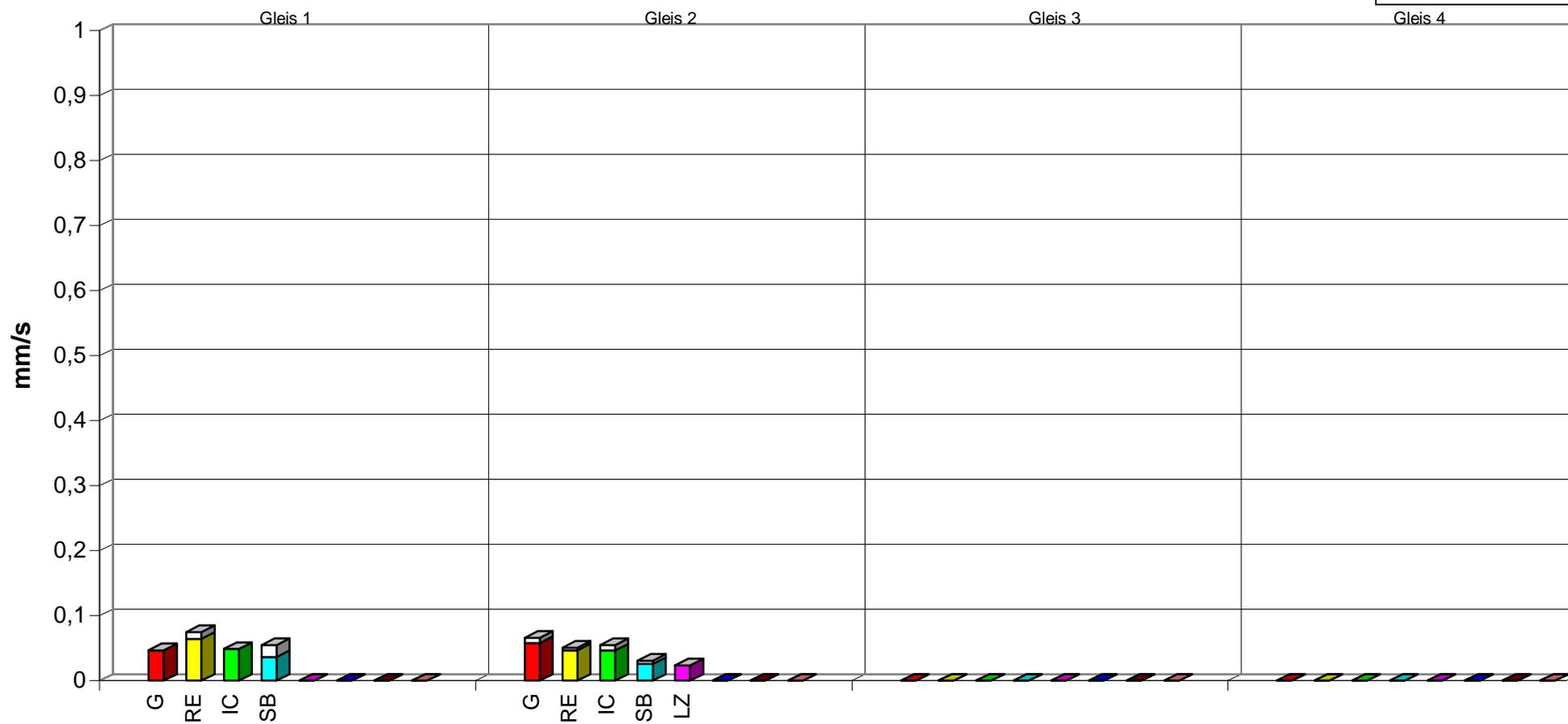
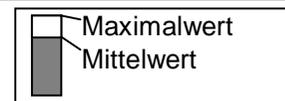
Erschütterungsmessungen in Recklinghausen, Bebauungsplangebiet Nr. 212, am 08.10.2013

Gleis / Abst. Gebäude	Gleis 1							Gleis 2								
	Strecke 2200							Strecke 2200								
Fahrtrichtung																
Kategorie	G	RE	IC	SB	LZ	BZ		G	RE	IC	SB	LZ	BZ			
Anzahl ausgewert. Züge	1	3	1	4	0	0	0	0	2	3	2	7	1	0	0	0
v_max [mm/s] MP1																
Maximalwert	0,05	0,08	0,05	0,06				0,07	0,05	0,06	0,03	0,02				
arithmet. Mittelwert	0,05	0,06	0,05	0,04				0,06	0,05	0,05	0,03	0,02				
Standardabweichung	0%	14%	0%	48%				20%	8%	26%	17%	0%				
v_max [mm/s] MP2																
Maximalwert	0,05	0,06	0,05	0,04				0,05	0,04	0,06	0,03	0,02				
arithmet. Mittelwert	0,05	0,05	0,05	0,02				0,04	0,04	0,05	0,02	0,02				
Standardabweichung	0%	8%	0%	52%				6%	9%	38%	23%	0%				
v_max [mm/s] MP3																
Maximalwert	0,04	0,04	0,03	0,04				0,04	0,03	0,04	0,03	0,01				
arithmet. Mittelwert	0,04	0,04	0,03	0,02				0,04	0,03	0,03	0,02	0,01				
Standardabweichung	0%	4%	0%	75%				20%	9%	35%	35%	0%				

P:\F7299_F_SU+EU_Gewerbliche_Mitte_Recklinghausen_Blumenthal_OS\@_Doku\@_Rap-03_EU_B-Plan_213\7299_F_Rap_03_Anlagen_1.6-1.13.xls\Daten1

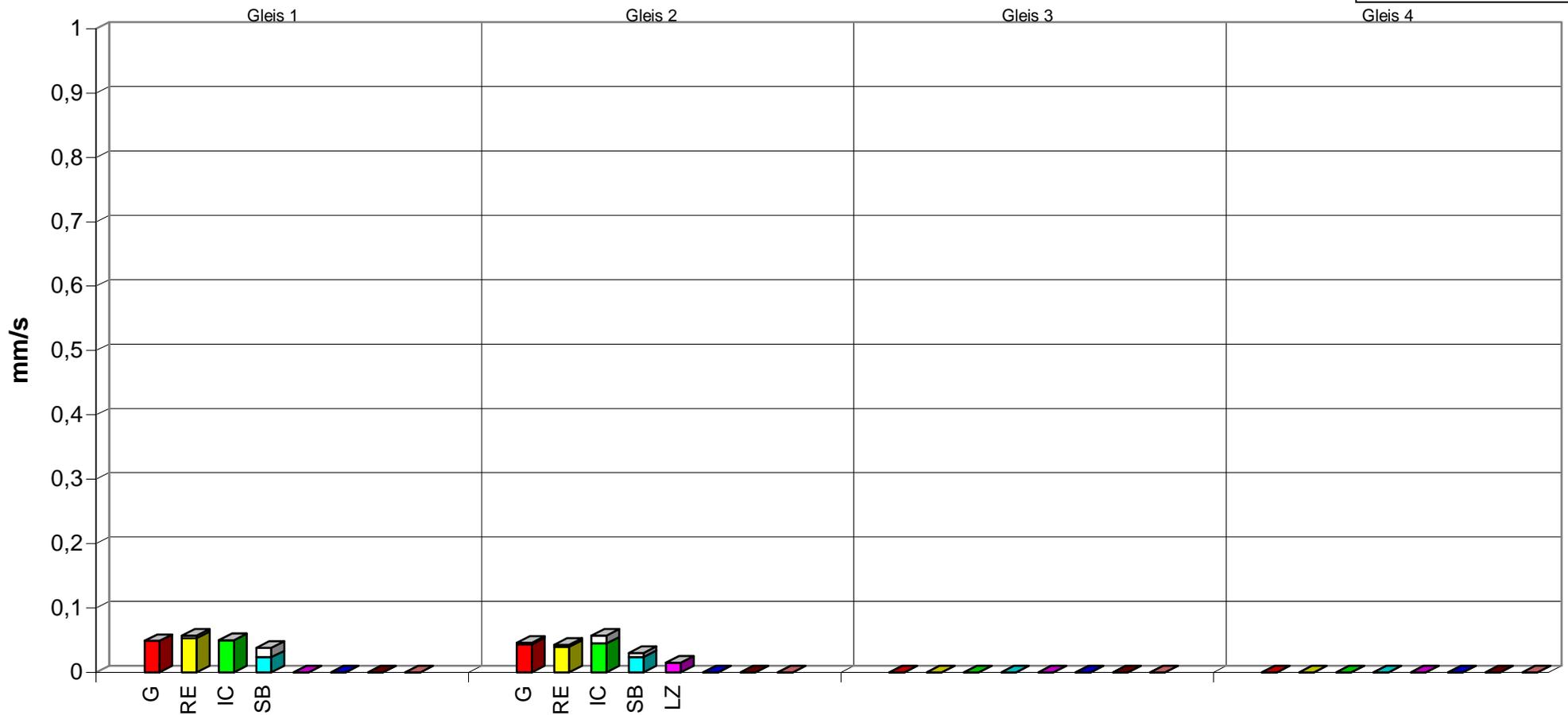
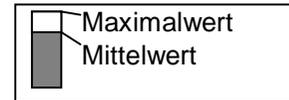
Erschütterungsmessungen in Recklinghausen, Bebauungsplangebiet Nr. 212, am 08.10.2013

v_max, MP1



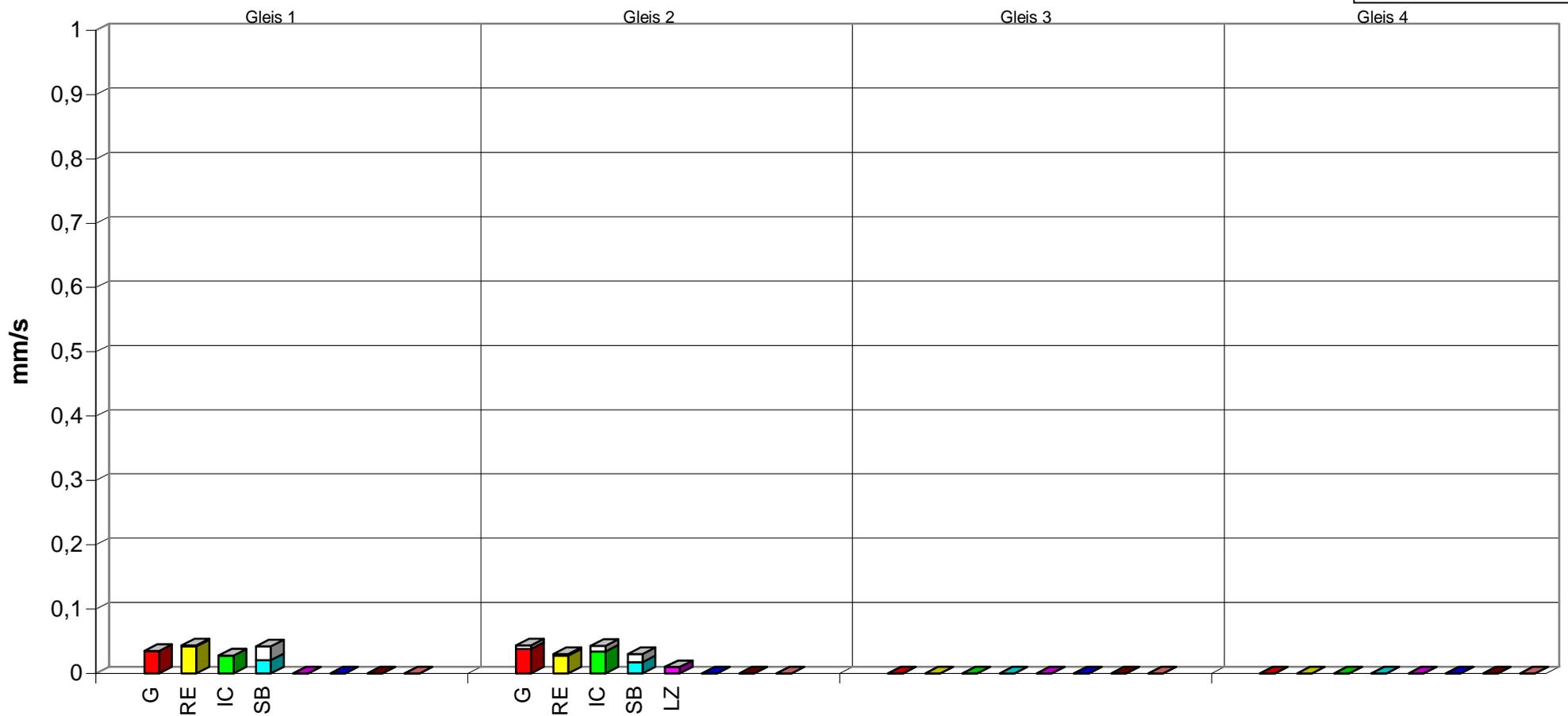
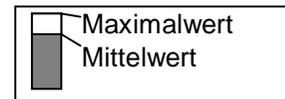
Erschütterungsmessungen in Recklinghausen, Bebauungsplangebiet Nr. 212, am 08.10.2013

v_max, MP2

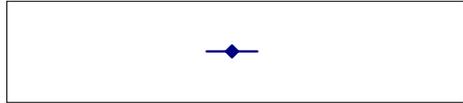
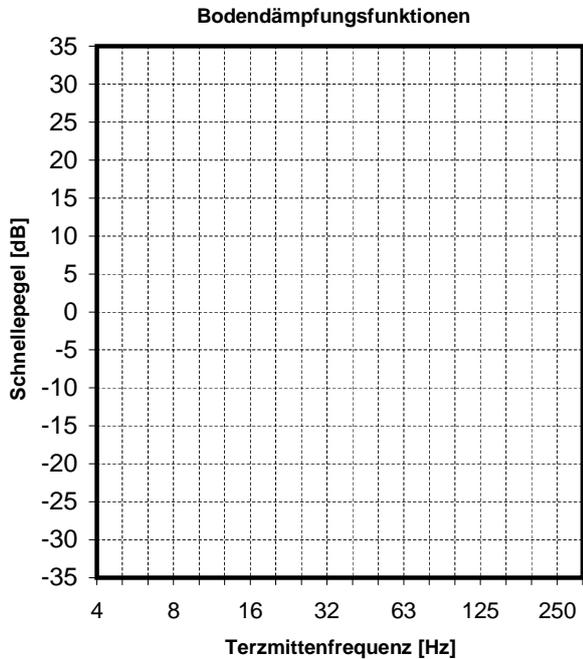
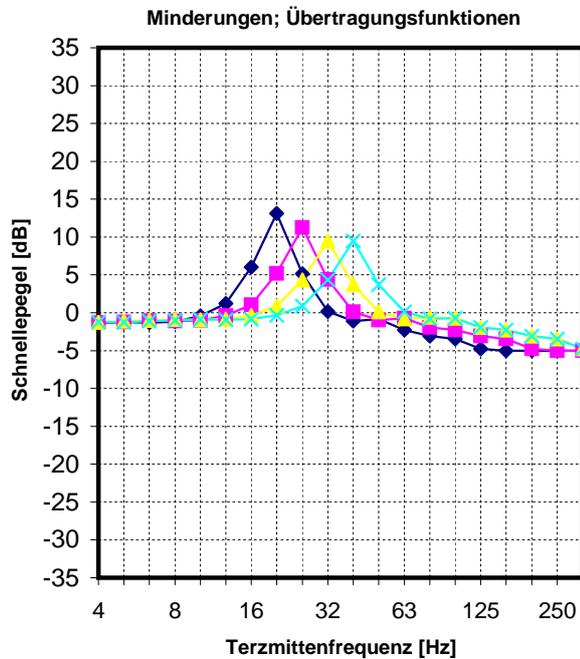
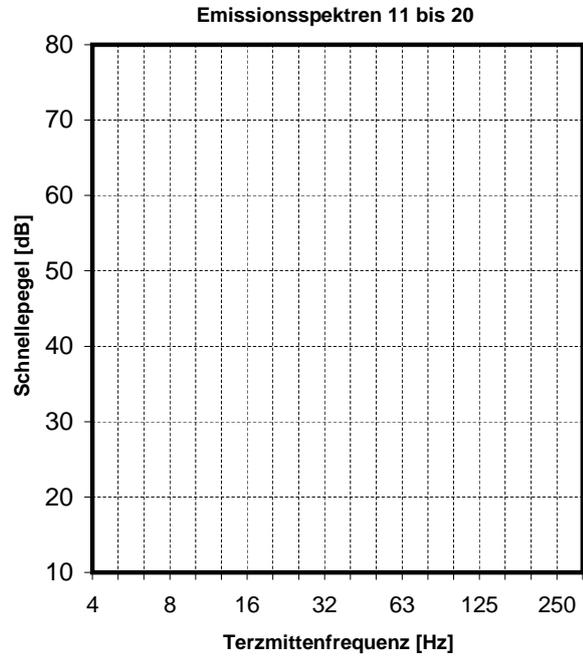
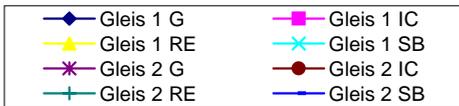
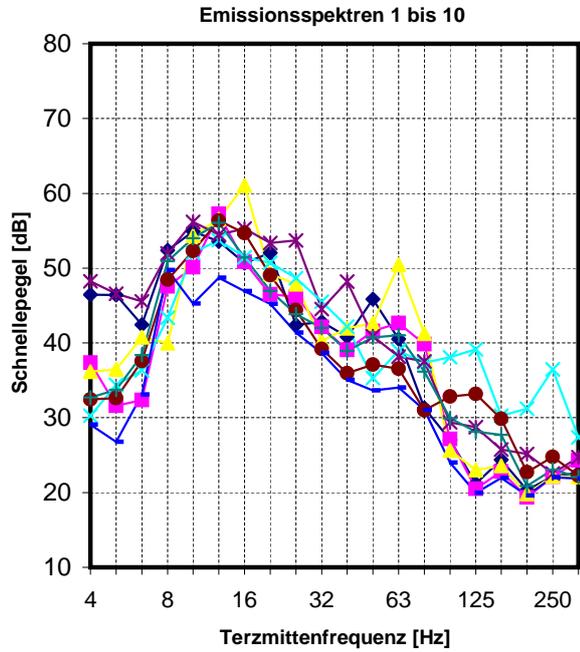


Erschütterungsmessungen in Recklinghausen, Bebauungsplangebiet Nr. 212, am 08.10.2013

v_max, MP3



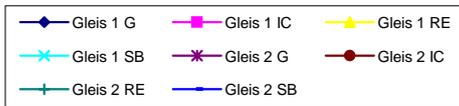
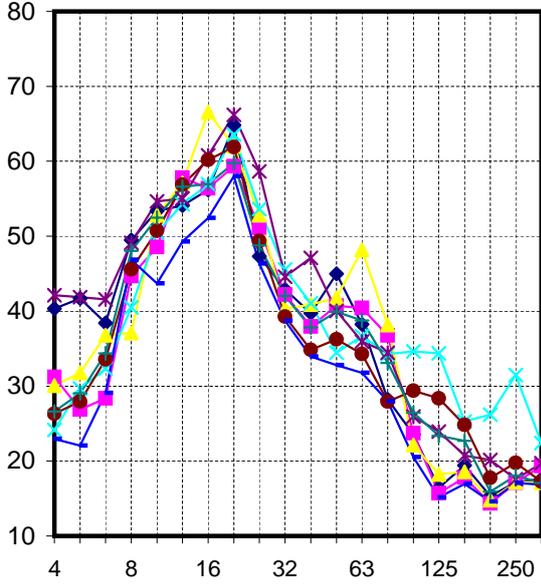
Eingangsdaten zur Prognose MP1; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen



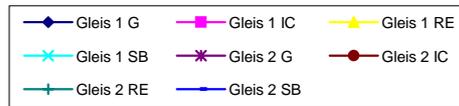
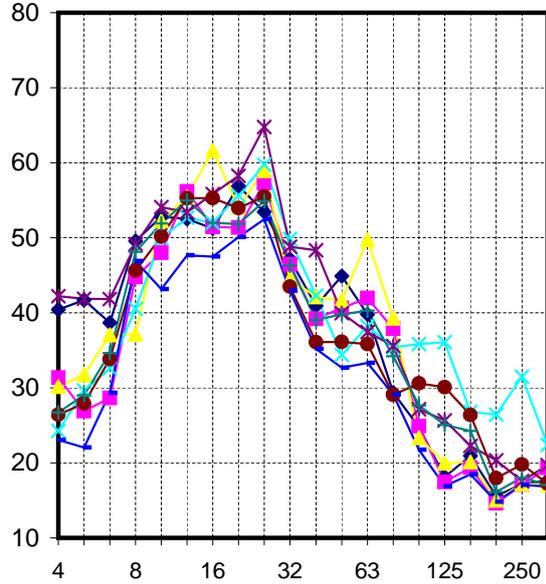
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose MP1; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen

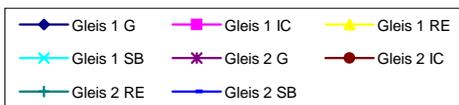
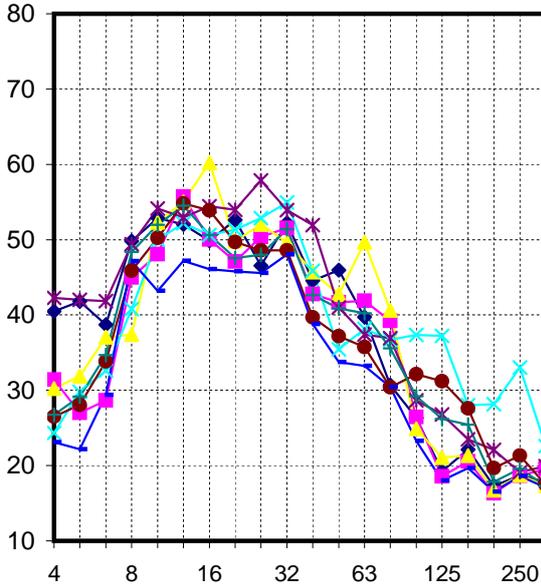
Immissionsspektren MP1 - 20 Hz



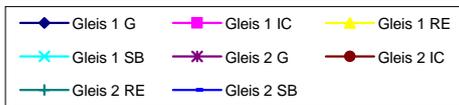
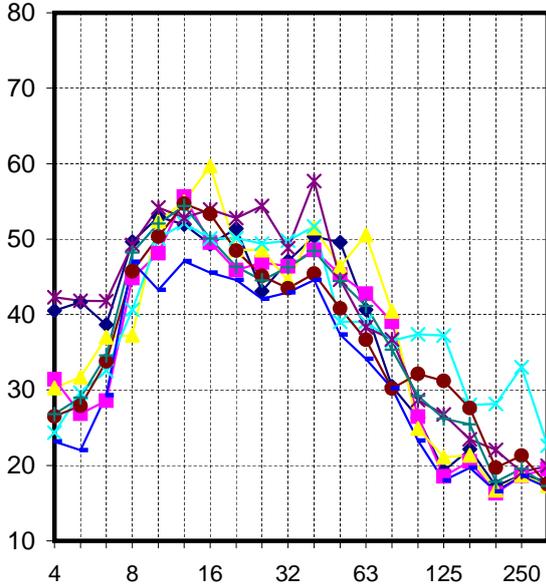
Immissionsspektren MP1 - 25 Hz



Immissionsspektren MP1 - 32 Hz



Immissionsspektren MP1 - 40 Hz



alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Berechnung der Immissionen für MP1; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen

Frequenz [Hz]	4		8		16		32		63		125		250		Anzahl Ereignisse Tag Nacht								
Emissionsspektren																							
Gleis 1 G	42,3	46,4	46,4	42,4	52,4	54,9	53,6	50,7	52,0	42,4	42,8	40,8	45,8	40,5	31,3	27,0	21,2	24,4	20,3	22,2	22,6	21	16
Gleis 1 IC	25,0	37,3	31,6	32,4	47,6	50,1	57,2	50,9	46,5	46,2	42,2	39,1	41,6	42,7	39,8	27,2	20,5	22,8	19,4	22,1	24,3	11	3
Gleis 1 RE	23,8	36,2	36,5	40,8	40,0	54,4	56,6	61,0	49,2	47,9	40,2	42,0	42,6	50,5	41,2	25,6	23,0	23,6	19,8	22,2	22,1	16	2
Gleis 1 SB	27,6	30,3	34,4	36,3	43,4	52,0	53,7	51,4	50,7	48,7	45,5	42,2	35,3	38,9	37,3	38,1	39,2	30,3	31,2	36,5	27,4	38	6
Gleis 2 G	40,8	48,2	46,6	45,6	52,0	56,2	54,5	55,3	53,4	53,7	44,5	48,2	40,9	38,2	37,5	29,4	28,7	25,7	25,1	22,6	24,7	21	15
Gleis 2 IC	29,3	32,4	32,6	37,6	48,4	52,3	56,3	54,7	49,1	44,4	39,2	35,9	37,1	36,5	31,0	32,8	33,2	29,8	22,7	24,8	22,2	10	2
Gleis 2 RE	26,3	32,7	33,7	38,4	50,9	54,0	56,1	51,4	47,0	43,8	42,0	38,9	40,7	41,0	36,2	29,9	28,1	27,7	20,9	23,0	22,1	16	2
Gleis 2 SB	19,1	29,1	26,8	33,1	49,7	45,2	48,7	46,9	45,2	41,4	38,6	35,1	33,6	34,0	31,0	24,0	19,9	21,9	19,6	22,1	21,9	38	6
Übertragungsfunktionen																							
Beton 20 Hz	-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Beton 25 Hz	-1,5	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0		
Beton 32 Hz	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Beton 40 Hz	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Immissionsspektren																							
															KB _{FTM} :	L _{max} (dB(A))							
Gleis 1 G																							
MP1 - 20 Hz	40,9	45,0	45,2	41,1	51,2	54,5	54,8	56,7	65,1	47,5	43,0	39,7	45,0	38,3	28,2	23,6	16,4	19,4	15,3	17,2	17,6	0,10	32,1
MP1 - 25 Hz	40,8	45,1	45,2	41,4	51,3	53,9	53,2	51,8	57,2	53,6	47,2	41,0	44,9	39,8	29,3	24,8	18,1	20,9	15,6	17,2	17,6	0,06	32,0
MP1 - 32 Hz	41,1	45,2	45,3	41,4	51,5	54,0	52,7	50,4	52,9	46,7	52,3	44,5	45,9	39,7	30,7	26,3	19,3	22,1	17,3	18,7	17,9	0,05	32,4
MP1 - 40 Hz	40,7	45,2	45,1	41,3	51,4	54,1	52,6	49,8	51,7	43,3	47,2	50,3	49,6	40,6	30,5	26,3	19,3	22,1	17,3	18,7	17,9	0,05	33,2
Gleis 1 IC																							
MP1 - 20 Hz	23,5	35,9	30,4	31,1	46,4	49,7	58,5	56,9	59,6	51,3	42,3	38,0	40,7	40,4	36,8	23,7	15,7	17,8	14,4	17,1	19,3	0,07	32,0
MP1 - 25 Hz	23,5	36,0	30,4	31,3	46,4	49,1	56,9	51,9	51,7	57,5	46,6	39,2	40,6	41,9	37,9	24,9	17,4	19,3	14,6	17,1	19,3	0,06	32,5
MP1 - 32 Hz	23,7	36,1	30,5	31,4	46,7	49,2	56,4	50,5	47,4	50,6	51,7	42,8	41,7	41,9	39,2	26,5	18,6	20,6	16,3	18,7	19,5	0,05	32,8
MP1 - 40 Hz	23,3	36,1	30,4	31,3	46,5	49,2	56,3	50,0	46,2	47,1	46,5	48,6	45,3	42,8	39,0	26,5	18,6	20,6	16,3	18,7	19,5	0,05	33,1
Gleis 1 RE																							
MP1 - 20 Hz	22,4	34,8	35,3	39,5	38,8	53,9	57,8	67,1	62,3	53,0	40,4	40,9	41,8	48,2	38,2	22,1	18,2	18,6	14,8	17,2	17,1	0,13	33,7
MP1 - 25 Hz	22,3	34,9	35,3	39,7	38,9	53,4	56,2	62,1	54,4	59,1	44,6	42,1	41,7	49,7	39,3	23,3	20,0	20,1	15,0	17,2	17,1	0,09	34,3
MP1 - 32 Hz	22,6	34,9	35,4	39,8	39,1	53,4	55,7	60,7	50,1	52,2	49,7	45,7	42,7	49,7	40,6	24,9	21,1	21,3	16,7	18,7	17,3	0,07	34,4
MP1 - 40 Hz	22,2	35,0	35,2	39,7	39,0	53,5	55,6	60,2	48,9	48,8	44,6	51,5	46,3	50,6	40,4	24,9	21,1	21,3	16,7	18,7	17,3	0,07	34,8
Gleis 1 SB																							
MP1 - 20 Hz	26,2	28,9	33,2	35,0	42,2	51,6	55,0	57,5	63,9	53,8	45,7	41,1	34,5	36,7	34,3	34,6	34,4	25,3	26,2	31,5	22,4	0,09	29,1
MP1 - 25 Hz	26,1	29,0	33,2	35,3	42,2	51,0	53,4	52,5	55,9	59,9	49,9	42,3	34,4	38,2	35,4	35,8	36,1	26,3	26,4	31,5	22,4	0,07	29,5
MP1 - 32 Hz	26,4	29,0	33,3	35,3	42,5	51,1	52,9	51,1	51,6	53,0	55,0	45,9	35,4	38,1	36,7	37,4	37,2	28,0	28,1	33,0	22,6	0,05	30,3
MP1 - 40 Hz	25,9	29,0	33,1	35,2	42,3	51,2	52,8	50,6	50,4	49,6	49,9	51,7	39,0	39,1	36,5	37,4	37,2	28,0	28,1	33,0	22,6	0,05	30,3
Gleis 2 G																							
MP1 - 20 Hz	39,3	46,8	45,4	44,3	50,8	55,7	55,7	61,3	66,5	58,8	44,7	47,1	40,1	35,9	34,5	25,9	23,9	20,7	20,1	17,6	19,7	0,13	32,9
MP1 - 25 Hz	39,3	46,9	45,4	44,5	50,9	55,2	54,1	56,3	58,6	65,0	48,9	48,3	39,9	37,5	35,6	27,1	25,7	22,3	20,4	17,6	19,7	0,11	33,5
MP1 - 32 Hz	39,5	47,0	45,5	44,5	51,1	55,2	53,6	55,0	54,3	58,1	54,0	51,9	41,0	37,4	36,9	28,7	26,8	23,5	22,1	19,1	19,9	0,07	33,4
MP1 - 40 Hz	39,1	47,0	45,3	44,5	50,9	55,3	53,5	54,4	53,1	54,6	48,9	57,7	44,6	38,3	36,7	28,7	26,8	23,5	22,1	19,1	19,9	0,07	34,3
Gleis 2 IC																							
MP1 - 20 Hz	27,9	31,0	31,4	36,3	47,3	51,9	57,6	60,7	62,2	49,5	39,4	34,8	36,2	34,3	27,9	29,4	28,4	24,8	17,7	19,8	17,2	0,09	31,9
MP1 - 25 Hz	27,8	31,1	31,4	36,5	47,3	51,3	56,0	55,8	54,2	55,7	43,6	36,1	36,1	35,8	29,0	30,6	30,1	26,4	18,0	19,8	17,2	0,06	32,2
MP1 - 32 Hz	28,1	31,2	31,5	36,5	47,6	51,4	55,5	54,4	50,0	48,8	48,7	39,7	37,2	35,7	30,4	32,1	31,2	27,6	19,7	21,3	17,5	0,05	32,6
MP1 - 40 Hz	27,7	31,2	31,4	36,5	47,4	51,4	55,4	53,8	48,8	45,3	43,6	45,4	40,8	36,6	30,2	32,1	31,2	27,6	19,7	21,3	17,5	0,05	32,7
Gleis 2 RE																							
MP1 - 20 Hz	24,9	31,3	32,5	37,1	49,8	53,6	57,3	57,4	60,1	49,0	42,1	37,8	39,9	38,8	33,1	26,5	23,4	22,7	15,9	18,0	17,1	0,08	31,7
MP1 - 25 Hz	24,8	31,4	32,5	37,3	49,8	53,0	55,7	52,5	52,1	55,1	46,4	39,1	39,8	40,3	34,2	27,7	25,1	24,2	16,1	18,0	17,1	0,06	32,1
MP1 - 32 Hz	25,1	31,5	32,7	37,4	50,1	53,1	55,2	51,1	47,9	48,2	51,5	42,7	40,8	40,2	35,5	29,2	26,2	25,5	17,8	19,6	17,3	0,05	32,5
MP1 - 40 Hz	24,7	31,5	32,5	37,3	49,9	53,2	55,1	50,6	46,6	44,7	46,4	48,4	44,5	41,1	35,4	29,2	26,2	25,5	17,8	19,6	17,3	0,05	32,8
Gleis 2 SB																							
MP1 - 20 Hz	17,7	27,7	25,6	31,8	48,5	44,8	50,0	52,9	58,3	46,5	38,8	34,0	32,8	31,8	28,0	20,5	15,2	16,9	14,6	17,1	16,9	0,05	22,8
MP1 - 25 Hz	17,6	27,8	25,6	32,0	48,6	44,2	48,4	48,0	50,4	52,7	43,0	35,2	32,7	33,3	29,1	21,7	16,9	18,5	14,8	17,1	16,9	0,04	23,1
MP1 - 32 Hz	17,8	27,8	25,7	32,1	48,8	44,3	47,9	46,6	46,1	45,8	48,1	38,8	33,7	33,2	30,4	23,3	18,0	19,7	16,5	18,6	17,1	0,03	23,6
MP1 - 40 Hz	17,4	27,8	25,5	32,0	48,7	44,4	47,8	46,1	44,9	42,3	43,0	44,6	37,3	34,1	30,2	23,3	18,0	19,7	16,5	18,6	17,1	0,03	23,8

(Max-Hold, Fast)
alle Spektren [dB], re 5*10⁻⁵ mm/s

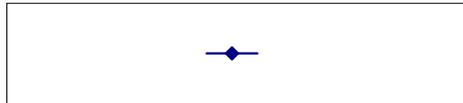
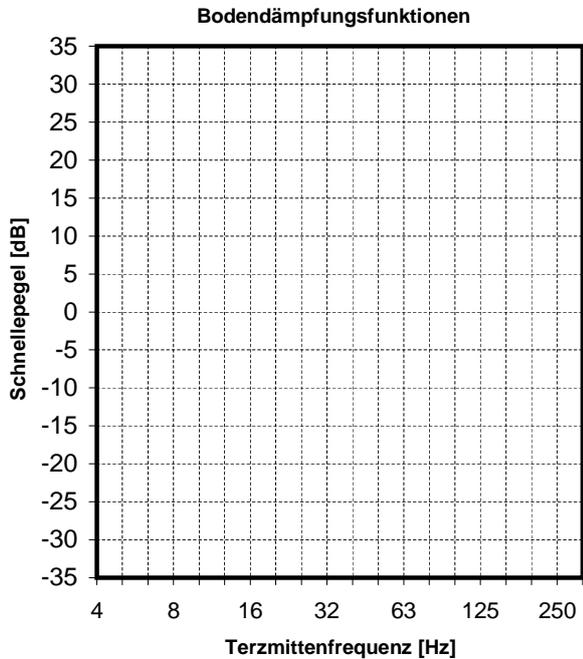
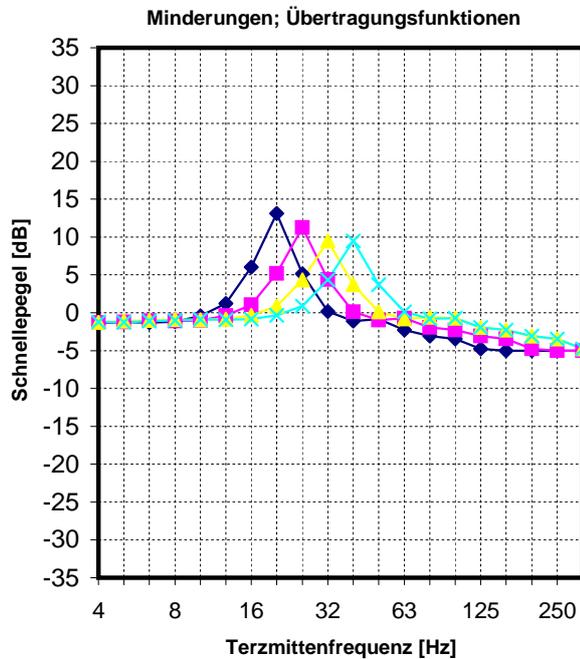
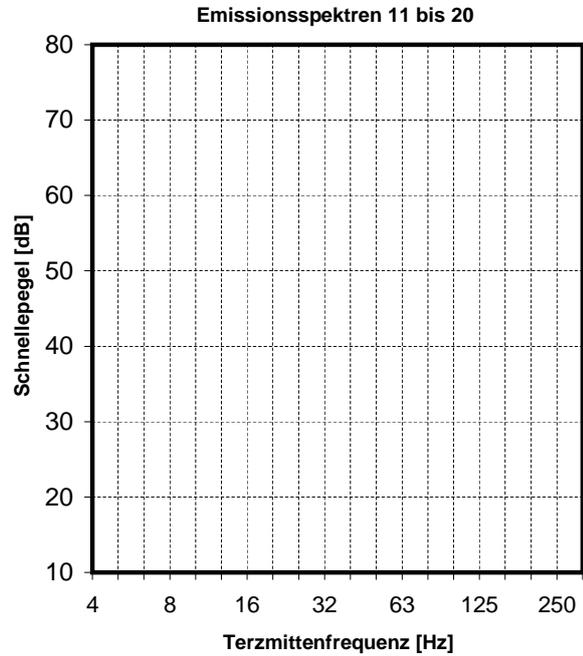
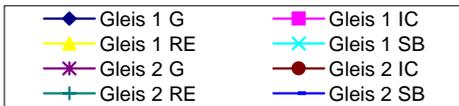
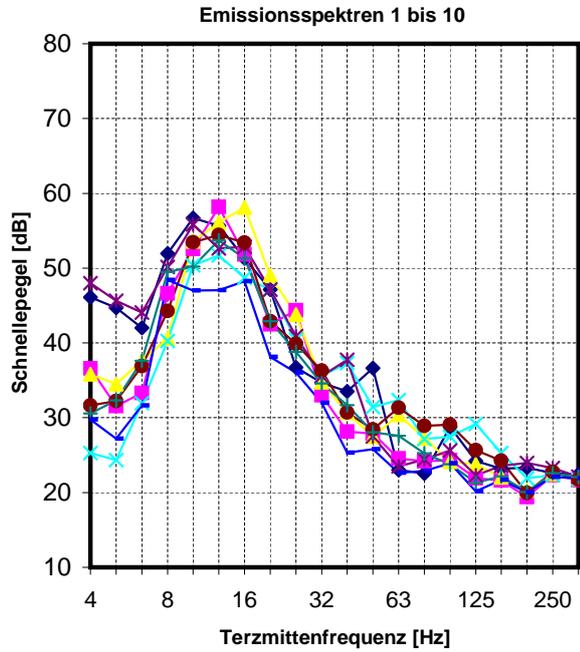
KB _{FTM} :	MP1 - 20 Hz		MP1 - 25 Hz		MP1 - 32 Hz		MP1 - 40 Hz	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	0,033	0,032	0,024	0,024	0,018	0,018	0,017	0,017

Zur Berechnung von KB_{FTM} bzw. KB_{FT} werden die Spektren laut DIN 4150 bis maximal 80 Hz herangezogen.

L _r (dB(A)):	MP1 - 20 Hz		MP1 - 25 Hz		MP1 - 32 Hz		MP1 - 40 Hz	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	21,7	21,4	22,1	21,7	22,3	21,9	22,9	22,6

Bei dem berechneten Beurteilungspegel L_r für den Sekundärluftschall handelt es sich um den physikalischen Pegel OHNE 5 dB Schienenbonus.

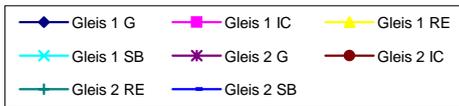
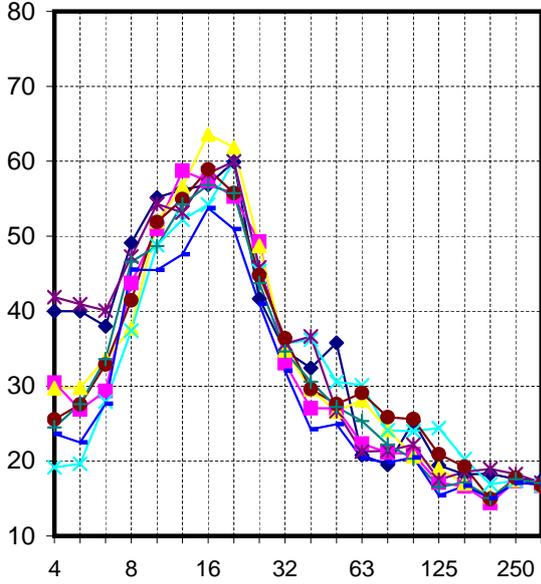
Eingangsdaten zur Prognose MP2; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen



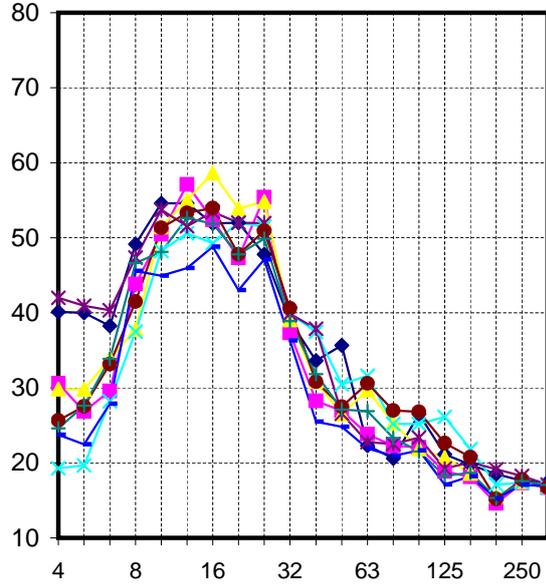
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose MP2; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen

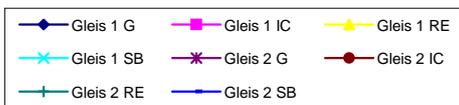
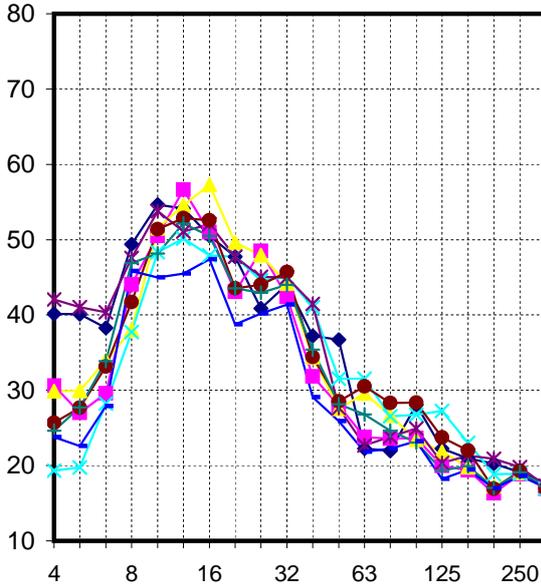
Immissionsspektren MP2 - 20 Hz



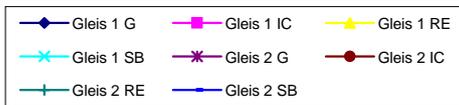
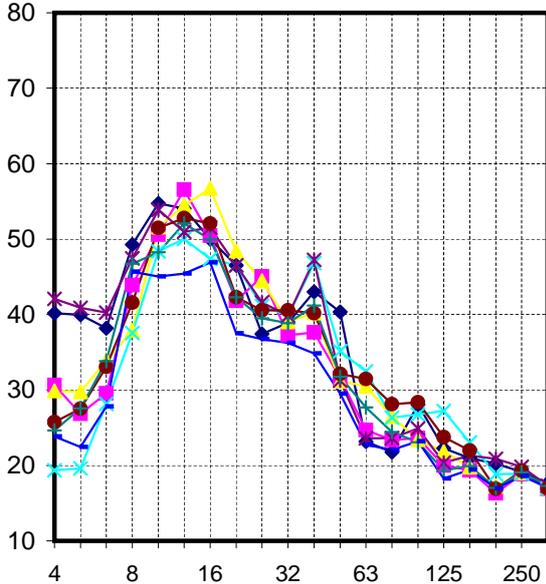
Immissionsspektren MP2 - 25 Hz



Immissionsspektren MP2 - 32 Hz



Immissionsspektren MP2 - 40 Hz



alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Berechnung der Immissionen für MP2; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen

Frequenz [Hz]	4		8		16		32		63		125		250		Anzahl Ereignisse								
	Tag	Nacht	Tag	Nacht																			
Emissionsspektren																							
Gleis 1 G	41,6	46,1	44,7	42,0	52,0	56,7	55,7	51,3	47,1	36,7	34,7	33,5	36,6	23,0	22,6	28,8	24,2	23,2	23,3	22,6	22,5	21	16
Gleis 1 IC	24,0	36,6	31,6	33,3	46,6	52,5	58,2	51,8	42,5	44,3	33,0	28,1	27,9	24,6	24,2	24,4	21,9	21,6	19,4	22,3	21,7	11	3
Gleis 1 RE	23,5	35,8	34,5	37,7	40,6	53,6	56,1	58,1	49,0	43,8	34,8	30,7	27,4	30,4	27,3	24,1	23,8	22,0	20,3	22,5	21,9	16	2
Gleis 1 SB	20,5	25,3	24,4	31,9	40,3	50,4	51,7	48,7	47,1	40,4	35,6	37,3	31,4	32,4	27,1	27,5	29,2	25,3	21,9	22,4	21,7	38	6
Gleis 2 G	39,8	48,0	45,6	44,1	50,2	55,9	52,6	52,9	47,1	40,9	35,6	37,7	27,5	23,5	24,4	25,6	22,3	23,6	23,9	23,3	22,1	21	15
Gleis 2 IC	24,7	31,7	32,3	36,9	44,3	53,4	54,4	53,4	42,9	39,9	36,3	30,7	28,4	31,3	28,9	29,1	25,7	24,3	20,0	22,8	21,7	10	2
Gleis 2 RE	25,2	30,6	32,3	37,6	49,5	50,2	53,7	51,3	42,9	38,8	34,6	31,7	28,0	27,6	25,2	23,8	21,3	22,2	20,1	22,6	22,1	16	2
Gleis 2 SB	18,0	29,7	27,2	31,6	48,4	47,0	47,0	48,2	38,1	36,0	32,0	25,3	25,8	22,6	22,9	23,9	20,2	21,7	20,0	22,1	21,9	38	6
Übertragungsfunktionen																							
Beton 20 Hz	-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Beton 25 Hz	-1,5	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0		
Beton 32 Hz	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Beton 40 Hz	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Immissionsspektren																							
															KB _{FTm} :	L _{max} (dB(A))							
Gleis 1 G																							
MP2 - 20 Hz	40,1	44,7	43,5	40,7	50,8	56,2	56,9	57,4	60,2	41,8	34,8	32,4	35,8	20,8	19,5	25,3	19,4	18,2	18,3	17,6	17,5	0,08	30,4
MP2 - 25 Hz	40,1	44,8	43,5	41,0	50,9	55,7	55,3	52,4	52,3	48,0	39,1	33,6	35,7	22,3	20,6	26,5	21,1	19,7	18,5	17,6	17,5	0,05	30,3
MP2 - 32 Hz	40,3	44,9	43,6	41,0	51,1	55,7	54,8	51,0	48,0	41,1	44,2	37,2	36,7	22,2	21,9	28,1	22,3	20,9	20,2	19,1	17,7	0,05	30,8
MP2 - 40 Hz	39,9	44,9	43,5	40,9	51,0	55,8	54,7	50,5	46,8	37,6	39,0	43,0	40,3	23,1	21,8	28,1	22,3	20,9	20,2	19,1	17,7	0,05	31,0
Gleis 1 IC																							
MP2 - 20 Hz	22,6	35,2	30,4	32,0	45,5	52,1	59,4	57,8	55,6	49,5	33,2	27,0	27,0	22,3	21,1	20,9	17,1	16,6	14,4	17,3	16,7	0,07	29,6
MP2 - 25 Hz	22,5	35,3	30,4	32,3	45,5	51,5	57,8	52,9	47,6	55,6	37,4	28,3	26,9	23,8	22,2	22,1	18,8	18,1	14,6	17,3	16,7	0,06	30,0
MP2 - 32 Hz	22,8	35,3	30,5	32,3	45,8	51,6	57,4	51,5	43,4	48,7	42,5	31,8	28,0	23,8	23,6	23,6	20,0	19,4	16,3	18,8	16,9	0,05	30,0
MP2 - 40 Hz	22,4	35,4	30,3	32,2	45,6	51,7	57,3	51,0	42,1	45,2	37,4	37,6	31,6	24,7	23,4	23,6	20,0	19,4	16,3	18,8	16,9	0,04	30,0
Gleis 1 RE																							
MP2 - 20 Hz	22,1	34,4	33,3	36,4	39,4	53,1	57,3	64,1	62,1	48,9	34,9	29,6	26,6	28,1	24,2	20,7	19,0	17,0	15,3	17,5	16,9	0,11	30,5
MP2 - 25 Hz	22,0	34,5	33,3	36,6	39,5	52,6	55,7	59,2	54,2	55,0	39,2	30,8	26,5	29,7	25,3	21,9	20,7	18,6	15,5	17,5	16,9	0,07	30,3
MP2 - 32 Hz	22,3	34,6	33,4	36,6	39,7	52,6	55,3	57,8	49,9	48,1	44,3	34,4	27,6	29,6	26,7	23,4	21,8	19,8	17,2	19,0	17,1	0,05	30,4
MP2 - 40 Hz	21,9	34,6	33,3	36,6	39,6	52,7	55,2	57,2	48,7	44,7	39,1	40,2	31,2	30,5	26,5	23,4	21,8	19,8	17,2	19,0	17,1	0,05	30,4
Gleis 1 SB																							
MP2 - 20 Hz	19,1	23,9	23,1	30,6	39,1	49,9	52,9	54,7	60,3	45,6	35,8	36,2	30,6	30,1	24,1	24,0	24,4	20,3	16,9	17,4	16,7	0,06	23,4
MP2 - 25 Hz	19,0	24,0	23,1	30,9	39,2	49,4	51,7	49,8	52,3	51,7	40,0	37,4	30,5	31,6	25,2	25,2	26,1	21,8	17,1	17,4	16,7	0,04	23,6
MP2 - 32 Hz	19,3	24,0	23,3	30,9	39,4	49,4	50,8	48,4	48,0	44,8	45,1	41,0	31,5	31,6	26,5	26,7	27,2	23,0	18,8	18,9	16,9	0,03	24,2
MP2 - 40 Hz	18,9	24,1	23,1	30,8	39,3	49,5	50,7	47,9	46,8	41,3	40,0	46,8	35,2	32,5	26,3	26,7	27,2	23,0	18,8	18,9	16,9	0,03	24,6
Gleis 2 G																							
MP2 - 20 Hz	38,4	46,6	44,4	42,8	49,0	55,4	53,9	58,9	60,3	46,0	35,7	36,6	26,7	21,2	21,4	22,2	17,5	18,6	18,9	18,3	17,1	0,08	30,3
MP2 - 25 Hz	38,3	46,7	44,4	43,0	49,0	54,9	52,2	53,9	52,3	52,2	40,0	37,9	26,6	22,8	22,5	23,4	19,2	20,1	19,2	18,3	17,1	0,05	30,3
MP2 - 32 Hz	38,6	46,7	44,5	43,0	49,3	54,9	51,8	52,5	48,0	45,3	45,1	41,5	27,6	22,7	23,8	24,9	20,3	21,3	20,9	19,8	17,3	0,04	30,7
MP2 - 40 Hz	38,2	46,8	44,4	43,0	49,1	55,0	51,7	52,0	46,8	41,8	39,9	47,2	31,2	23,6	23,6	24,9	20,3	21,3	20,9	19,8	17,3	0,04	31,0
Gleis 2 IC																							
MP2 - 20 Hz	23,3	30,2	31,0	35,6	43,1	53,0	55,7	59,4	56,0	45,0	36,5	29,6	27,6	29,1	25,8	25,6	20,9	19,3	15,0	17,8	16,7	0,06	30,1
MP2 - 25 Hz	23,2	30,4	31,0	35,8	43,2	52,4	54,0	54,5	48,1	51,1	40,7	30,8	27,5	30,6	27,0	26,8	22,6	20,8	15,2	17,8	16,7	0,05	30,4
MP2 - 32 Hz	23,5	30,4	31,2	35,9	43,4	52,5	53,6	53,1	43,8	44,2	45,8	34,4	28,5	30,5	28,3	28,4	23,7	22,0	16,9	19,3	17,0	0,04	30,8
MP2 - 40 Hz	23,1	30,4	31,0	35,8	43,3	52,6	53,5	52,6	42,6	40,8	40,7	40,2	32,1	31,4	28,1	28,4	23,7	22,0	16,9	19,3	17,0	0,04	30,8
Gleis 2 RE																							
MP2 - 20 Hz	23,8	29,2	31,1	36,3	48,3	49,8	54,9	57,3	56,0	43,9	34,7	30,6	27,2	25,3	22,2	20,3	16,5	17,2	15,1	17,6	17,1	0,06	29,6
MP2 - 25 Hz	23,7	29,3	31,1	36,6	48,4	49,2	53,3	52,4	48,1	50,1	39,0	31,8	27,1	26,9	23,3	21,5	18,2	18,7	15,3	17,6	17,1	0,04	29,7
MP2 - 32 Hz	24,0	29,3	31,2	36,6	48,6	49,3	52,9	51,0	43,8	43,2	44,1	35,4	28,1	26,8	24,6	23,1	19,4	19,9	17,0	19,1	17,3	0,03	30,1
MP2 - 40 Hz	23,5	29,4	31,1	36,5	48,4	49,3	52,8	50,5	42,6	39,7	38,9	41,2	31,8	27,7	24,4	23,1	19,4	19,9	17,0	19,1	17,3	0,03	30,2
Gleis 2 SB																							
MP2 - 20 Hz	16,6	28,3	26,0	30,3	47,2	46,6	48,3	54,3	51,3	41,2	32,1	24,2	24,9	20,4	19,8	20,5	15,4	16,7	15,0	17,1	16,9	0,04	21,6
MP2 - 25 Hz	16,5	28,4	26,0	30,6	47,3	46,0	46,7	49,3	43,3	47,3	36,4	25,5	24,8	21,9	20,9	21,7	17,1	18,2	15,2	17,1	16,9	0,03	21,9
MP2 - 32 Hz	16,8	28,5	26,1	30,6	47,5	46,1	46,2	47,9	39,0	40,4	41,5	29,1	25,9	21,8	22,3	23,2	18,2	19,4	17,0	18,6	17,1	0,02	22,4
MP2 - 40 Hz	16,4	28,5	25,9	30,5	47,4	46,2	46,1	47,4	37,8	36,9	36,3	34,8	29,5	22,7	22,1	23,2	18,2	19,4	17,0	18,6	17,1	0,02	22,4

(Max-Hold, Fast)
alle Spektren [dB], re 5*10⁻⁵ mm/s

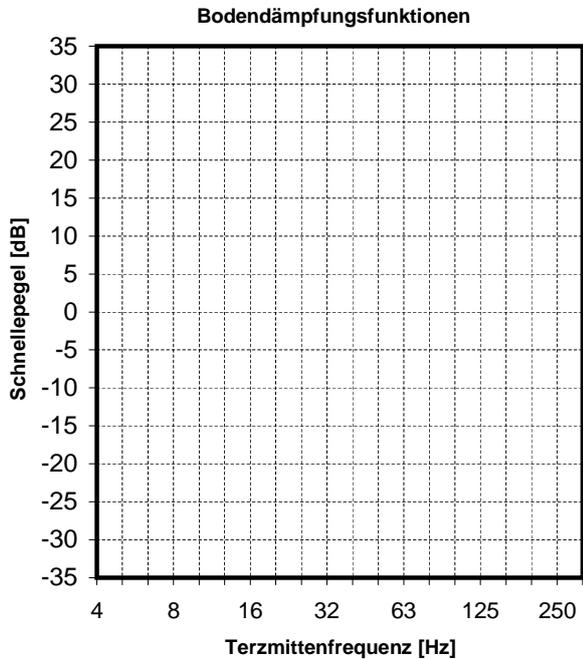
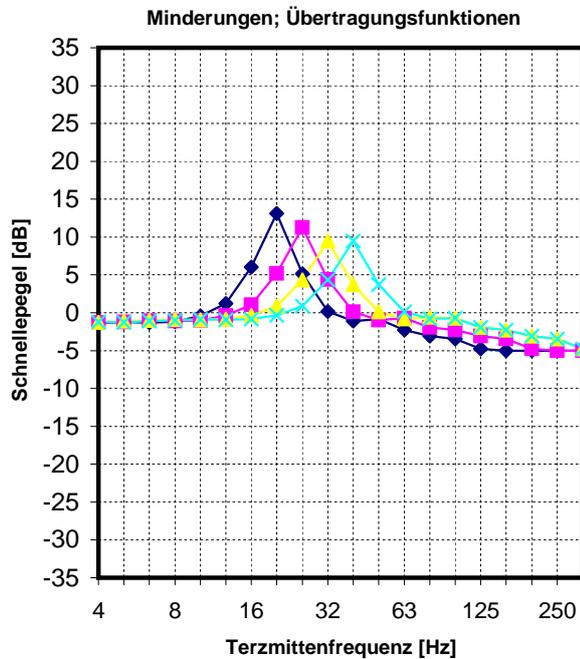
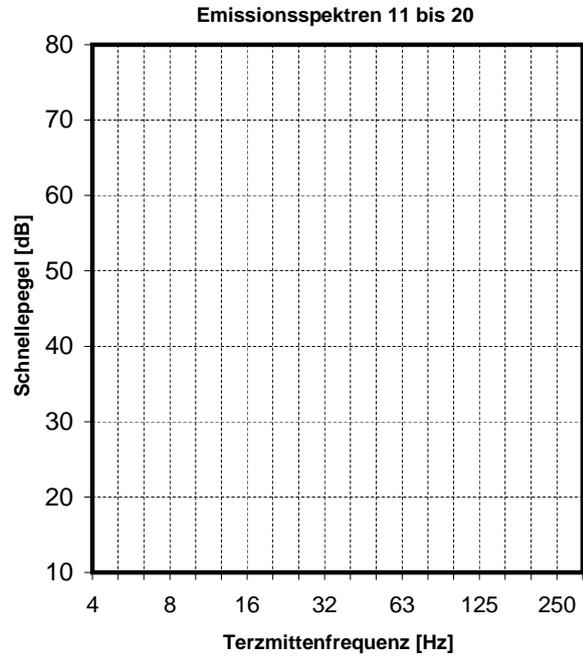
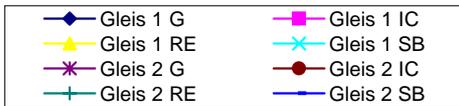
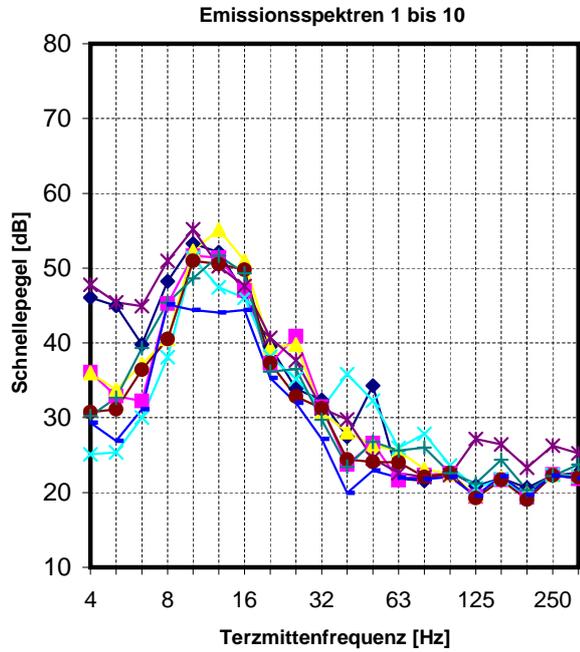
KB _{FTm} :	MP2 - 20 Hz		MP2 - 25 Hz		MP2 - 32 Hz		MP2 - 40 Hz	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	0,023	0,021	0,015	0,014	0,013	0,013	0,013	0,012

Zur Berechnung von KB_{FTm} bzw. KB_{FT} werden die Spektren laut DIN 4150 bis maximal 80 Hz herangezogen.

L _r (dB(A)):	MP2 - 20 Hz		MP2 - 25 Hz		MP2 - 32 Hz		MP2 - 40 Hz	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	19,2	19,1	19,2	19,1	19,6	19,5	19,8	19,8

Bei dem berechneten Beurteilungspegel L_r für den Sekundärluftschall handelt es sich um den physikalischen Pegel OHNE 5 dB Schienenbonus.

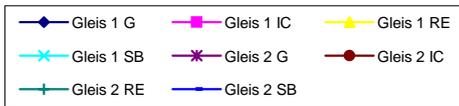
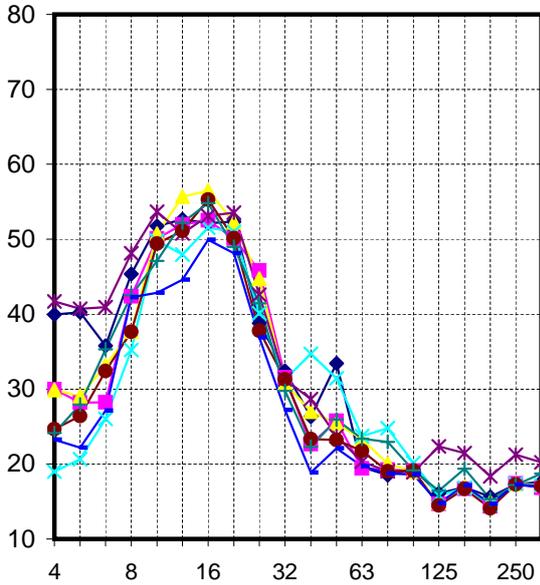
Eingangsdaten zur Prognose MP3; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen



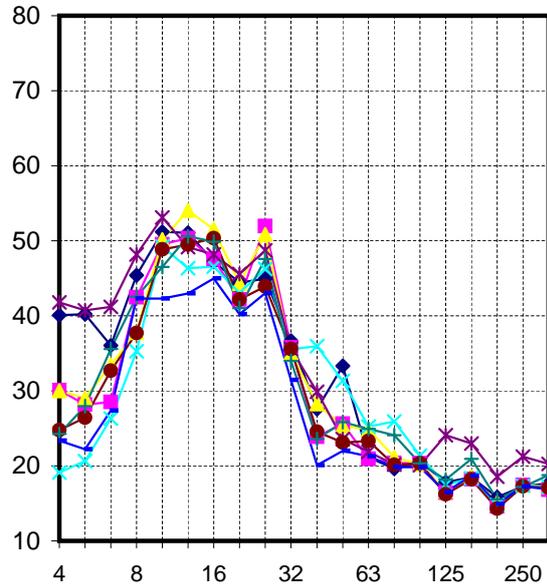
alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Eingangsdaten zur Prognose MP3; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen

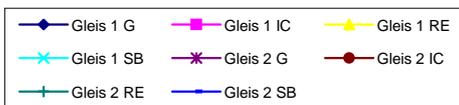
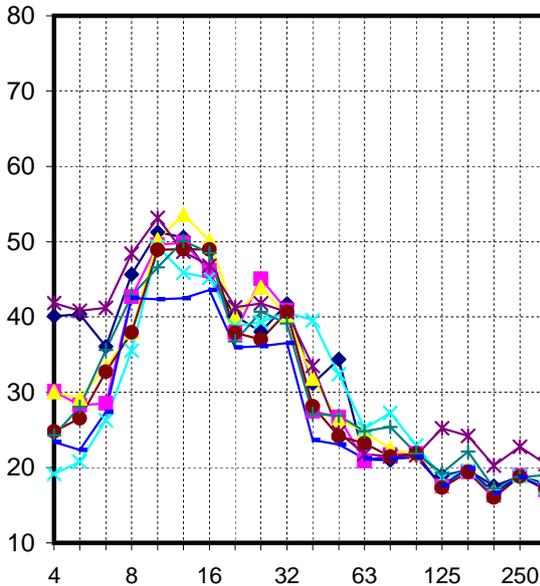
Immissionsspektren MP3 - 20 Hz



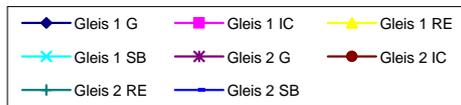
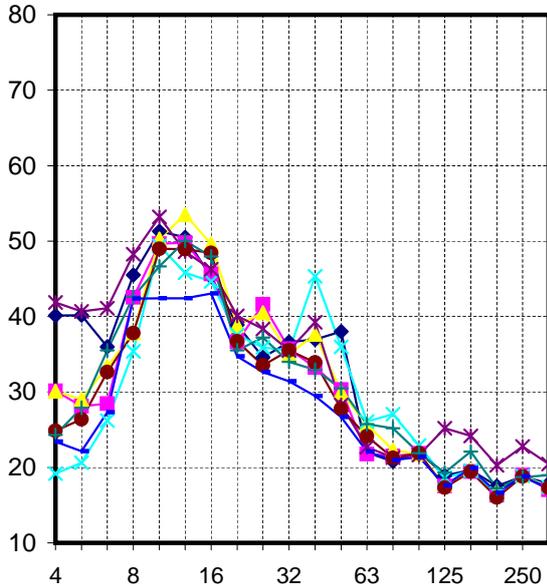
Immissionsspektren MP3 - 25 Hz



Immissionsspektren MP3 - 32 Hz



Immissionsspektren MP3 - 40 Hz



alle Spektren [dB], re 5*10-5 mm/s

Berechnung der Immissionen für MP3; B-Plangebiet Nr. 212, Recklinghausen

Frequenz [Hz]	4		8		16		32		63		125		250		Anzahl Ereignisse								
	Tag	Nacht	Tag	Nacht																			
Emissionsspektren																							
Gleis 1 G	41,5	46,1	44,9	39,8	48,2	53,3	52,1	46,6	39,5	33,9	32,4	27,4	34,3	21,8	21,6	22,8	20,9	21,9	20,6	22,3	22,6	21	16
Gleis 1 IC	23,5	36,1	32,9	32,2	45,3	51,6	51,4	47,0	37,3	40,9	31,5	23,7	26,6	21,7	22,3	22,6	19,5	21,7	19,4	22,4	21,8	11	3
Gleis 1 RE	23,8	36,0	33,7	37,2	40,6	52,3	55,1	51,0	39,4	39,8	30,7	28,1	26,3	25,6	23,1	22,5	19,7	22,0	19,9	22,4	22,2	16	2
Gleis 1 SB	17,5	25,1	25,4	30,0	38,1	51,4	47,4	46,0	38,2	35,2	31,2	35,8	32,3	26,0	27,9	23,6	20,6	21,8	19,6	22,4	22,2	38	6
Gleis 2 G	39,2	47,8	45,4	44,9	51,0	55,2	50,2	47,6	40,7	37,6	31,3	29,8	24,5	22,6	22,1	22,4	27,2	26,5	23,3	26,2	25,2	21	15
Gleis 2 IC	24,1	30,8	31,1	36,4	40,5	51,0	50,6	49,8	37,3	32,8	31,3	24,4	24,1	24,0	22,1	22,6	19,3	21,7	19,1	22,3	22,0	10	2
Gleis 2 RE	25,3	30,2	32,7	39,3	45,4	48,6	51,7	49,3	36,2	36,5	29,7	23,4	26,8	25,6	26,0	22,6	21,2	24,4	20,3	22,2	23,8	16	2
Gleis 2 SB	18,3	29,4	26,9	31,1	45,1	44,4	44,0	44,4	35,3	32,0	27,2	20,0	22,9	22,0	21,8	22,1	19,6	22,2	19,7	22,3	21,9	38	6
Übertragungsfunktionen																							
Beton 20 Hz	-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Beton 25 Hz	-1,5	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0		
Beton 32 Hz	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Beton 40 Hz	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Immissionsspektren																							
															KB _{FTM} :	L _{max} (dB(A))							
Gleis 1 G																							
MP3 - 20 Hz	40,1	44,7	43,7	38,5	47,1	52,8	53,4	52,6	52,7	39,0	32,5	26,3	33,4	19,6	18,5	19,3	16,1	16,9	15,6	17,3	17,6	0,04	29,5
MP3 - 25 Hz	40,0	44,8	43,7	38,7	47,1	52,3	51,7	47,7	44,7	45,1	36,8	27,6	33,3	21,1	19,6	20,5	17,8	18,4	15,8	17,4	17,6	0,03	29,6
MP3 - 32 Hz	40,3	44,8	43,9	38,8	47,4	52,3	51,3	46,3	40,4	38,2	41,9	31,2	34,4	21,0	21,0	22,1	18,9	19,7	17,6	18,8	17,9	0,03	30,0
MP3 - 40 Hz	39,9	44,8	43,7	38,7	47,2	52,4	51,2	45,8	39,2	34,8	36,7	36,9	38,0	22,0	20,8	22,1	18,9	19,7	17,6	18,8	17,9	0,03	30,2
Gleis 1 IC																							
MP3 - 20 Hz	22,1	34,7	31,7	30,9	44,1	51,2	52,7	53,0	50,4	46,0	31,6	22,6	25,7	19,4	19,3	19,1	14,7	16,7	14,4	17,4	16,8	0,04	29,2
MP3 - 25 Hz	22,0	34,8	31,7	31,2	44,2	50,6	51,0	48,1	42,5	52,2	35,9	23,9	25,6	20,9	20,4	20,3	16,4	18,2	14,6	17,4	16,8	0,03	29,5
MP3 - 32 Hz	22,2	34,8	31,8	31,2	44,4	50,7	50,6	46,7	38,2	45,3	41,0	27,5	26,7	20,9	21,7	21,9	17,5	19,4	16,3	19,0	17,0	0,03	29,7
MP3 - 40 Hz	21,8	34,9	31,6	31,1	44,2	50,8	50,5	46,1	37,0	41,8	35,8	33,2	30,3	21,8	21,5	21,9	17,5	19,4	16,3	19,0	17,0	0,03	29,7
Gleis 1 RE																							
MP3 - 20 Hz	22,4	34,6	32,5	35,9	39,4	51,8	56,4	57,0	52,5	44,9	30,9	27,0	25,4	23,4	20,0	19,0	14,9	17,0	14,9	17,4	17,2	0,05	29,4
MP3 - 25 Hz	22,3	34,7	32,5	36,1	39,5	51,3	54,8	52,0	44,6	51,1	35,1	28,2	25,3	24,9	21,2	20,2	16,6	18,5	15,2	17,4	17,2	0,04	29,6
MP3 - 32 Hz	22,6	34,8	32,6	36,1	39,7	51,3	54,3	50,6	40,3	44,2	40,2	31,8	26,4	24,8	22,5	21,8	17,7	19,7	16,9	18,9	17,4	0,04	29,9
MP3 - 40 Hz	22,2	34,8	32,5	36,1	39,5	51,4	54,2	50,1	39,1	40,7	35,1	37,6	30,0	25,7	22,3	21,8	17,7	19,7	16,9	18,9	17,4	0,03	29,9
Gleis 1 SB																							
MP3 - 20 Hz	16,1	23,7	24,1	28,7	36,9	50,9	48,7	52,0	51,3	40,3	31,4	34,7	31,4	23,7	24,8	20,2	15,8	16,8	14,6	17,4	17,2	0,03	22,0
MP3 - 25 Hz	16,0	23,8	24,1	29,0	37,0	50,4	47,1	47,1	43,3	46,4	35,6	35,9	31,3	25,2	25,9	21,4	17,5	18,4	14,8	17,4	17,2	0,02	22,2
MP3 - 32 Hz	16,3	23,8	24,3	29,0	37,2	50,4	46,6	45,7	39,1	39,5	40,7	39,5	32,4	25,2	27,2	22,9	18,6	19,6	16,5	18,9	17,4	0,02	22,9
MP3 - 40 Hz	15,9	23,9	24,1	28,9	37,1	50,5	46,5	45,2	37,9	36,1	35,6	45,3	36,0	26,1	27,1	22,9	18,6	19,6	16,5	18,9	17,4	0,02	23,4
Gleis 2 G																							
MP3 - 20 Hz	37,8	46,4	44,2	43,6	49,8	54,8	51,5	53,6	53,8	42,8	31,4	28,7	23,7	20,3	19,0	18,9	22,4	21,5	18,3	21,2	20,2	0,05	30,8
MP3 - 25 Hz	37,7	46,5	44,2	43,9	49,9	54,2	49,9	48,7	45,9	48,9	35,7	29,9	23,6	21,9	20,2	20,1	24,1	23,0	18,6	21,2	20,2	0,04	31,0
MP3 - 32 Hz	38,0	46,5	44,3	43,9	50,1	54,3	49,4	47,3	41,6	42,0	40,8	33,5	24,7	21,8	21,5	21,6	25,2	24,2	20,3	22,8	20,5	0,03	31,4
MP3 - 40 Hz	37,6	46,6	44,2	43,8	50,0	54,3	49,3	46,8	40,4	38,5	35,6	39,3	28,3	22,7	21,3	21,6	25,2	24,2	20,3	22,8	20,5	0,03	31,4
Gleis 2 IC																							
MP3 - 20 Hz	22,6	29,4	29,9	35,1	39,3	50,5	51,8	55,8	50,4	38,0	31,4	23,3	23,2	21,8	19,0	19,1	14,5	16,7	14,1	17,3	17,0	0,04	29,2
MP3 - 25 Hz	22,6	29,5	29,9	35,4	39,4	50,0	50,2	50,8	42,5	44,1	35,7	24,6	23,1	23,3	20,1	20,3	16,2	18,2	14,3	17,3	17,0	0,03	29,3
MP3 - 32 Hz	22,8	29,5	30,0	35,4	39,6	50,0	49,7	49,4	38,2	37,2	40,8	28,1	24,2	23,2	21,5	21,9	17,3	19,4	16,0	18,8	17,3	0,03	29,7
MP3 - 40 Hz	22,4	29,5	29,9	35,3	39,5	50,1	49,6	48,9	37,0	33,7	35,6	33,9	27,8	24,1	21,3	21,9	17,3	19,4	16,0	18,8	17,3	0,02	29,7
Gleis 2 RE																							
MP3 - 20 Hz	23,9	28,8	31,5	38,0	44,2	48,2	52,9	55,3	49,3	41,6	29,9	22,3	25,9	23,4	22,9	19,1	16,5	19,4	15,3	17,2	18,8	0,04	29,7
MP3 - 25 Hz	23,9	28,9	31,5	38,3	44,3	47,6	51,3	50,4	41,3	47,8	34,1	23,6	25,8	24,9	24,1	20,4	18,2	20,9	15,5	17,2	18,8	0,03	29,9
MP3 - 32 Hz	24,1	29,0	31,6	38,3	44,5	47,7	50,8	49,0	37,1	40,9	39,2	27,1	26,9	24,8	25,4	21,9	19,3	22,1	17,2	18,7	19,0	0,03	30,3
MP3 - 40 Hz	23,7	29,0	31,4	38,2	44,3	47,8	50,7	48,5	35,8	37,4	34,1	32,9	30,5	25,7	25,2	21,9	19,3	22,1	17,2	18,7	19,0	0,02	30,3
Gleis 2 SB																							
MP3 - 20 Hz	16,9	27,9	25,7	29,8	43,9	44,0	45,3	50,4	48,5	37,1	27,3	18,9	22,1	19,7	18,7	18,6	14,8	17,2	14,7	17,3	16,9	0,02	21,5
MP3 - 25 Hz	16,8	28,1	25,7	30,1	44,0	43,4	43,7	45,5	40,5	43,2	31,6	20,1	22,0	21,3	19,8	19,8	16,5	18,7	14,9	17,3	16,9	0,02	21,6
MP3 - 32 Hz	17,1	28,1	25,8	30,1	44,2	43,5	43,2	44,1	36,2	36,3	36,7	23,7	23,0	21,2	21,2	21,4	17,6	19,9	16,6	18,8	17,1	0,01	22,2
MP3 - 40 Hz	16,7	28,1	25,7	30,0	44,1	43,5	43,1	43,6	35,0	32,9	31,5	29,5	26,7	22,1	21,0	21,4	17,6	19,9	16,6	18,8	17,1	0,01	22,2

(Max-Hold, Fast)
alle Spektren [dB], re 5*10⁻⁵ mm/s

KB _{FTM} :	MP3 - 20 Hz		MP3 - 25 Hz		MP3 - 32 Hz		MP3 - 40 Hz	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	0,013	0,013	0,010	0,010	0,009	0,009	0,009	0,009

Zur Berechnung von KB_{FTM} bzw. KB_{FT} werden die Spektren laut DIN 4150 bis maximal 80 Hz herangezogen.

L _r (dB(A)):	MP3 - 20 Hz		MP3 - 25 Hz		MP3 - 32 Hz		MP3 - 40 Hz	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	18,8	18,9	19,0	19,0	19,4	19,5	19,5	19,5

Bei dem berechneten Beurteilungspegel L_r für den Sekundärluftschall handelt es sich um den physikalischen Pegel OHNE 5 dB Schienenbonus.