

**Erschütterungstechnische Untersuchung
ABS 46/2 NL/D – Emmerich - Oberhausen
Abschnitt Emmerich**



Dipl.-Ing. (FH) C. Angerer

Bericht-Nr.: ACB-20120201-4755/13

01.02.2012

Titel: Erschütterungstechnische Untersuchung
ABS 46/2 NL/D – Emmerich - Oberhausen
Abschnitt Emmerich

Auftraggeber: Stadt Emmerich am Rhein
Postfach 100 864
46428 Emmerich am Rhein

Auftrag vom: 14.09.2009

Bericht-Nr.: ACB-20120201-4755/13

Umfang: 27 Seiten

Datum: 01.02.2012

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) C. Angerer

Zusammenfassung: Die Stadt Emmerich am Rhein mit ihren Ortsteilen Praest, Hüthum und Elten liegt an der ABS 46/2 NL/D – Emmerich - Oberhausen. Im Zuge des Streckenausbaus sind ein zusätzliches drittes Gleis und ein Anstieg der Zugverkehrszahlen, insbesondere des nächtlichen Güterverkehrs geplant. Durch den Streckenausbau ist an den gleisnahen Grundstücken eine Erhöhung der Erschütterungseinwirkung und auch der Lärmbelastung zu erwarten. Es ist daher zu untersuchen, ob durch den Bahnverkehr Erschütterungsimmissionen auftreten, die die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung und Schalleinwirkung wurden in mehreren Gebäuden in Emmerich zu diesem Zweck Messungen der konkret einwirkenden Erschütterungen und der Lärmbelastung bei Zugvorbeifahrten vorgenommen.

Die Messungen hatten zum Ergebnis, dass in zumindest 3 der 8 untersuchten Gebäude die Anhaltswerte der DIN 4150-2 bereits in der Bestandssituation voll ausgeschöpft, bzw. sogar überschritten werden.

Die Orientierungswerte für den sekundären Luftschall werden derzeit eingehalten. Die Messung der Luftschalleinwirkung vor den Gebäuden ergab an der Kerstenstraße 49, Weidenstraße 30 und Im Haag 15 sehr hohe Werte des maximalen Vorbeifahrtpegels von 92 dB(A) bis aufgerundet 98 dB(A). Es ist somit hinsichtlich der Vorbeifahrtpegel, insbesondere bei den Güterzügen, eine hohe Störwirkung festzustellen.

Diese Unterlage darf nur insgesamt kopiert und weiterverwendet werden.

Für 2 Gebäude im Bereich Praest (PFA 3.3) wurde eine detaillierte Prognoseberechnung der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls erstellt. Wie die Prognoseergebnisse zeigen liegen die erwarteten Erschütterungsimmissionen in den Gebäuden IO 1 und IO 2 oberhalb der Anhaltswerte der DIN 4150-2. Die Prognosewerte übersteigen die Bestandswerte am IO 1 und IO 2 gleichzeitig um mehr als 20 %. Es sind daher zur Einhaltung der Anhaltswerte für diese Gebäude entsprechende, leistungsfähige Erschütterungsschutzmaßnahmen erforderlich.

Die Prognoseergebnisse zeigen darüber hinaus, dass der Mittelungspegel des sekundären Luftschalls (Nacht) am IO 1 den Orientierungswert überschreitet. Die Bestandswerte werden an allen untersuchten Gebäuden um deutlich mehr als 2 dB erhöht. Es sind daher zur Einhaltung der Orientierungswerte für das Gebäude IO 1 (Kerstenstraße 49) Schutzmaßnahmen zur Minderung des sekundären Luftschalls zu empfehlen. Dies gilt insbesondere auch in Anbetracht zu erwartender hoher Werte des maximalen sekundären Luftschalls während der Zugvorbeifahrten im Nachtzeitraum.

Für die Situation nach dem geplanten Bahnausbau der Betuwelijn ist allgemein an allen untersuchten Gebäuden mit einem Anstieg der Erschütterungseinwirkungen zu rechnen. Die Ursache dafür ist das zusätzliche Gleis und die Erhöhung der Zugverkehrszahlen, insbesondere der Güterzüge in der Nacht.

Zukünftig ist, wie die Prognoseergebnisse zeigen, beim sekundären Luftschall allgemein mit einem deutlichen Anstieg zu rechnen. Dieser Umstand macht deutlich wie dringend entsprechende Schutzmaßnahmen zur Verminderung des sekundären Luftschalls zu empfehlen sind. Zudem ist zu prüfen, ob nicht seitens der Planfeststellungsbehörden Auflagen hinsichtlich des zulässigen maximalen sekundären Luftschalls während der Zugvorbeifahrten angezeigt sind.

Inhalt

1 Aufgabenstellung	5
2 Örtliche Gegebenheiten	5
3 Beurteilungsgrundlagen	6
3.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen.....	6
3.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	6
3.3 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen	7
3.4 Sekundärer Luftschall	8
4 Messgeräte	9
5 Messpunkte	9
6 Messergebnisse	9
7 Erschütterungsprognose	12
8 Zusammenfassung	13

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1:	Position Erschütterungsmesspunkte
Anlage 2:	Ergebnisse Erschütterungsmessung
Anlage 3:	Ergebnisse Schallmessung
Anlage 4:	Terzspektren der Erschütterungsmessung
Anlage 5:	Terzspektren der Schallmessung
Anlage 6:	Terzspektren der Erschütterungsprognose
Anlage 7:	Zugverkehrszahlen
Anlage 8:	Fotodokumentation

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Emmerich am Rhein mit ihren Ortsteilen Praest, Hüthum und Elten liegt an der ABS 46/2 NL/D – Emmerich- Oberhausen. Im Zuge des Streckenausbaus ist ein zusätzliches drittes Gleis und ein Anstieg der Zugverkehrszahlen insbesondere des nächtlichen Güterverkehrs geplant. Durch den Streckenausbau ist an den gleisnahen Grundstücken eine Erhöhung der Erschütterungseinwirkung und auch der Lärmbelastung zu erwarten. Es ist daher zu untersuchen, ob durch den Bahnverkehr an den gleisnahen Grundstücken Erschütterungsimmissionen auftreten, die die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Die Stadt Emmerich am Rhein, beauftragte die ACCON GmbH eine erschütterungstechnische Untersuchung durchzuführen. In mehreren Gebäuden in Emmerich wurden zu diesem Zweck Messungen der konkret einwirkenden Erschütterungen und der Lärmbelastung bei Zugvorbeifahrten vorgenommen. Auf Basis dieser Messungen wird eine Prognose der in Zukunft nach dem Streckenausbau zu erwartenden Erschütterungsbelastung erstellt.

2 Örtliche Gegebenheiten

Die für die Erschütterungs- und Schallmessungen ausgewählten Gebäude befinden sich im Stadtgebiet von Emmerich bzw. in den Ortsteilen Praest, Hüthum und Elten. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Immissionsorte:

Immissionsort	Straße	Nr.	Ort
IO 1	Kerstenstraße	49	Praest
IO 2	Bahnweg	232	Praest
IO 3	Seufzerallee	28	Emmerich
IO 4	Jürgensstrasse	33	Emmerich
IO 5	Weidenstrasse	30	Hüthum
IO 6	In der Laar	43	Hüthum
IO 7	Lobither Strasse	13	Elten
IO 8	Im Haag	15	Elten

Tabelle 1: Untersuchte Gebäude im Bereich Emmerich

Die bestehende Bahnlinie verläuft in den Ortsteilen Praest, Hüthum und Elten weitgehend ebenerdig. Westlich des Bahnhofs von Emmerich verläuft die Bahnlinie parallel zur Seufzerallee in Dammlage.

3 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen unterscheidet die DIN 4150 zwischen Einwirkungen auf den Menschen in Gebäuden und schädlichen Einwirkungen auf Gebäude. Die Beurteilung bezieht sich auf alle drei Schwingrichtungen, wobei nur der Maximalwert der größten Einzelkomponente zur Beurteilung herangezogen wird. Die wesentlichen Beurteilungsgrundlagen der DIN 4150 werden im Folgenden zusammengefasst.

3.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die DIN 4150/3 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999) behandelt den Schutz vor Gebäudeschäden. Diese Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht zu erwarten sind. Werden die Anhaltswerte überschritten, folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen. In Tabelle 2 sind für verschiedene Gebäudearten Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeiten am Fundament und in der Deckenebene des ersten Obergeschosses angegeben; diese Anhaltswerte sind frequenzabhängig, da bei tieferen Frequenzen eine höhere Gebäudeanfälligkeit besteht.

Messort	Fundament			1. OG
Frequenzbereich	< 10 Hz	10 - 50 Hz	50 – 100 Hz	1 - 100 Hz
Industriebau, gewerbliche Bauten	20	20 - 40	40 – 50	40
Wohngebäude	5	5 - 15	15 – 20	15
empfindliche Bauten, Denkmalschutz	3	3 - 8	8 – 10	8

Tabelle 2: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit [mm/s] zur Beurteilung der Wirkung von Erschütterungen auf Bauwerke

3.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen wird die DIN 4150-2 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden; Juni 1999) herangezogen. Zweck der Norm ist die angemessene Berücksichtigung des Erschütterungsschutzes im Immissionschutz. Es werden Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden.

Die DIN 4150-2 berücksichtigt mittels einer Frequenzbewertung der Schwinggeschwindigkeit die menschliche Erschütterungswahrnehmung. Nach dieser Frequenzbewertung der Schwinggeschwindigkeit erhält man den dimensionslosen $KB_{F(t)}$ -Wert. Der $KB_{F(t)}$ -Wert soll mit seinem maximalen Wert (KB_{Fmax}) den unteren Anhaltswert A_u möglichst nicht überschreiten. Ist der KB_{Fmax} größer als A_u und kleiner als der obere Anhaltswert A_o , dann ist die Norm eingehalten, wenn die zeitabhängige Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} nicht größer als A_r ist. Oberhalb von A_o ist die Anforderung

derung nicht eingehalten. In Tabelle 3 sind die Anhaltswerte bezüglich Tag und Nacht für verschiedene Einwirkungsorte aufgeführt.

Einwirkungsort	tags (6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰ Uhr)			nachts (22 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰ Uhr)		
	A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
Industriegebiet	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
Gewerbegebiet	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
Mischgebiet	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
allgemeines und reines Wohngebiet	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
Sondergebiete Kliniken	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Tabelle 3: Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Menschen in Gebäuden

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten, wenn

- die maximale bewertete Schwingstärke kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u ist, oder wenn
- die Beurteilungs-Schwingstärke kleiner oder gleich dem Anhaltswert A_r ist.

Die Anforderungen der Norm sind dagegen nicht eingehalten, wenn

- die maximale bewertete Schwingstärke größer als der obere Anhaltswert A_o ist, oder wenn
- die Beurteilungs-Schwingstärke größer als der Anhaltswert A_r ist.

Die Bedingungen für den unteren und oberen Anhaltswert gelten für jedes einzelne Ereignis (Zugvorbeifahrt, KB_{Fmax}), während sich der Anhaltswert A_r auf einen über die zu beurteilende Zeit zu bildenden Mittelwert bezieht (KB_{FTr}).

In Planfeststellungsverfahren der DB AG wird in Ergänzung zu den Anhaltswerten der DB AG häufig festgelegt, dass die Erschütterungseinwirkungen die Anhaltswerte der DIN 4150 ausschöpfen dürfen **und** die Bestandsbelastung gleichzeitig nochmals um maximal 20 % erhöht werden darf.

3.3 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen

Die Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen hängt von der Höhe des KB-Wertes und von der Frequenzzusammensetzung der Erschütterungseinwirkung ab. Für die subjektive Wahrnehmung spielt daneben das übrige Umfeld (Vorhandensein von anderen störenden Umwelteinflüssen) eine Rolle. Die folgende Tabelle kann deshalb nur zur orientierenden Einschätzung der Wirkung von Erschütterungen dienen.

KB = 1,6	stark spürbar
KB = 0,6	gut spürbar
KB = 0,14	gerade spürbar
KB = 0,1	Fühlschwelle

Tabelle 4: Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen in Abhängigkeit vom KB-Wert

3.4 Sekundärer Luftschall

Wird ein Gebäude durch Erschütterungen angeregt, kann aufgrund der schwingenden Wände und Decken ein für die Bewohner hörbarer sekundärer Luftschall entstehen. Für die Beurteilung von sekundärem Luftschall gibt es keine direkt verbindliche Richtlinie. Aus den Vorgaben der 24.BImSchV werden für Bahnausbaumaßnahmen im Allgemeinen folgende Orientierungswerte für die Einstufung von sekundärem Luftschall abgeleitet:

Beurteilungszeitraum	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)
Sekundärluftschall	40 dB(A)	30 dB(A)

Tabelle 5: Orientierungswerte für Sekundärschall in Gebäuden

Die Orientierungswerte in Tabelle 5 beziehen sich auf Mittelungspegel ($L_{m,sek}$) über die jeweilige Beurteilungszeit. Sie gelten für Wohn- und Schlafräume, unabhängig von der Lage des Gebäudes und der Gebietseinstufung.

Die Richtwerte in Tabelle 5 beziehen sich auf Mittelungspegel ($L_{m,sek}$) über die jeweilige Beurteilungszeit. Es soll vermieden werden, dass kurzzeitige Geräuschspitzen einen Wert von 35 dB(A) nachts überschreiten.

In Planfeststellungsverfahren der DB AG wird häufig festgelegt, dass der sekundäre Luftschall die in Tabelle 5 angegebenen Werte ausschöpfen darf **und** die Bestandsbelastung gleichzeitig nochmals um maximal 2 dB erhöht werden darf.

4 Messgeräte

Zur Erfassung der durch den Schienenverkehr verursachten Erschütterungen, wurde eine 8-kanalige Messanlage mit folgenden, der DIN 45669, Teil 1 (Messungen von Schwingungsimmissionen, Anforderungen an Schwingungsmesser; 1995) entsprechenden, Messgeräte eingesetzt:

- 8-kanalige Messdatenerfassung und Konditionierung mit Cronos-PL2 der Fa. imc
- Beschleunigungsaufnehmer Typ 393A03 der Fa. PCB
- Messrechner mit Signalanalyse Software FAMOS der Fa. imc
- Schwingungskalibrator Typ VC-11 der Fa. MMF

Für die Schallmessungen wurden folgende Messgeräte eingesetzt:

- Frequenzanalysator, Cronos-PL2
- Messmikrofon: G.R.A.S. Typ 40 AE
- Kalibrator: Brüel & Kjaer Typ 4230

5 Messpunkte

Für die Ermittlung der Erschütterungen in den verschiedenen Gebäuden wurden vom 22.09.2009 bis 25.09.2009 Erschütterungs- und Schallmessungen durchgeführt (siehe Anlage 1, Lageplan Erschütterungsmesspunkte). Die Erschütterungen wurden an folgenden Messpunkten (MP) erfasst:

- MP 2: vor dem Gebäude, vertikal
- MP 3: Kellerwand, vertikal
- MP 4: Erdgeschoss, vertikal
- MP 9: 1.Obergeschoss, vertikal

Die Einwirkung des Luftschalls wurde an einem Messpunkt vor dem Gebäude mit 4 m Mikrofonhöhe über Boden aufgenommen.

6 Messergebnisse

Die während der Messungen aufgenommenen Daten wurden mit dem Signalanalyseprogramm FAMOS ausgewertet. Für die Messpunkte ist die maximale bewertete Schwingstärke KBF_{max} und die Schwingschnelle v der Züge mit den Zugdaten in Anlage 2 eingetragen.

In der Graphik, Anlage 4, sind die gemittelten Terzspektren der Erschütterungsmessung der Schienenfahrzeuge an den Messpunkten dargestellt. Mit den ermittelten Terzschnellespektren wird

die Schwingschnelle v , die maximale, bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und der sekundäre Luftschall L_{sek} berechnet.

Sowohl die Berechnungen des sekundären Luftschalls als auch die Berechnungen der Beurteilungs-Schwingstärken KB_{FTr} für den Tag- und Nachtzeitraum basieren auf den Zugverkehrszahlen des betrachteten Streckenabschnittes (siehe Anlage 7).

Die Berechnungen des sekundären Luftschalls erfolgen nach dem Leitfaden Körperschall und Erschütterungsschutz der Deutschen Bahn AG [5]. Die Ergebnisse der Ermittlung der Beurteilungsgrößen sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst.

IO-Schlüssel	Straße	Nr.	Ort	Bestandswerte			Anhaltswerte DIN 4150/2		
				KB_{Fmax}	KB_{FTr_T}	KB_{FTr_N}	Ao_N	Ar_T	Ar_N
IO-01-EG	Kerstenstraße	49	Praest	0.231	0.046	0.040	0.60	0.07	0.05
IO-01-OG1	Kerstenstraße	49	Praest	0.330	0.062	0.055	0.60	0.07	0.05
IO-02-EG	Bahnweg	232	Praest	0.252	0.056	0.048	0.60	0.07	0.05
IO-02-OG1	Bahnweg	232	Praest	0.292	0.054	0.050	0.60	0.07	0.05
IO-03-EG	Seufzerallee	28	Emmerich	0.120	0.021	0.019	0.60	0.07	0.05
IO-03-OG1	Seufzerallee	28	Emmerich	0.110	0.018	0.016	0.60	0.07	0.05
IO-04-EG	Jürgensstrasse	33	Emmerich	0.066	0.011	0.010	0.60	0.07	0.05
IO-04-OG1	Jürgensstrasse	33	Emmerich	0.089	0.014	0.013	0.60	0.07	0.05
IO-05-EG	Weidenstrasse	30	Hüthum	0.210	0.031	0.030	0.60	0.07	0.05
IO-05-OG1	Weidenstrasse	30	Hüthum	0.170	0.028	0.026	0.60	0.07	0.05
IO-06-EG	In der Laar	43	Hüthum	0.122	0.020	0.019	0.60	0.07	0.05
IO-06-OG1	In der Laar	43	Hüthum	0.107	0.018	0.016	0.60	0.07	0.05
IO-07-EG	Lobith Strasse	13	Elten	0.118	0.015	0.013	0.60	0.07	0.05
IO-07-OG1	Lobith Strasse	13	Elten	0.178	0.026	0.024	0.60	0.07	0.05
IO-08-EG	Im Haag	15	Elten	0.394	0.060	0.055	0.60	0.07	0.05
IO-08-OG1	Im Haag	15	Elten	0.886	0.130	0.125	0.60	0.07	0.05

Tabelle 6: Ermittelte Schwingstärken in den untersuchten Gebäuden

Die Ergebnisse der Erschütterungsmessung zeigen in den Gebäuden IO 1, IO 2 und IO 8 Erschütterungseinwirkungen, die die Anhaltswerte der DIN 4150-2 bereits in der Bestandssituation voll ausschöpfen, bzw. sogar überschreiten. Für die Situation nach dem geplanten Bahnausbau der Betuwelijn ist an allen untersuchten Gebäuden mit einem Anstieg der Erschütterungseinwirkungen zu rechnen. Ursache für den Anstieg ist das zusätzliche Gleis, die Erhöhung der Zugverkehrszahlen, insbesondere der Güterzüge in der Nacht und die Erhöhung der Zuggeschwindigkeit beim ICE und den Güterzügen des Fernverkehrs FGZ(120). Die Einwirkungen durch sekundären Luftschall haben zusätzlich eine erhöhende Tendenz durch den geplanten Einsatz deutlich längerer Züge bei fast allen Zuggattungen, insbesondere bei den Güterzügen und beim ICE.

IO-Schlüssel	Straße	Nr.	Nutzung	Bestandswerte		Orientierungswerte Planfeststellung	
				Lr Tag	Lr Nacht	Lm Tag	Lm Nacht
IO-01-EG	Kerstenstraße	49	WA	17.4	14.9	40.0	30.0
IO-01-OG1	Kerstenstraße	49	WA	15.9	14.3	40.0	30.0
IO-02-EG	Bahnweg	232	WA	14.4	12.8	40.0	30.0
IO-02-OG1	Bahnweg	232	WA	11.2	9.4	40.0	30.0
IO-03-EG	Seufzerallee	28	WA	16.1	15.3	40.0	30.0
IO-03-OG1	Seufzerallee	28	WA	14.2	13.6	40.0	30.0
IO-04-EG	Jürgensstrasse	33	WA	7.3	6.5	40.0	30.0
IO-04-OG1	Jürgensstrasse	33	WA	8.5	7.9	40.0	30.0
IO-05-EG	Weidenstrasse	30	WA	13.6	13.2	40.0	30.0
IO-05-OG1	Weidenstrasse	30	WA	11.4	10.3	40.0	30.0
IO-06-EG	In der Laar	43	WA	12.3	11.6	40.0	30.0
IO-06-OG1	In der Laar	43	WA	12.6	11.9	40.0	30.0
IO-07-EG	Lobither Strasse	13	WA	11.5	10.6	40.0	30.0
IO-07-OG1	Lobither Strasse	13	WA	11.6	10.9	40.0	30.0
IO-08-EG	Im Haag	15	WA	27.6	27.0	40.0	30.0
IO-08-OG1	Im Haag	15	WA	23.7	23.2	40.0	30.0

Tabelle 7: Rechnerisch ermittelte Einwirkung durch sekundären Luftschall in den Gebäuden

Die in Planfeststellungsverfahren des Ausbaus von Schienenverkehrswegen anzusetzenden Orientierungswerte für den sekundären Luftschall werden in den untersuchten Gebäuden derzeit eingehalten. Es ist allerdings zu prüfen, ob seitens der Planfeststellungsbehörden Auflagen hinsichtlich des maximal zulässigen sekundären Luftschalls erhoben werden. Für die zukünftige Situation nach dem Bahnausbau ist mit einer Erhöhung der Einwirkung durch sekundären Luftschall zu rechnen. Die Ursachen dafür sind die gleichen, die schon bei der Erläuterung der Ergebnisse der Erschütterungsmessungen angeführt wurden. Die praktische Störwirkung durch sekundären Luftschall wird häufig noch durch den Umstand erhöht, dass an Bahnausbautrecken Schallschutzwände gebaut werden und damit der direkt einwirkende Luftschall vermindert wird. Der sekundäre Luftschall wird in Folge dazu nicht mehr wie vor dem Bau der Schallschutzwände durch den primären Luftschall überdeckt und somit in seiner Störwirkung noch klarer erfahrbar.

Die Messung der Luftschalleinwirkung, die vor den Gebäuden Kerstenstraße 49, Jürgensstraße 33, Weidenstraße 30, In der Laar 43 und Im Haag 15 durchgeführt wurde, hatte folgende maximale Vorbeifahrtpegel zum Ergebnis (Anlage 3):

Kerstenstraße 49, 92 dB(A), Güterzug

Jürgensstraße 33, 84 dB(A), Güterzug (Schallschutzwand an Bahnlinie vor Gebäude)

Weidenstraße 30, 95,7 dB(A), Güterzug

In der Laar 43, 87 dB(A), Güterzug

Im Haag 15, 97,8 dB(A), Güterzug

Besonders signifikant sind die Schalleinwirkungen an den Gebäuden Kerstenstraße 49, Weidenstraße 30 und Im Haag 15, die sich relativ nah an der Bahnlinie befinden. Maximale Vorbeifahrtpegel von bis zu aufgerundet 98 dB(A) stellen eine sehr hohe Störwirkung dar. Zudem ist zu berücksichtigen, dass bei Güterzügen hohe Frequenzanteile bei den Terzmittenfrequenzen zwischen 400 Hz und 2500 Hz vorhanden sind und der menschliche Gehörsinn in diesen Frequenzbereichen empfindlich reagiert.

7 Erschütterungsprognose

Für die Berechnung der zukünftigen Erschütterungseinwirkung in den untersuchten Gebäuden wurden die aufgenommenen Messergebnisse umfassend ausgewertet. Die Ermittlung der Erschütterungseinwirkung basiert auf den gemittelten Terzspektren der Zugvorbeifahrten. Auf Basis dieser Terzspektren werden die in den untersuchten Gebäuden zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen berechnet.

Mit den ermittelten Terzschnellespektren wird die maximale, bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} , die Beurteilungsschwingstärken und der sekundäre Luftschall L_{sek} berechnet. Die Berechnungen des sekundären Luftschalls erfolgen nach dem Leitfaden Körperschall und Erschütterungsschutz der Deutschen Bahn AG [5] bei Ansatz der auf dem Streckenabschnitt geplanten Zugzahlen (siehe Anlage 7). Die Ergebnisse der Erschütterungsprognose sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst.

IO-Schlüssel	Straße	Nr.	Ort	Bestandswerte			Prognosewerte			Anhaltswerte DIN 4150/2		
				KB _{Fmax}	KB _{FTr_T}	KB _{FTr_N}	KB _{Fmax}	KB _{FTr_T}	KB _{FTr_N}	Ao_N	Ar_T	Ar_N
IO-01-EG	Kerstenstraße	49	Praest	0.231	0.046	0.040	0.452	0.090	0.076	0.60	0.07	0.05
IO-01-OG1	Kerstenstraße	49	Praest	0.330	0.062	0.055	0.590	0.134	0.121	0.60	0.07	0.05
IO-02-EG	Bahnweg	232	Praest	0.252	0.056	0.048	0.225	0.069	0.059	0.60	0.07	0.05
IO-02-OG1	Bahnweg	232	Praest	0.292	0.054	0.050	0.292	0.072	0.068	0.60	0.07	0.05

Tabelle 8: Prognostizierte Schwingstärken in den untersuchten Gebäuden

IO-Schlüssel	Straße	Nr.	Nutzung	Bestandswerte		Prognosewerte		Orientierungswerte Planfeststellung	
				Lr Tag	Lr Nacht	Lr Tag	Lr Nacht	Lm Tag	Lm Nacht
IO-01-EG	Kerstenstraße	49	WA	17.4	14.9	32.2	31.9	40.0	30.0
IO-01-OG1	Kerstenstraße	49	WA	15.9	14.3	31.7	31.6	40.0	30.0
IO-02-EG	Bahnweg	232	WA	14.4	12.8	27.5	27.3	40.0	30.0
IO-02-OG1	Bahnweg	232	WA	11.2	9.4	23.8	23.4	40.0	30.0

Tabelle 9: Prognostizierte Einwirkung durch sekundären Luftschall in den Gebäuden

Wie die Tabelle 8 zeigt, liegen die erwarteten Erschütterungsimmissionen in den Gebäuden IO 1 und IO 2 oberhalb der Anhaltswerte der DIN 4150-2. Die Prognosewerte übersteigen die Be-

standswerte am IO 1, IO 2 gleichzeitig um mehr als 20 %. Es sind daher zur Einhaltung der Anhaltswerte für diese Gebäude entsprechende, leistungsfähige Erschütterungsschutzmaßnahmen erforderlich.

Die Prognoseergebnisse in Tabelle 9 zeigen, dass der Mittelungspegel des sekundären Luftschalls (Nacht) am IO 1 den Orientierungswert überschreitet. Die Bestandswerte werden an allen untersuchten Gebäuden um deutlich mehr als 2 dB erhöht. Es sind daher zur Einhaltung der Orientierungswerte für das Gebäude IO 1 (Kerstenstraße 49) Schutzmaßnahmen zur Minderung des sekundären Luftschalls erforderlich. Dies gilt insbesondere auch in Anbetracht zu erwartender hoher Werte des maximalen sekundären Luftschalls während der Zugvorbeifahrten im Nachtzeitraum. Der maximal auftretende sekundäre Luftschall überschreitet den dafür üblicherweise heranzuziehenden Orientierungswert (Nacht 35 dB(A)) sowohl am IO 1 als auch am IO 2.

IO-Schlüssel	Straße	Nr.	Nutzung	Prognosewerte sek. Luftschall	Orientierungswert sek. Luftschall Nacht
				Lsek max	Lsek max
IO-01-EG	Kerstenstraße	49	WA	50.4	35
IO-01-OG1	Kerstenstraße	49	WA	47.9	35
IO-02-EG	Bahnweg	232	WA	40.6	35
IO-02-OG1	Bahnweg	232	WA	38.1	35

Tabelle 10: Prognostizierte Einwirkung durch den maximal auftretenden sekundären Luftschall in den Gebäuden

8 Zusammenfassung

Die Stadt Emmerich am Rhein mit ihren Ortsteilen Praest, Hüthum und Elten liegt an der ABS 46/2 NL/D – Emmerich - Oberhausen. Im Zuge des Streckenausbaus sind ein zusätzliches drittes Gleis und ein Anstieg der Zugverkehrszahlen, insbesondere des nächtlichen Güterverkehrs geplant. Durch den Streckenausbau ist an den gleisnahen Grundstücken eine Erhöhung der Erschütterungseinwirkung und auch der Lärmbelastung zu erwarten. Es ist daher zu untersuchen, ob durch den Bahnverkehr Erschütterungsimmissionen auftreten, die die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung und Schalleinwirkung wurden in mehreren Gebäuden in Emmerich zu diesem Zweck Messungen der konkret einwirkenden Erschütterungen und der Lärmbelastung bei Zugvorbeifahrten vorgenommen.

Die Messungen hatten zum Ergebnis, dass in zumindest 3 der 8 untersuchten Gebäude die Anhaltswerte der DIN 4150-2 bereits in der Bestandssituation voll ausgeschöpft, bzw. sogar überschritten werden.

Die Orientierungswerte für den sekundären Luftschall werden derzeit eingehalten. Die Messung der Luftschalleinwirkung vor den Gebäuden ergab an der Kerstenstraße 49, Weidenstraße 30 und Im Haag 15 sehr hohe Werte des maximalen Vorbeifahrtpegels von 92 dB(A) bis aufgerundet 98 dB(A). Es ist somit hinsichtlich der Vorbeifahrtpegel, insbesondere bei den Güterzügen, eine hohe Störwirkung festzustellen.

Für 2 Gebäude im Bereich Praest (PFA 3.3) wurde eine detaillierte Prognoseberechnung der zu erwartenden Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls erstellt. Wie die Prognoseergebnisse zeigen liegen die erwarteten Erschütterungsimmissionen in den Gebäuden IO 1 und IO 2 oberhalb der Anhaltswerte der DIN 4150-2. Die Prognosewerte übersteigen die Bestandswerte am IO 1 und IO 2 gleichzeitig um mehr als 20 %. Es sind daher zur Einhaltung der Anhaltswerte für diese Gebäude entsprechende, leistungsfähige Erschütterungsschutzmaßnahmen erforderlich.

Die Prognoseergebnisse zeigen darüber hinaus, dass der Mittelungspegel des sekundären Luftschalls (Nacht) am IO 1 den Orientierungswert überschreitet. Die Bestandswerte werden an allen untersuchten Gebäuden um deutlich mehr als 2 dB erhöht. Es sind daher zur Einhaltung der Orientierungswerte für das Gebäude IO 1 (Kerstenstraße 49) Schutzmaßnahmen zur Minderung des sekundären Luftschalls zu empfehlen. Dies gilt insbesondere auch in Anbetracht zu erwartender hoher Werte des maximalen sekundären Luftschalls während der Zugvorbeifahrten im Nachtzeitraum.

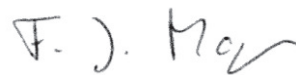
Für die Situation nach dem geplanten Bahnausbau der Betuwelijn ist allgemein an allen untersuchten Gebäuden mit einem Anstieg der Erschütterungseinwirkungen zu rechnen. Die Ursache dafür ist das zusätzliche Gleis und die Erhöhung der Zugverkehrszahlen, insbesondere der Güterzüge in der Nacht.

Zukünftig ist, wie die Prognoseergebnisse zeigen, beim sekundären Luftschall allgemein mit einem deutlichen Anstieg zu rechnen. Dieser Umstand macht deutlich wie dringend entsprechende Schutzmaßnahmen zur Verminderung des sekundären Luftschalls zu empfehlen sind. Zudem ist zu prüfen, ob nicht seitens der Planfeststellungsbehörden Auflagen hinsichtlich des zulässigen maximalen sekundären Luftschalls während der Zugvorbeifahrten angezeigt sind.

Greifenberg, 01.02.2012



i.A. Christian Angerer



i.A. Franz J. Maget

ACCON GmbH
Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik

Quellenverzeichnis

Für die Untersuchung wurden folgende Grundlagen herangezogen:

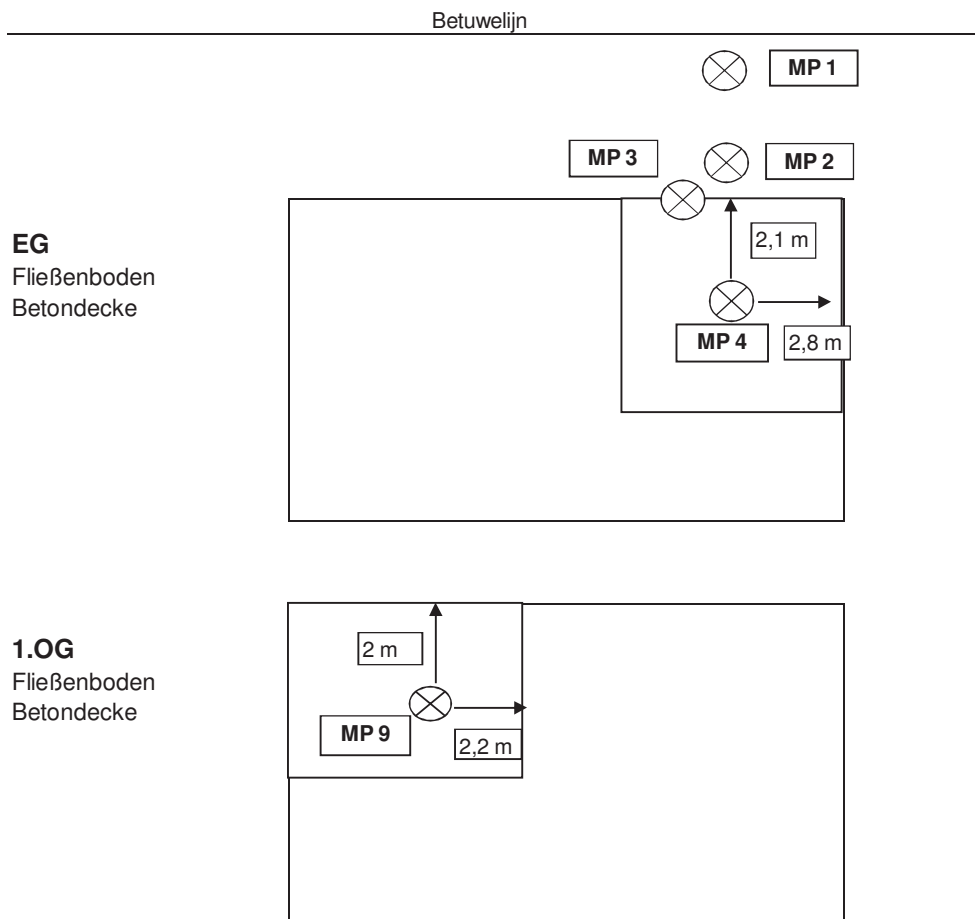
- [1] DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [2] DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999
- [3] DIN 45669-1 „Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung“, September 2010
- [4] DIN 45669-2 „Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 2: Messverfahren“, Juni 2005
- [5] Körperschall und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, Deutsche Bahn AG, August 1996

Anlage 1

Position Erschütterungsmesspunkte

Lage der Messpunkte

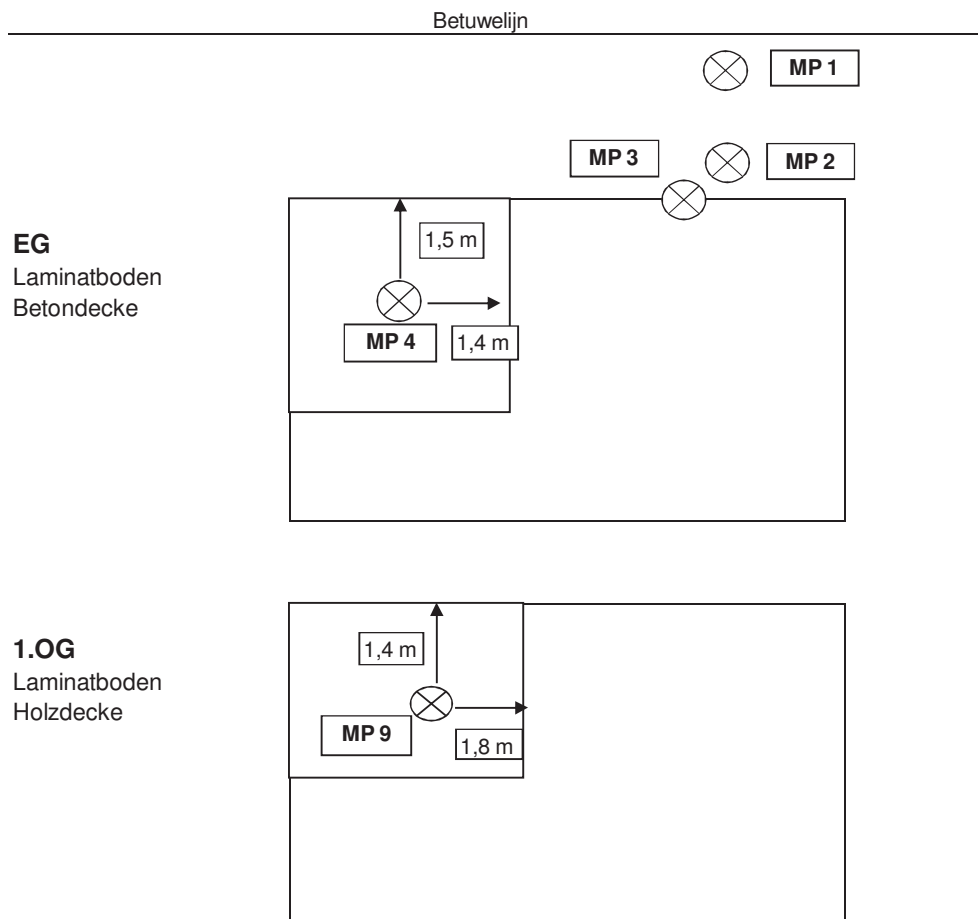
Messort: Kerstenstr. 49, Praest
Messtag: 22.09.2009



Zeichnung nicht maßstäblich

Lage der Messpunkte

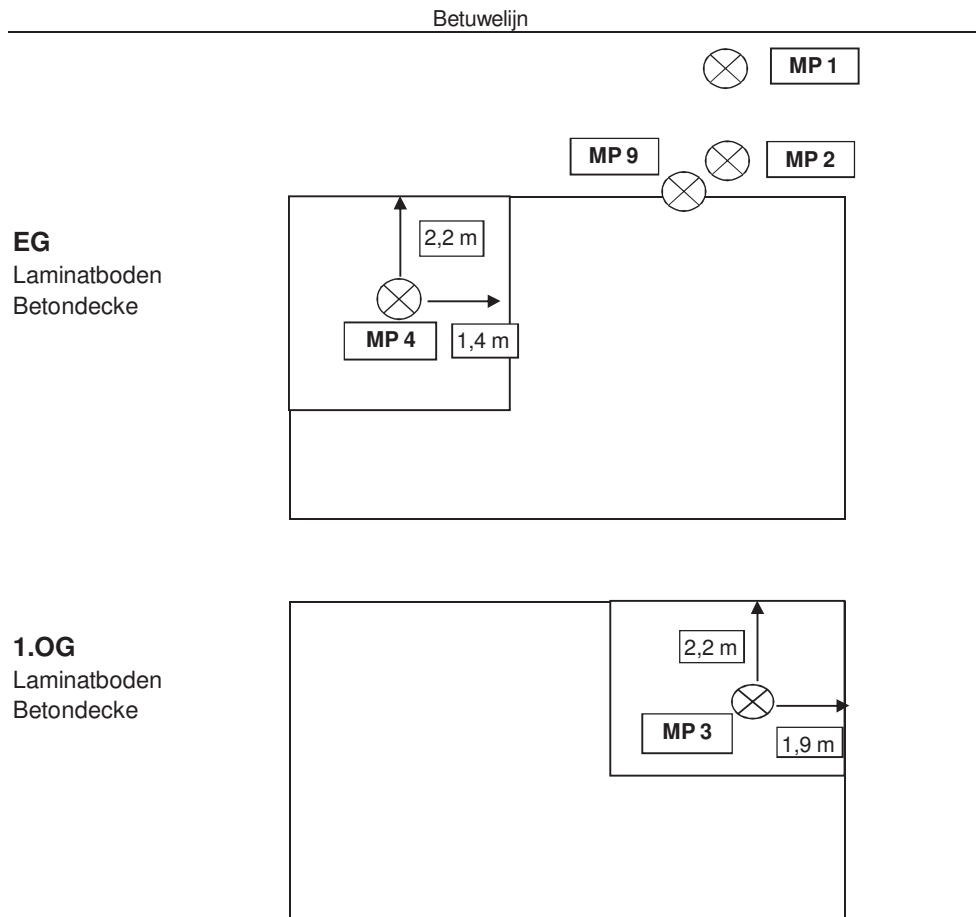
Messort: Bahnhof 232, Praest
Messtag: 22.09.2009



Zeichnung nicht maßstäblich

Lage der Messpunkte

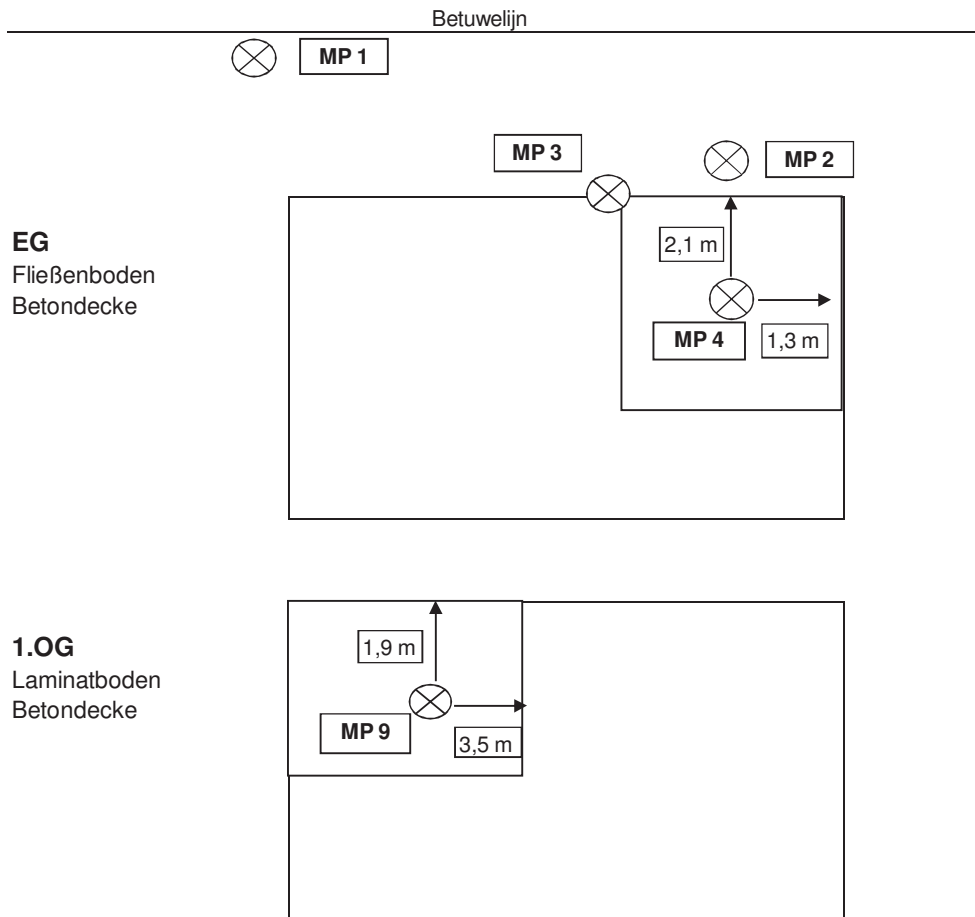
Messort: Seufzerallee 28, Emmerich
Messtag: 23.09.2009



Zeichnung nicht maßstäblich

Lage der Messpunkte

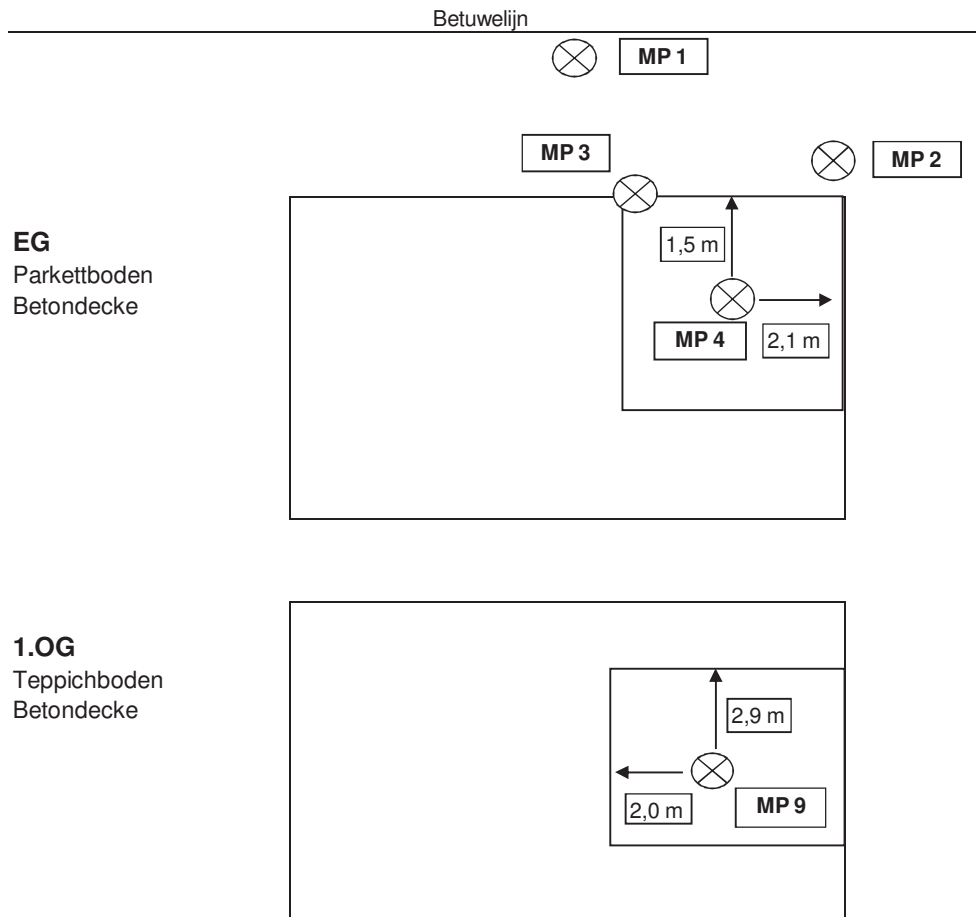
Messort: Jürgensstr. 33, Emmerich
Messtag: 23.09.2009



Zeichnung nicht maßstäblich

Lage der Messpunkte

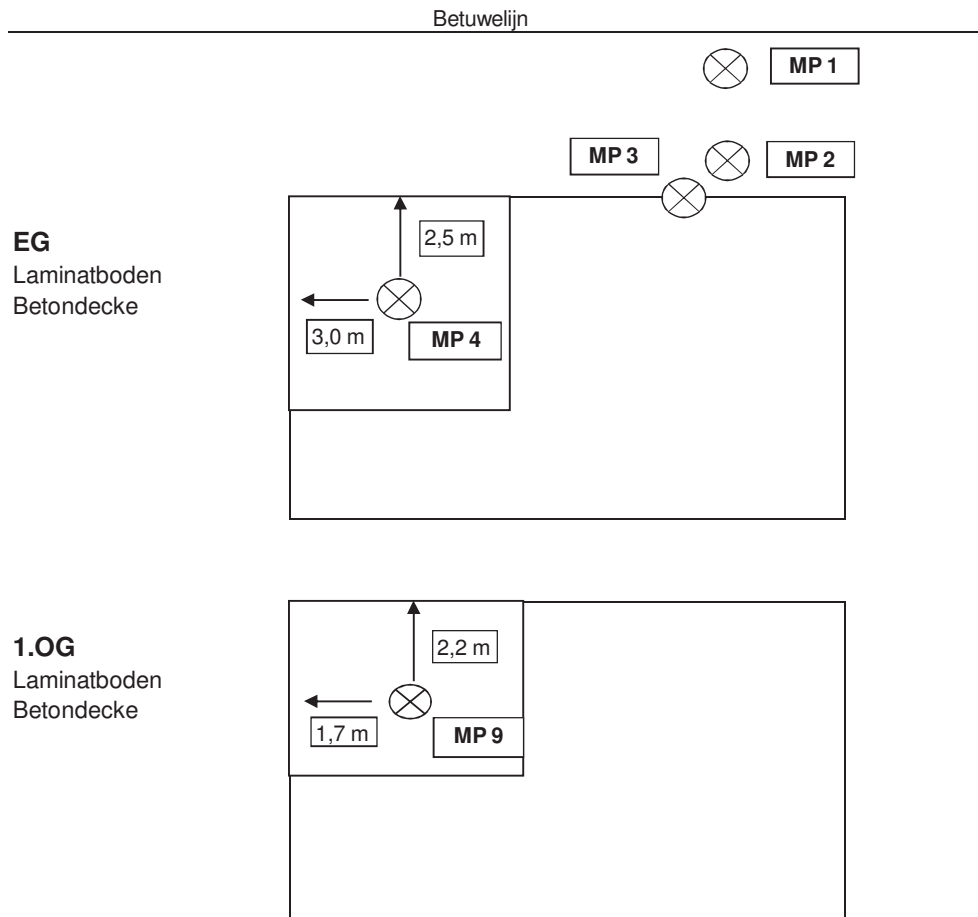
Messort: Weidenstr. 30, Hütthum
Messtag: 24.09.2009



Zeichnung nicht maßstäblich

Lage der Messpunkte

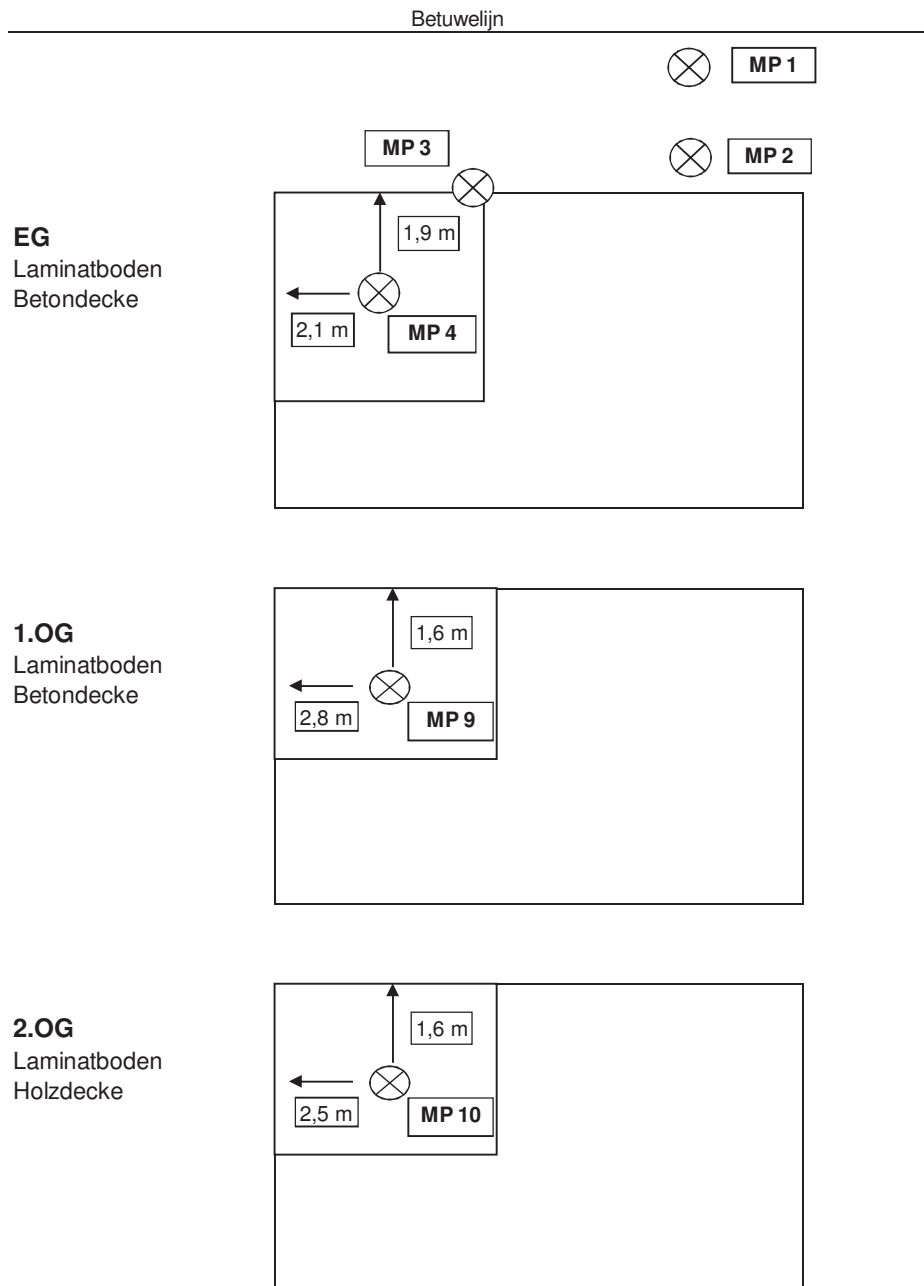
Messort: In der Laar 43, Hülthum
Messtag: 24.09.2009



Zeichnung nicht maßstäblich

Lage der Messpunkte

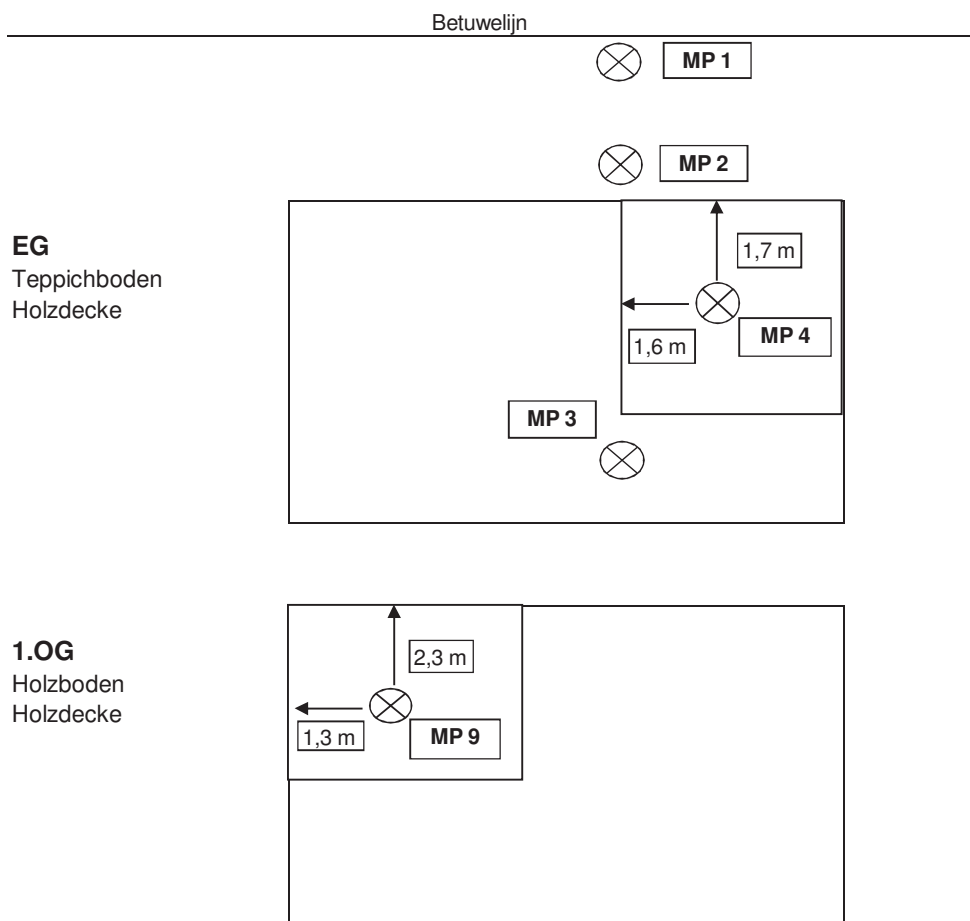
Messort: Lobither Str. 13, Elten
Messtag: 25.09.2009



Zeichnung nicht maßstäblich

Lage der Messpunkte

Messort: Im Haag 15, Elten
Messtag: 25.09.2009



Zeichnung nicht maßstäblich

Anlage 2

Ergebnisse Erschütterungsmessung

Messergebnisse

Messort: IO 1, Kerstenstraße 49
 Messtag: 22.09.2009

Maximale bewertete Schwingstärke:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	09:17	RB	152	0,105	0,157	0,163
2	09:36	ICE	147	0,178	0,208	0,276
3	09:44	RB	155	0,269	0,248	0,333
4	09:51	Lok	80	0,096	0,135	0,243
5	09:56	GZ	92	0,098	0,120	0,187
6	10:03	ICE	149	0,149	0,178	0,199
7	10:15	RB	143	0,091	0,103	0,191
8	10:21	GZ	83	0,129	0,149	0,150
9	10:40	RB	152	0,190	0,232	0,338
10	11:13	GZ	89	0,192	0,213	0,306
11	11:18	RB	128	0,098	0,139	0,217
12	11:24	GZ	90	0,076	0,127	0,177
13	11:33	GZ	100	0,228	0,265	0,366
14	11:35	GZ	86	0,099	0,125	0,171
15	11:40	GZ	85	0,110	0,201	0,199
16	11:53	RB	115	0,165	0,190	0,262
17	11:59	ICE	150	0,321	0,234	0,283
18	12:01	ICE	150	0,180	0,210	0,181

Messergebnisse

Messort: IO 1, Kerstenstraße 49
 Messtag: 22.09.2009

Maximale Schwinggeschwindigkeit:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	09:17	RB	152	0,359	0,523	0,582
2	09:36	ICE	147	0,627	0,718	0,833
3	09:44	RB	155	0,696	0,869	1,045
4	09:51	Lok	80	0,351	0,501	0,596
5	09:56	GZ	92	0,395	0,490	0,571
6	10:03	ICE	149	0,526	0,638	0,690
7	10:15	RB	143	0,318	0,351	0,512
8	10:21	GZ	83	0,466	0,529	0,522
9	10:40	RB	152	0,571	0,805	0,945
10	11:13	GZ	89	0,767	0,831	1,006
11	11:18	RB	128	0,332	0,465	0,650
12	11:24	GZ	90	0,290	0,463	0,584
13	11:33	GZ	100	0,753	0,909	0,981
14	11:35	GZ	86	0,324	0,432	0,517
15	11:40	GZ	85	0,317	0,559	0,552
16	11:53	RB	115	0,525	0,659	0,794
17	11:59	ICE	150	1,012	0,913	0,997
18	12:01	ICE	150	0,600	0,772	0,617

Messergebnisse

Messort: IO 2, Bahnweg 232

Messtag: 22.09.2009

Maximale bewertete Schwingstärke:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	13:27	GZ	80	0,090	0,339	0,149
2	13:33	GZ	75	0,084	0,191	0,177
3	13:43	RB	152	0,069	0,307	0,277
4	13:49	GZ	86	0,044	0,186	0,187
5	13:58	ICE	156	0,070	0,238	0,274
6	14:04	GZ	86	0,072	0,190	0,262
7	14:04	ICE	148	0,052	0,206	0,157
8	14:10	GZ	84	0,148	0,296	0,637
9	14:16	RB	97	0,042	0,193	0,081
10	14:30	GZ	86	0,162	0,384	0,617
11	14:40	RB	153	0,067	0,305	0,293
12	14:52	GZ	97	0,061	0,227	0,240
13	14:59	GZ	77	0,124	0,281	0,242
14	15:19	RB	153	0,082	0,264	0,170
15	15:25	GZ	86	0,078	0,236	0,194
16	15:48	RB	25	0,012	0,059	0,071
17	15:56	GZ	85	0,095	0,207	0,239
18	16:00	ICE	100	0,032	0,108	0,133
19	16:09	ICE	151	0,050	0,221	0,152
20	16:10	GZ	99	0,086	0,209	0,273
21	16:17	GZ	57	0,079	0,150	0,241
22	16:21	RB	157	0,092	0,236	0,124
23	16:26	GZ	65	0,104	0,239	0,225
24	16:27	GZ	94	0,069	0,285	0,234
25	16:40	RB (S-Bahn)	105	0,021	0,070	0,069
26	16:40	RB	147	0,073	0,347	0,294

Messergebnisse

Messort: IO 2, Bahnweg 232

Messtag: 22.09.2009

Maximale Schwinggeschwindigkeit:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	13:27	GZ	80	0,198	0,789	0,401
2	13:33	GZ	75	0,238	0,564	0,561
3	13:43	RB	152	0,213	0,672	0,631
4	13:49	GZ	86	0,151	0,451	0,482
5	13:58	ICE	156	0,219	0,587	0,626
6	14:04	GZ	86	0,231	0,542	0,675
7	14:04	ICE	148	0,191	0,454	0,373
8	14:10	GZ	84	0,406	0,742	1,160
9	14:16	RB	97	0,141	0,380	0,243
10	14:30	GZ	86	0,377	0,881	1,162
11	14:40	RB	153	0,210	0,677	0,646
12	14:52	GZ	97	0,205	0,536	0,609
13	14:59	GZ	77	0,378	0,628	0,623
14	15:19	RB	153	0,262	0,607	0,438
15	15:25	GZ	86	0,305	0,706	0,475
16	15:48	RB	25	0,039	0,140	0,147
17	15:56	GZ	85	0,365	0,630	0,586
18	16:00	ICE	100	0,110	0,271	0,304
19	16:09	ICE	151	0,171	0,501	0,382
20	16:10	GZ	99	0,328	0,639	0,694
21	16:17	GZ	57	0,273	0,464	0,537
22	16:21	RB	157	0,273	0,513	0,374
23	16:26	GZ	65	0,260	0,533	0,556
24	16:27	GZ	94	0,249	0,776	0,621
25	16:40	RB (S-Bahn)	105	0,072	0,184	0,190
26	16:40	RB	147	0,231	0,782	0,655

Messergebnisse

Messort: IO 3, Seufzerallee 28

Messtag: 23.09.2009

Maximale bewertete Schwingstärke:

Zugdaten				MP 3 1.Obergeschoss vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 Fundament vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	09:03	GZ	47	0,106	0,125	0,042
2	09:13	GZ	15	0,047	0,035	0,026
3	09:20	GZ	28	0,046	0,043	0,034
4	09:28	ICE	116	0,071	0,090	0,070
5	09:29	GZ	40	0,079	0,105	0,033
6	09:37	GZ	50	0,081	0,074	0,029
7	09:40	GZ	53	0,095	0,173	0,050
8	09:49	GZ	35	0,087	0,067	0,039
9	10:05	ICE	80	0,084	0,111	0,056
10	10:21	GZ	70	0,138	0,126	0,099
11	10:36	GZ	40	0,068	0,099	0,035
12	10:54	GZ	35	0,053	0,084	0,030
13	11:02	GZ	65	0,270	0,189	0,063
14	11:15	GZ	66	0,236	0,217	0,063
15	11:27	GZ	66	0,191	0,281	0,053
16	11:32	GZ	47	0,072	0,085	0,041
17	11:39	fehlauslösung	-	0,014	0,018	0,009
18	11:40	GZ	37	0,049	0,061	0,041
19	11:47	GZ	35	0,077	0,161	0,042
20	11:56	ICE	90	0,079	0,094	0,063
21	12:08	ICE	96	0,071	0,114	0,049

Messergebnisse

Messort: IO 3, Seufzerallee 28

Messtag: 23.09.2009

Maximale Schwinggeschwindigkeit:

Zugdaten				MP 3 1.Obergeschoss vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 Fundament vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	09:03	GZ	47	0,255	0,369	0,163
2	09:13	GZ	15	0,170	0,130	0,098
3	09:20	GZ	28	0,116	0,142	0,092
4	09:28	ICE	116	0,251	0,322	0,202
5	09:29	GZ	40	0,271	0,318	0,116
6	09:37	GZ	50	0,195	0,217	0,102
7	09:40	GZ	53	0,273	0,495	0,176
8	09:49	GZ	35	0,256	0,236	0,126
9	10:05	ICE	80	0,304	0,366	0,192
10	10:21	GZ	70	0,437	0,404	0,277
11	10:36	GZ	40	0,224	0,271	0,117
12	10:54	GZ	35	0,187	0,233	0,104
13	11:02	GZ	65	0,513	0,451	0,201
14	11:15	GZ	66	0,505	0,638	0,241
15	11:27	GZ	66	0,545	0,784	0,193
16	11:32	GZ	47	0,238	0,257	0,145
17	11:39	fehlauslösung	-	0,051	0,068	0,031
18	11:40	GZ	37	0,204	0,204	0,131
19	11:47	GZ	35	0,297	0,432	0,147
20	11:56	ICE	90	0,271	0,329	0,191
21	12:08	ICE	96	0,251	0,353	0,171

Messergebnisse

Messort: IO 4, Jürgensstraße 33
 Messtag: 23.09.2009

Maximale bewertete Schwingstärke:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	13:32	GZ	90	0,032	0,064	0,103
2	13:57	ICE	118	0,040	0,044	0,074
3	14:05	ICE	111	0,024	0,033	0,037
4	14:17	GZ	85	0,077	0,091	0,158
5	14:25	GZ	60	0,024	0,093	0,083
6	14:36	GZ	40	0,029	0,040	0,046
7	14:45	GZ	92	0,079	0,099	0,138
8	15:02	GZ	82	0,069	0,086	0,090
9	15:27	GZ	96	0,131	0,130	0,164
10	15:41	GZ	88	0,033	0,045	0,049
11	15:48	GZ	80	0,033	0,051	0,092
12	15:50	GZ	30	0,032	0,043	0,039
13	15:50	ICE	115	0,039	0,044	0,068
14	16:07	ICE	110	0,019	0,028	0,037
15	14:36	GZ	66	0,025	0,041	0,044

Messergebnisse

Messort: IO 4, Jürgensstraße 33
 Messtag: 23.09.2009

Maximale Schwinggeschwindigkeit:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	13:32	GZ	90	0,100	0,198	0,272
2	13:57	ICE	118	0,121	0,144	0,221
3	14:05	ICE	111	0,071	0,100	0,107
4	14:17	GZ	85	0,219	0,300	0,434
5	14:25	GZ	60	0,077	0,191	0,192
6	14:36	GZ	40	0,090	0,134	0,158
7	14:45	GZ	92	0,204	0,268	0,382
8	15:02	GZ	82	0,171	0,217	0,259
9	15:27	GZ	96	0,307	0,353	0,432
10	15:41	GZ	88	0,103	0,155	0,158
11	15:48	GZ	80	0,110	0,166	0,277
12	15:50	GZ	30	0,085	0,091	0,121
13	15:50	ICE	115	0,107	0,134	0,200
14	16:07	ICE	110	0,061	0,092	0,116
15	14:36	GZ	66	0,079	0,116	0,154

Messergebnisse

Messort: IO 5, Weidenstraße 30
 Messtag: 24.09.2009

Maximale bewertete Schwingstärke:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	08:59	Cityline RB	100	0,039	0,064	0,058
2	09:26	ICE	137	0,087	0,133	0,165
3	10:07	ICE	105	0,020	0,043	0,040
4	10:11	GZ	100	0,075	0,182	0,172
5	10:23	GZ	90	0,057	0,094	0,124
6	10:26	GZ	82	0,121	0,339	0,154
7	10:50	GZ	90	0,068	0,136	0,160
8	11:09	GZ	82	0,047	0,248	0,078
9	11:31	GZ	75	0,049	0,069	0,250
10	11:52	ICE	135	0,084	0,145	0,175
11	12:10	ICE	133	0,027	0,054	0,065

Messergebnisse

Messort: IO 5, Weidenstraße 30
 Messtag: 24.09.2009

Maximale Schwinggeschwindigkeit:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	08:59	Cityline RB	100	0,118	0,182	0,181
2	09:26	ICE	137	0,275	0,404	0,461
3	10:07	ICE	105	0,067	0,112	0,117
4	10:11	GZ	100	0,282	0,533	0,535
5	10:23	GZ	90	0,162	0,205	0,298
6	10:26	GZ	82	0,348	0,729	0,513
7	10:50	GZ	90	0,247	0,394	0,464
8	11:09	GZ	82	0,138	0,389	0,237
9	11:31	GZ	75	0,143	0,154	0,407
10	11:52	ICE	135	0,267	0,428	0,494
11	12:10	ICE	133	0,090	0,148	0,193

Messergebnisse

Messort: IO 6, In der Laar 43

Messtag: 24.09.2009

Maximale bewertete Schwingstärke:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	13:41	GZ	70	0,044	0,113	0,064
2	13:51	GZ	72	0,069	0,204	0,157
3	13:54	GZ	60	0,129	0,097	0,107
4	14:02	ICE	125	0,048	0,093	0,107
5	14:11	GZ	65	0,051	0,137	0,090
6	14:12	ICE	110	0,031	0,049	0,062
7	14:23	GZ	65	0,047	0,091	0,087
8	15:02	GZ	65	0,056	0,145	0,098
9	15:06	GZ	78	0,032	0,078	0,070
10	15:31	GZ	77	0,055	0,106	0,083
11	15:41	GZ	80	0,063	0,120	0,113
12	15:56	ICE	125	0,049	0,094	0,108
13	16:09	GZ	67	0,049	0,144	0,117
14	16:19	GZ	75	0,053	0,083	0,090
15	16:24	ICE	105	0,028	0,036	0,052

Messergebnisse

Messort: IO 6, In der Laar 43
 Messtag: 24.09.2009

Maximale Schwinggeschwindigkeit:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	13:41	GZ	70	0,128	0,288	0,230
2	13:51	GZ	72	0,256	0,399	0,437
3	13:54	GZ	60	0,297	0,287	0,327
4	14:02	ICE	125	0,137	0,243	0,294
5	14:11	GZ	65	0,149	0,296	0,272
6	14:12	ICE	110	0,106	0,151	0,196
7	14:23	GZ	65	0,150	0,224	0,267
8	15:02	GZ	65	0,192	0,328	0,347
9	15:06	GZ	78	0,118	0,249	0,268
10	15:31	GZ	77	0,168	0,277	0,302
11	15:41	GZ	80	0,198	0,318	0,398
12	15:56	ICE	125	0,148	0,282	0,277
13	16:09	GZ	67	0,156	0,396	0,382
14	16:19	GZ	75	0,192	0,290	0,353
15	16:24	ICE	105	0,093	0,123	0,156

Messergebnisse

Messort: IO 7, Lobither Straße 13
 Messtag: 25.09.2009

Maximale bewertete Schwingstärke:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	09:21	Cityline	100	0.029	0.060	0.070
2	09:31	ICE	137	0.090	0.095	0.179
3	09:58	Lok	88	0.030	0.058	0.102
4	10:13	ICE	127	0.027	0.028	0.067
5	11:02	Cityline	100	0.027	0.066	0.093
6	11:03	GZ	85	0.072	0.078	0.145
7	11:05	---	---	---	---	---
8	11:06	---	---	---	---	---
9	11:11	---	---	---	---	---
10	11:16	GZ	80	0.094	0.078	0.190
11	11:17	---	---	---	---	---
12	11:44	---	---	---	---	---
13	11:53	ICE	138	0.075	0.149	0.177
14	11:56	GZ	98	0.052	0.075	0.100
15	12:14	ICE	140	0.053	0.047	0.088
16	12:19	---	---	---	---	---

Messergebnisse

Messort: IO 7, Lobither Straße 13
 Messtag: 25.09.2009

Maximale Schwinggeschwindigkeit

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	09:21	Cityline	100	0.089	0.148	0.210
2	09:31	ICE	137	0.245	0.299	0.460
3	09:58	Lok	88	0.108	0.177	0.279
4	10:13	ICE	127	0.092	0.097	0.213
5	11:02	Cityline	100	0.090	0.156	0.290
6	11:03	GZ	85	0.240	0.259	0.462
7	11:05	---	---	---	---	---
8	11:06	---	---	---	---	---
9	11:11	---	---	---	---	---
10	11:16	GZ	80	0.237	0.223	0.483
11	11:17	---	---	---	---	---
12	11:44	---	---	---	---	---
13	11:53	ICE	138	0.208	0.429	0.462
14	11:56	GZ	98	0.168	0.232	0.323
15	12:14	ICE	140	0.161	0.162	0.261
16	12:19	---	---	---	---	---

Messergebnisse

Messort: IO 8, Im Haag 15

Messtag: 25.09.2009

Maximale bewertete Schwingstärke:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	KB(Fmax)	KB(Fmax)	KB(Fmax)
1	13:43	GZ	98	0,170	0,571	0,803
2	13:52	ICE	138	0,137	0,222	0,480
3	13:56	GZ	73	0,248	0,512	1,386
4	14:10	ICE	120	0,127	0,284	0,379
5	14:25	GZ	81	0,212	0,396	1,216
6	14:50	GZ	73	0,169	0,329	1,106
7	15:01	GZ	60	0,061	0,134	0,210
8	15:31	GZ	87	0,253	0,404	0,773
9	15:55	ICE	137	0,140	0,223	0,443
10	00:00	Fehlauslösung	0	0,036	0,037	0,175
11	16:02	GZ	80	0,115	0,311	0,571
12	16:13	ICE	138	0,188	0,260	0,292

Messergebnisse

Messort: IO 8, Im Haag 15

Messtag: 25.09.2009

Maximale Schwinggeschwindigkeit:

Zugdaten				MP 3 Keller vertikal	MP 4 Erdgeschoss vertikal	MP 9 1.Obergeschoss vertikal
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	v in [mm/s]	v in [mm/s]	v in [mm/s]
1	13:43	GZ	98	0,445	1,100	1,742
2	13:52	ICE	138	0,434	0,701	1,199
3	13:56	GZ	73	0,748	1,409	2,339
4	14:10	ICE	120	0,364	0,801	1,106
5	14:25	GZ	81	0,586	1,117	2,242
6	14:50	GZ	73	0,409	0,997	1,996
7	15:01	GZ	60	0,220	0,441	0,429
8	15:31	GZ	87	0,512	0,982	1,741
9	15:55	ICE	137	0,457	0,699	1,189
10	00:00	Fehlauslösung	0	0,098	0,102	0,425
11	16:02	GZ	80	0,388	0,651	1,156
12	16:13	ICE	138	0,452	0,691	0,919

Anlage 3

Ergebnisse Schallmessung

Messergebnisse

Messort: IO 1, Kerstenstraße 49
 Messtag: 22.09.2009

Maximale Vorbeifahrtpegel:

Zugdaten					MP 12 Schallmesspunkt vor Gebäude
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	Gleis	[dB(A)]
1	09:17	RB	152	2	78.7
2	09:36	ICE	147	1	83.4
3	09:44	RB	155	1	83.3
4	09:51	Lok	80	1	71.9
5	09:56	GZ	92	2	87.6
6	10:03	ICE	149	2	76.6
7	10:15	RB	143	2	78.4
8	10:21	GZ	83	2	83.6
9	10:40	RB	152	1	85.6
10	11:13	GZ	89	1	92.0
11	11:18	RB	128	2	78.3
12	11:24	GZ	90	2	89.6
13	11:33	GZ	100	1	91.0
14	11:35	GZ	86	2	77.2
15	11:40	GZ	85	2	82.6
16	11:53	RB	115	1	75.4
17	11:59	ICE	150	1	82.8
18	12:01	ICE	150	2	78.5

Messergebnisse

Messort: IO 4, Jürgensstraße 33
 Messtag: 23.09.2009

Maximale Vorbeifahrtpegel:

Zugdaten					MP 12 Schallmesspunkt vor Gebäude
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	Gleis	[dB(A)]
1	13:32	GZ	90	2	79.0
2	13:57	ICE	118	1	67.7
3	14:05	ICE	111	2	63.5
4	14:17	GZ	85	1	79.8
5	14:25	GZ	60	1	80.5
6	14:36	GZ	40	1	73.9
7	14:45	GZ	92	1	75.0
8	15:02	GZ	82	2	75.9
9	15:27	GZ	96	1	84.0
10	15:41	GZ	88	2	83.3
11	15:48	GZ	80	1	85.3
12	15:50	GZ	30	1	70.1
13	15:50	ICE	115	1	68.2
14	16:07	ICE	110	2	64.2
15	14:36	GZ	66	2	76.2

Messergebnisse

Messort: Weidenstraße 30
 Messtag: 24.09.2009

Maximale Vorbeifahrtpegel:

Zugdaten					MP 12 Schallmesspunkt vor Gebäude
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	Gleis	[dB(A)]
1	08:59	Cityline RB	100	2	83.1
2	09:26	ICE	137	1	89.4
3	10:07	ICE	105	2	74.3
4	10:11	GZ	100	1	93.4
5	10:23	GZ	90	2	85.7
6	10:26	GZ	82	1	95.0
7	10:50	GZ	90	1	95.7
8	11:09	GZ	82	2	89.0
9	11:31	GZ	75	2	86.5
10	11:52	ICE	135	1	89.0
11	12:10	ICE	133	2	77.9

Messergebnisse

Messort: IO 6, In der Laar 43
 Messtag: 24.09.2009

Maximale Vorbeifahrtpegel:

Zugdaten					MP 12 Schallmesspunkt vor Gebäude
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	Gleis	[dB(A)]
1	13:41	GZ	70	1	79.7
2	13:51	GZ	72	2	82.1
3	13:54	GZ	60	1	81.9
4	14:02	ICE	125	1	75.3
5	14:11	GZ	65	1	84.7
6	14:12	ICE	110	2	74.7
7	14:23	GZ	65	1	86.2
8	15:02	GZ	65	1	87.0
9	15:06	GZ	78	2	84.4
10	15:31	GZ	77	2	86.5
11	15:41	GZ	80	2	78.7
12	15:56	ICE	125	1	76.7
13	16:09	GZ	67	2	85.3
14	16:19	GZ	75	1	86.2
15	16:24	ICE	105	2	81.9

Messergebnisse

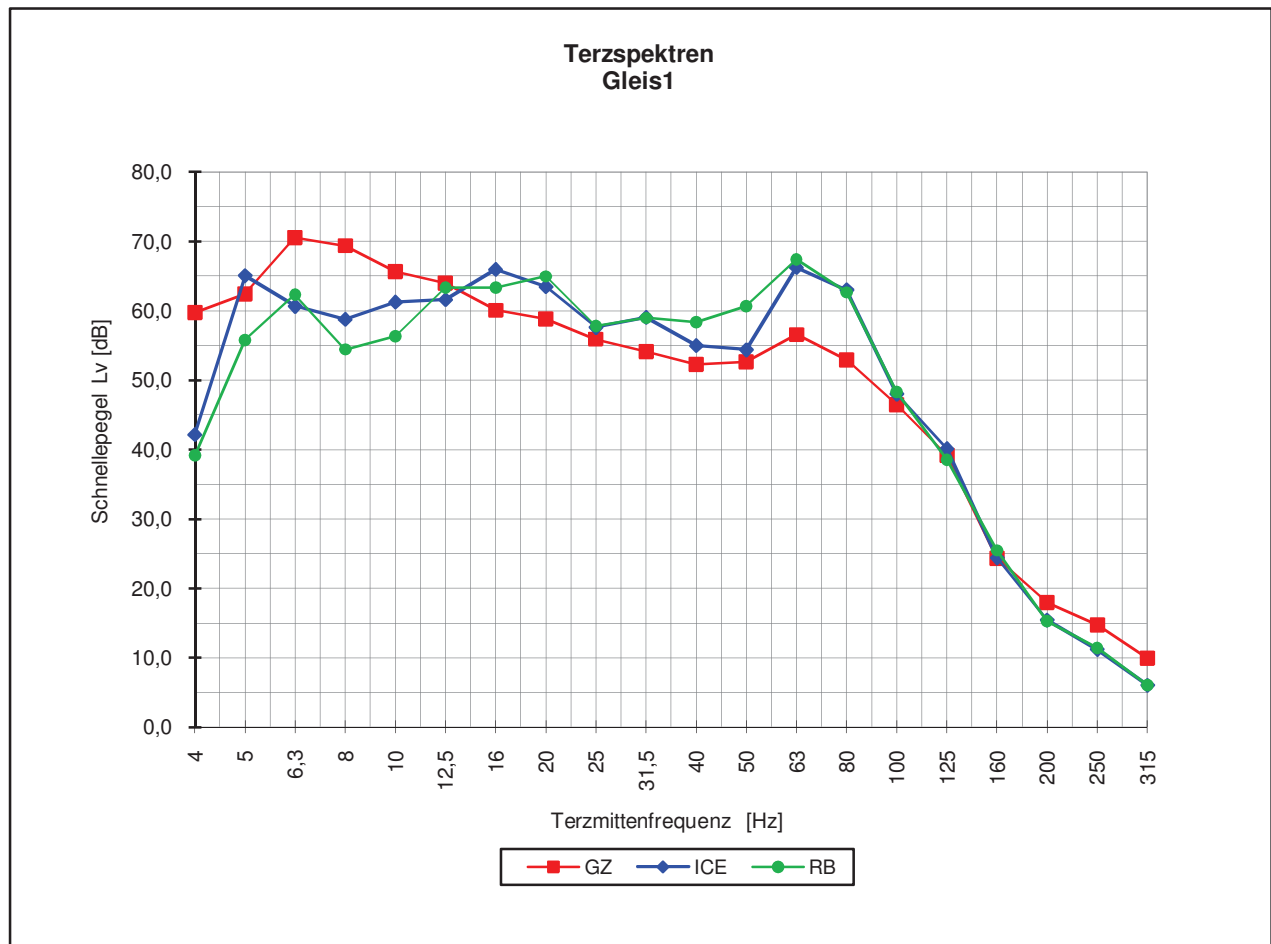
Messort: IO 8, Im Haag 15
 Messtag: 25.09.2009

Maximale Vorbeifahrtpegel:

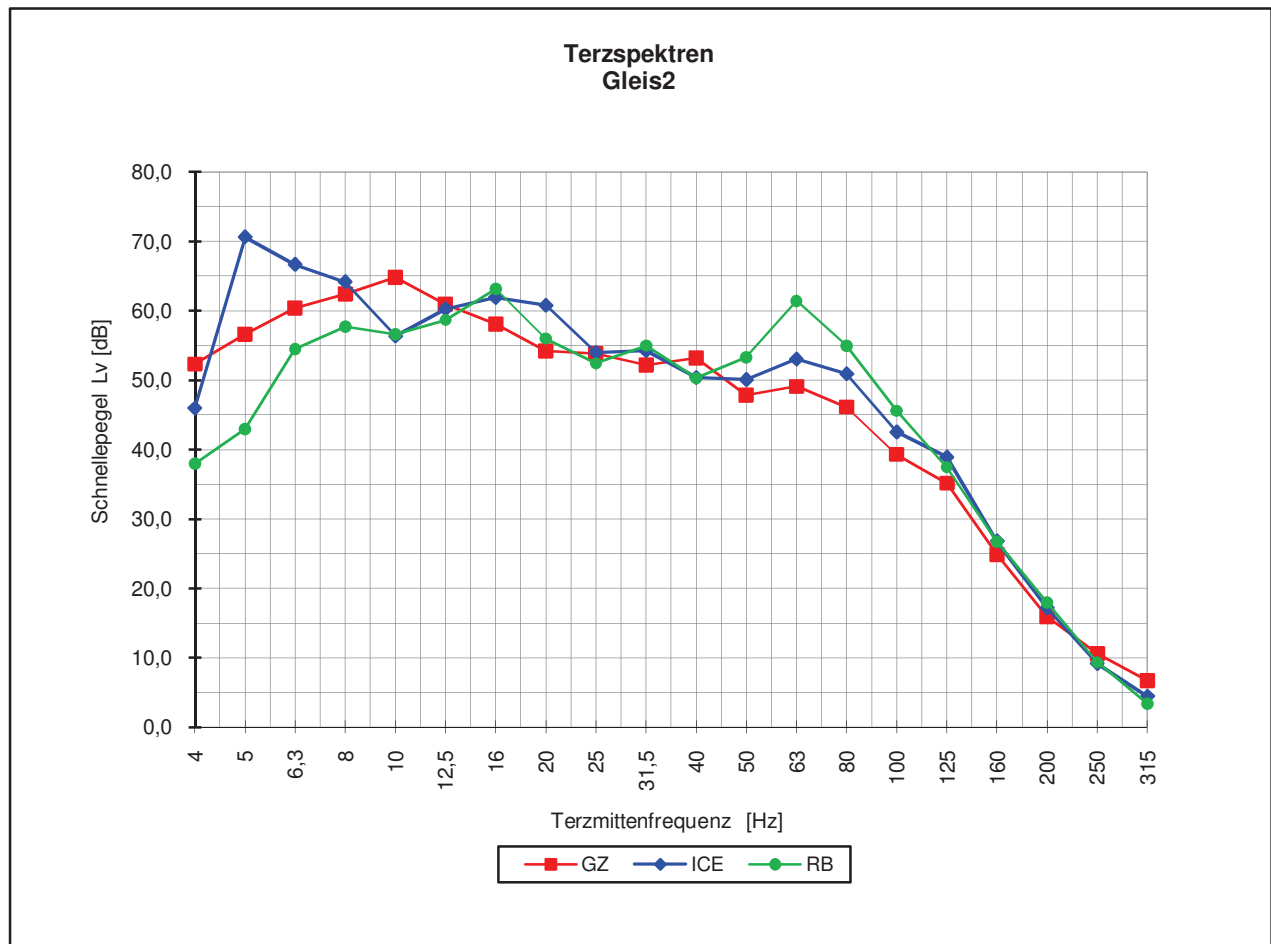
Zugdaten					MP 12 Schallmesspunkt vor Gebäude
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	Gleis	[dB(A)]
1	13:43	GZ	98	2	84.0
2	13:52	ICE	138	1	83.8
3	13:56	GZ	73	2	92.7
4	14:10	ICE	120	2	81.8
5	14:25	GZ	81	2	86.7
6	14:50	GZ	73	1	89.3
7	15:01	GZ	60	1	86.8
8	15:31	GZ	87	2	97.8
9	15:55	ICE	137	1	82.0
10	---	---	---	---	---
11	16:02	GZ	80	1	92.6
12	16:13	ICE	138	2	90.1

Anlage 4

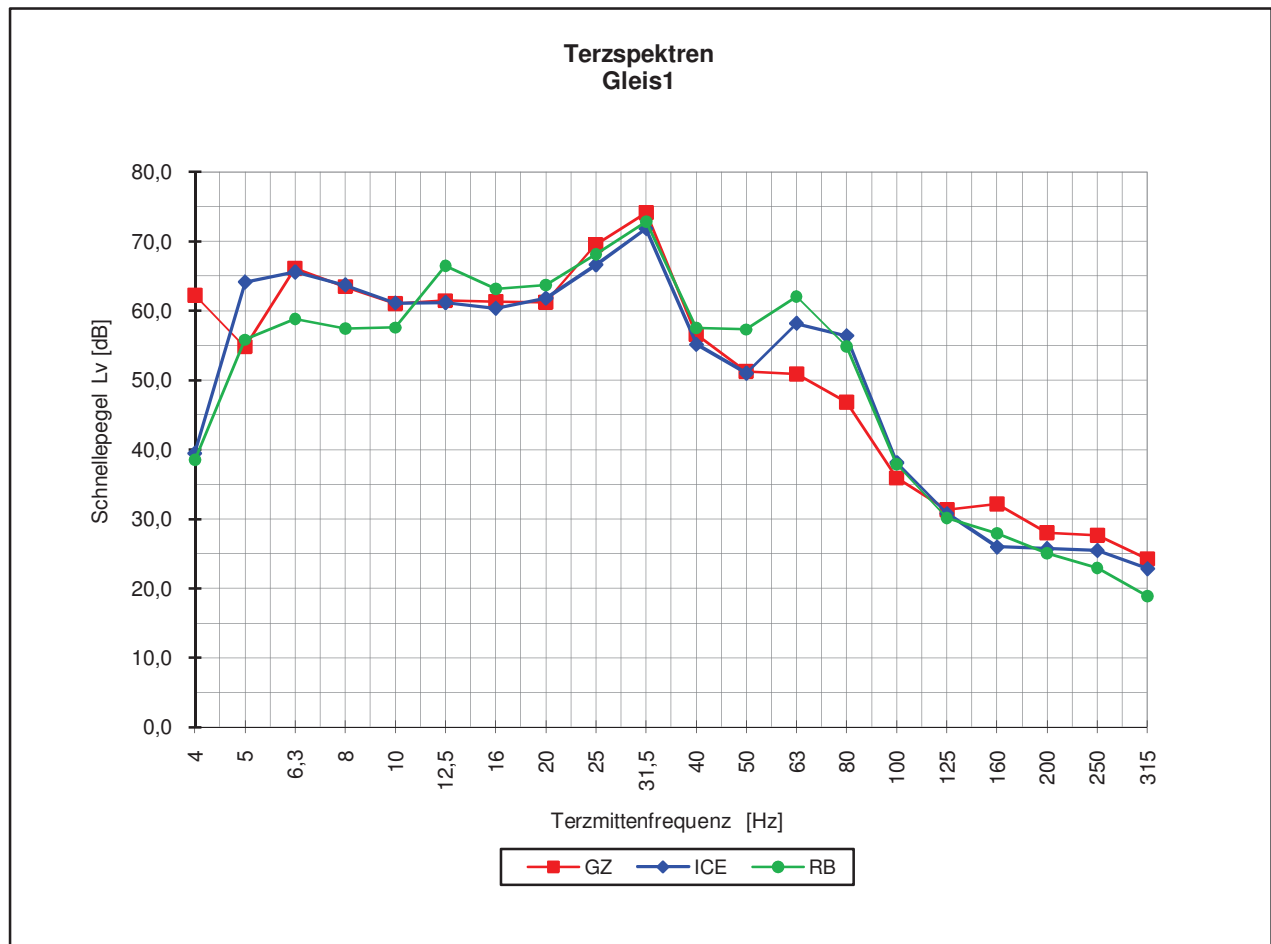
Terzspektren der Erschütterungsmessung



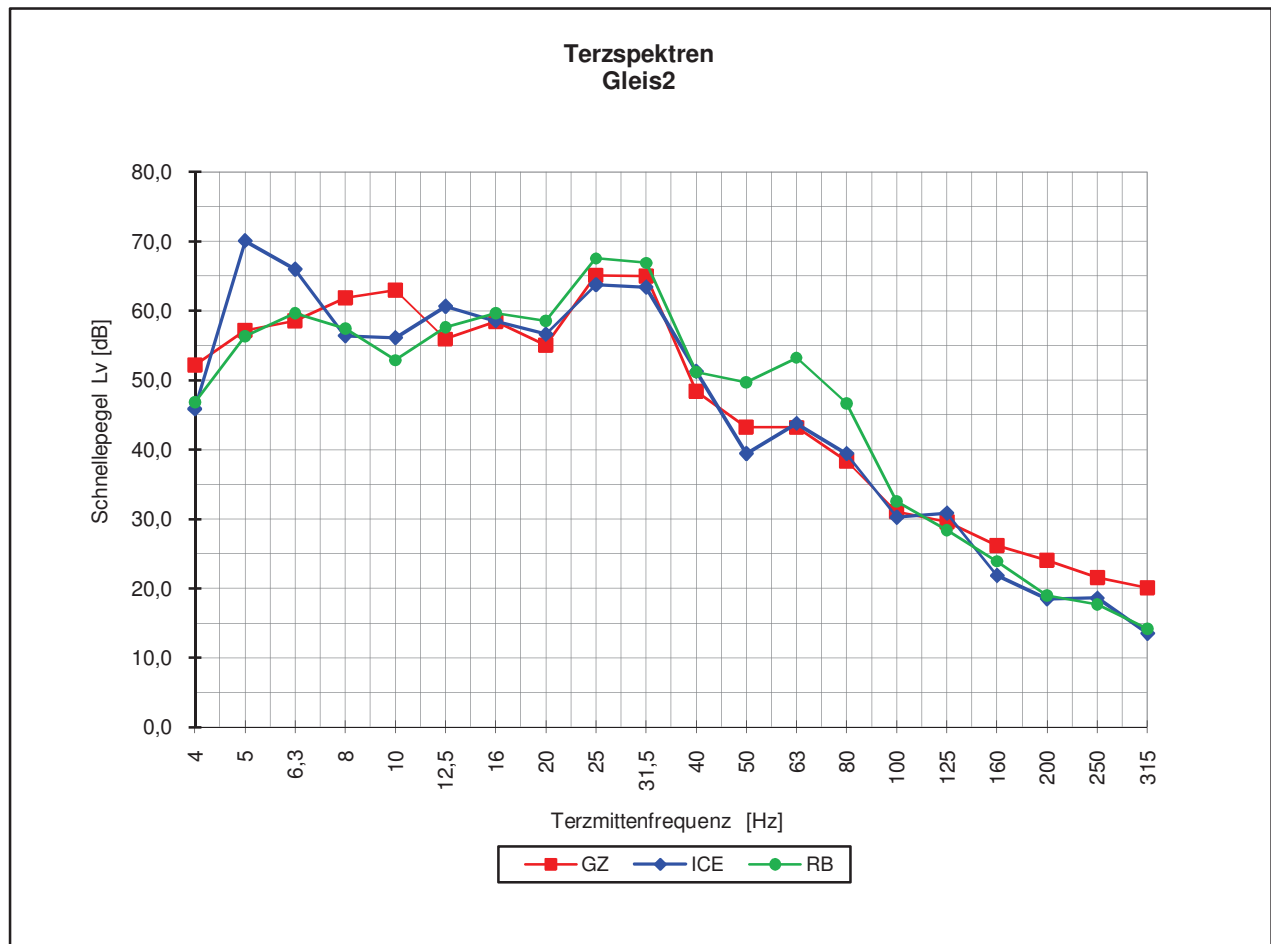
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



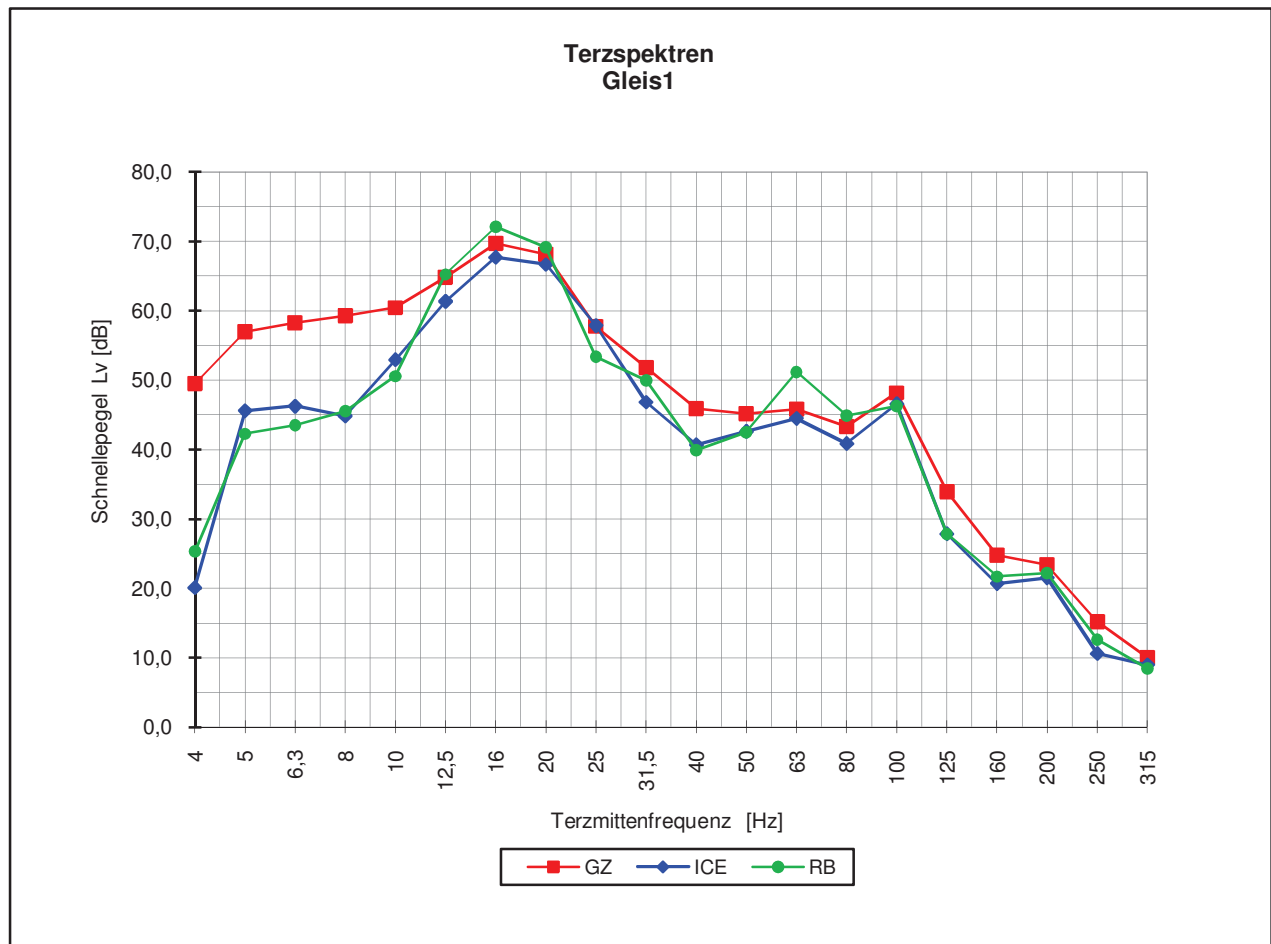
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



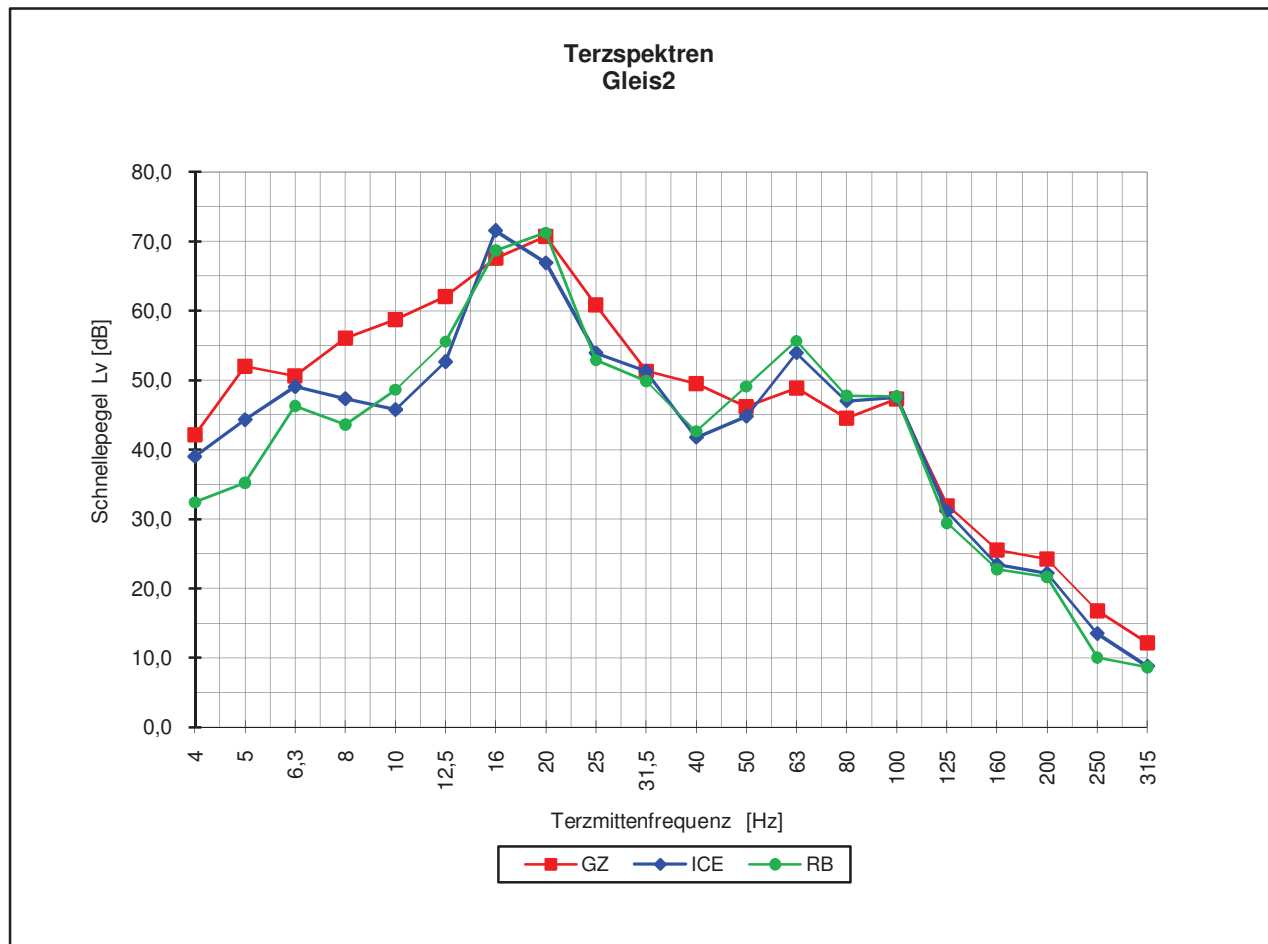
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



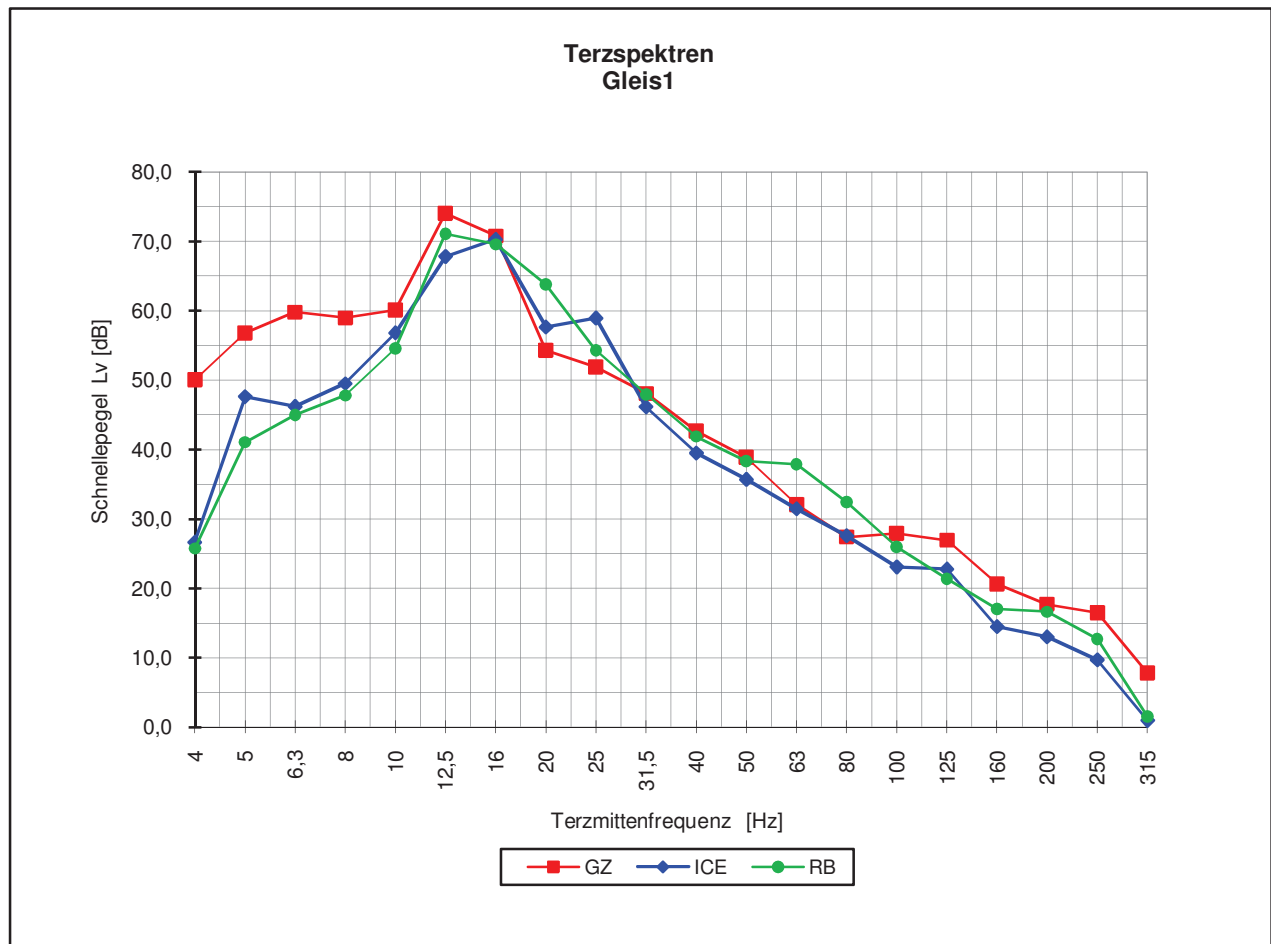
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



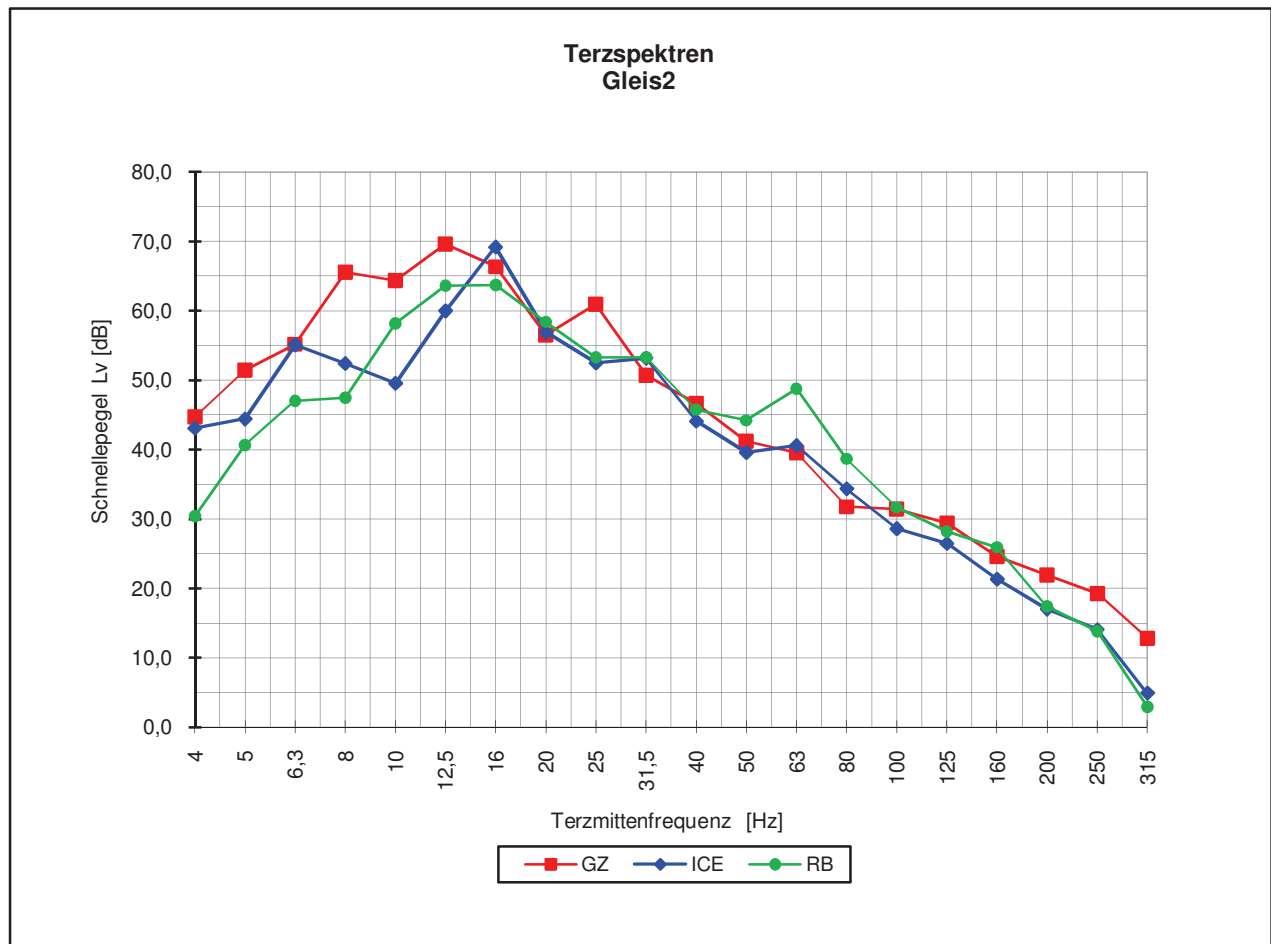
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



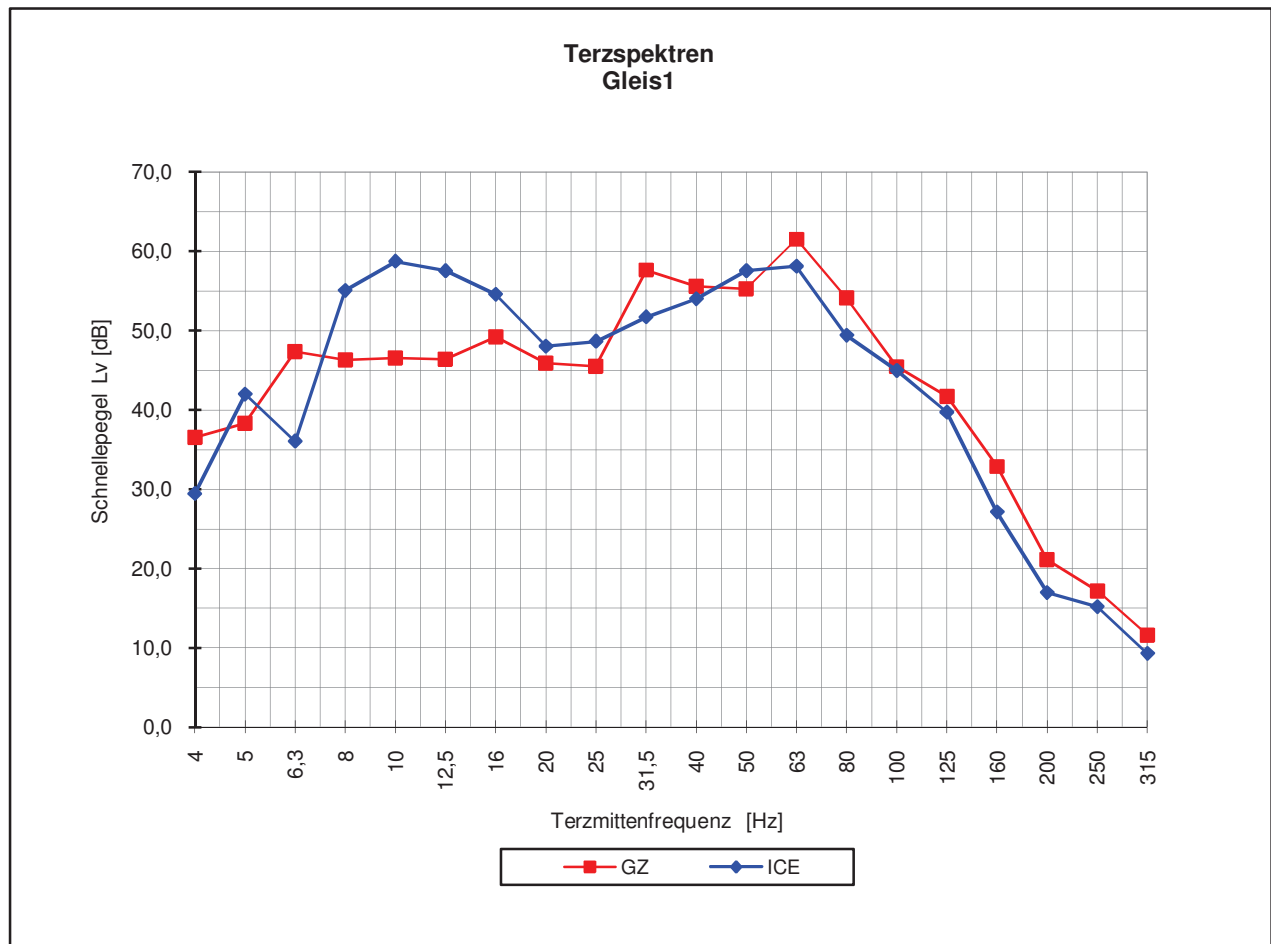
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



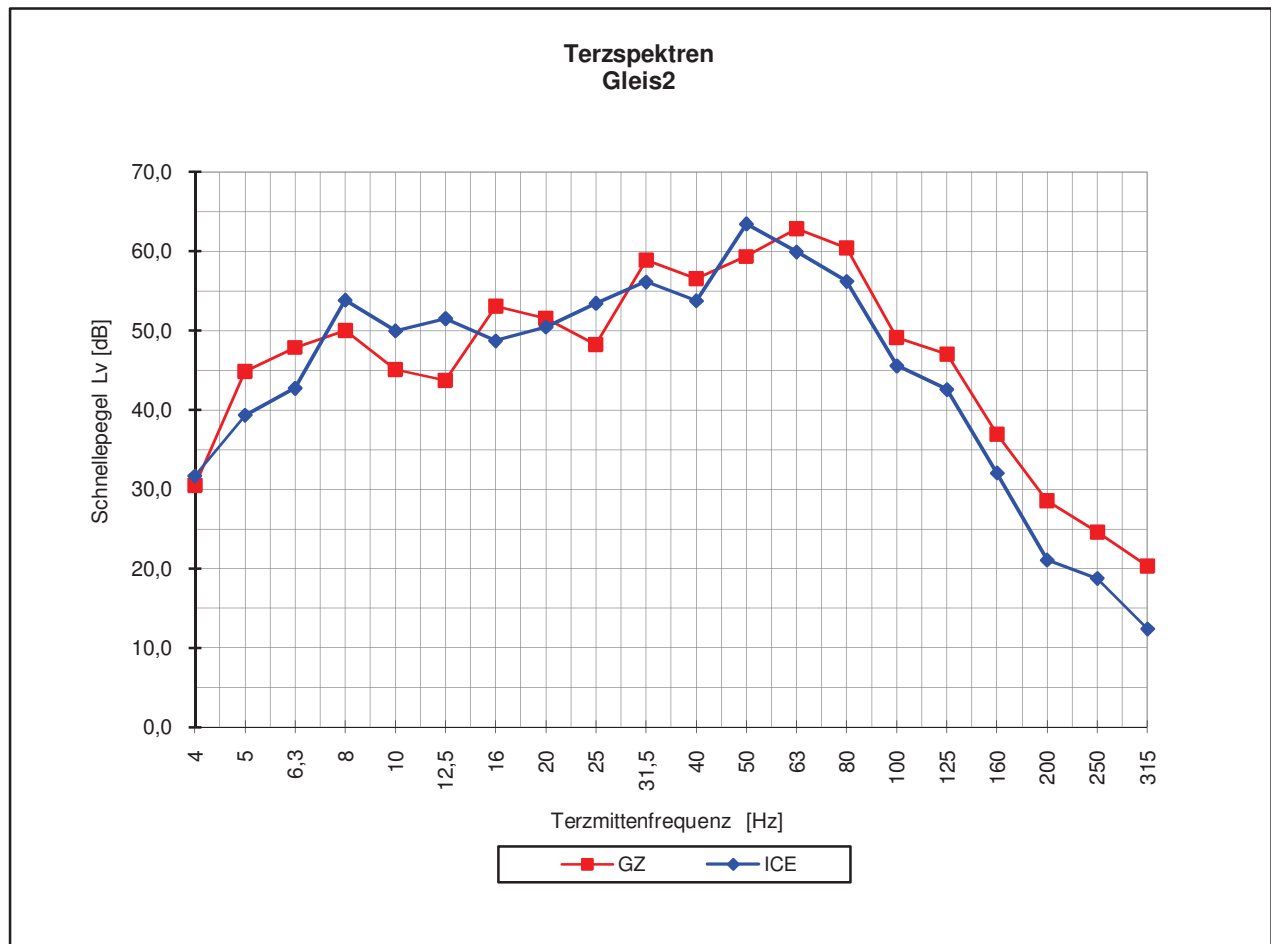
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



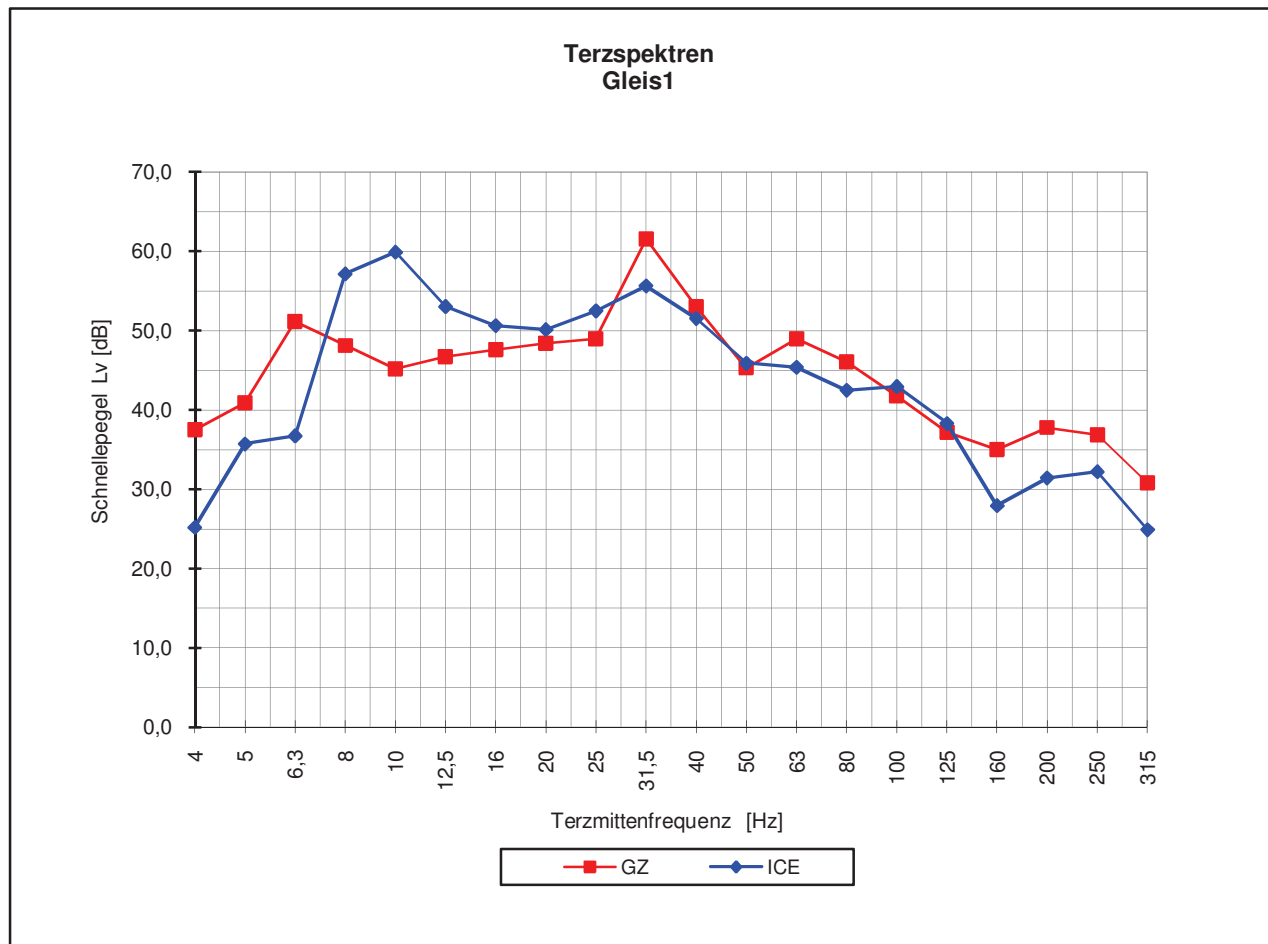
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



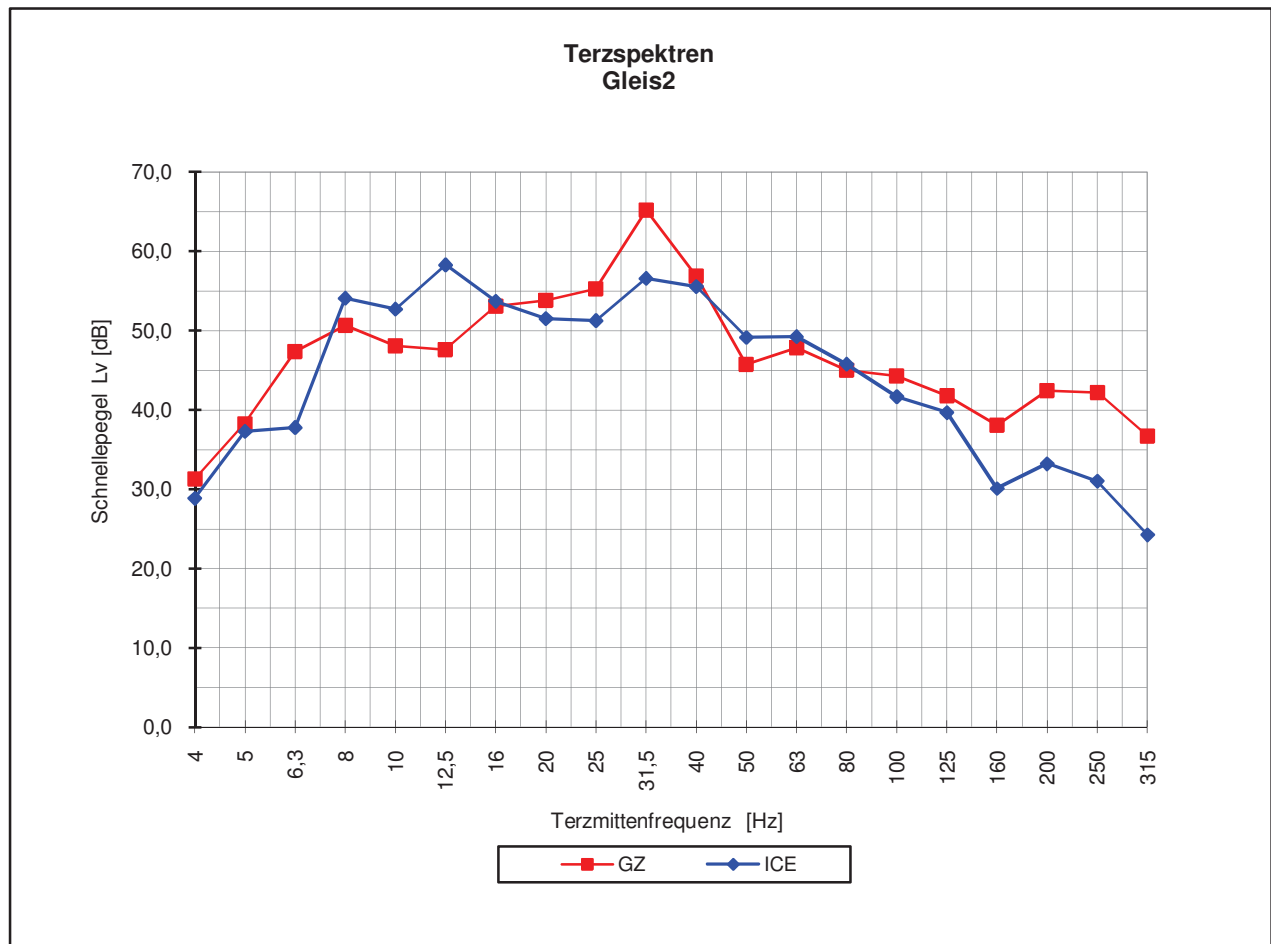
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



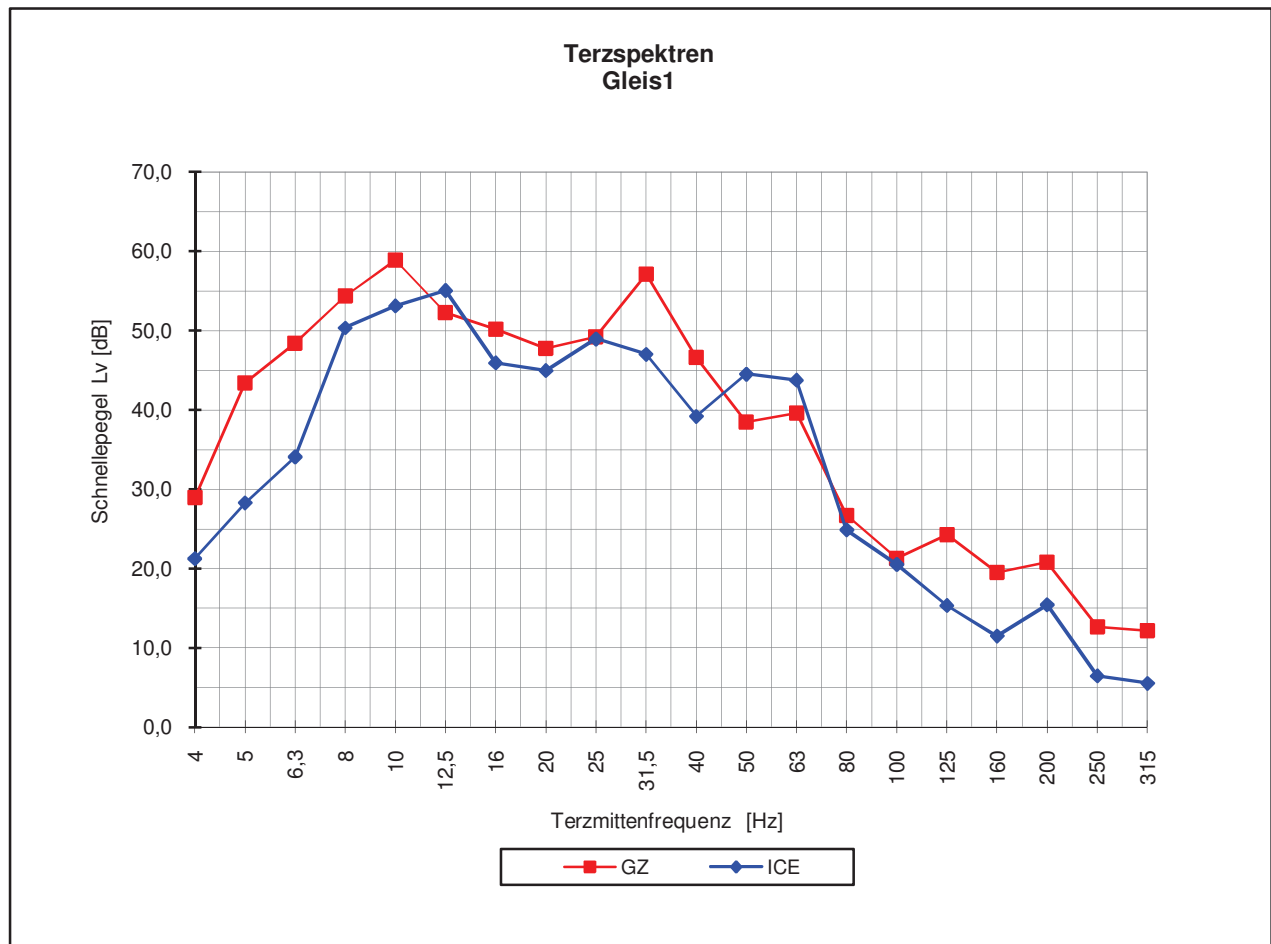
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



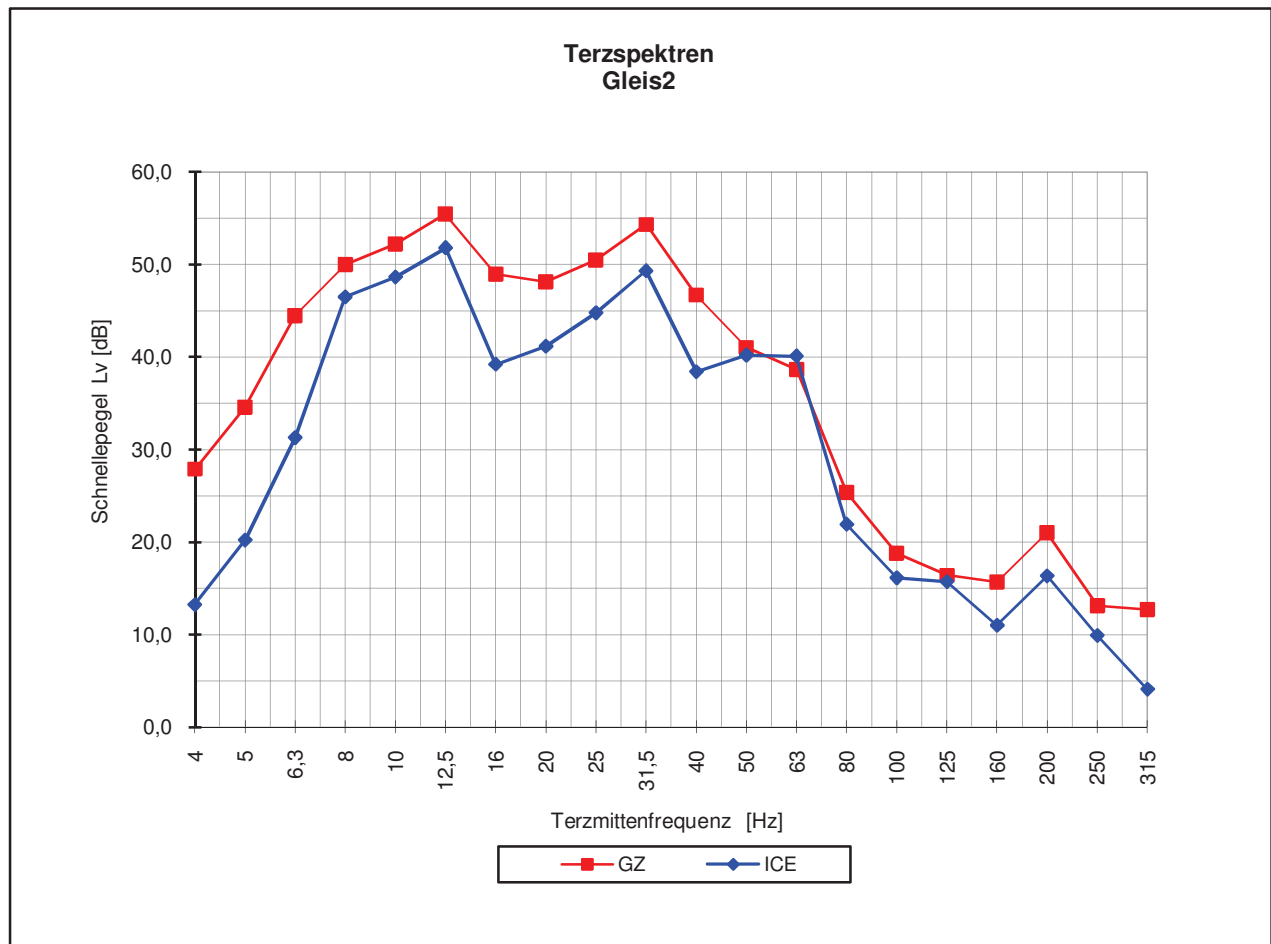
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



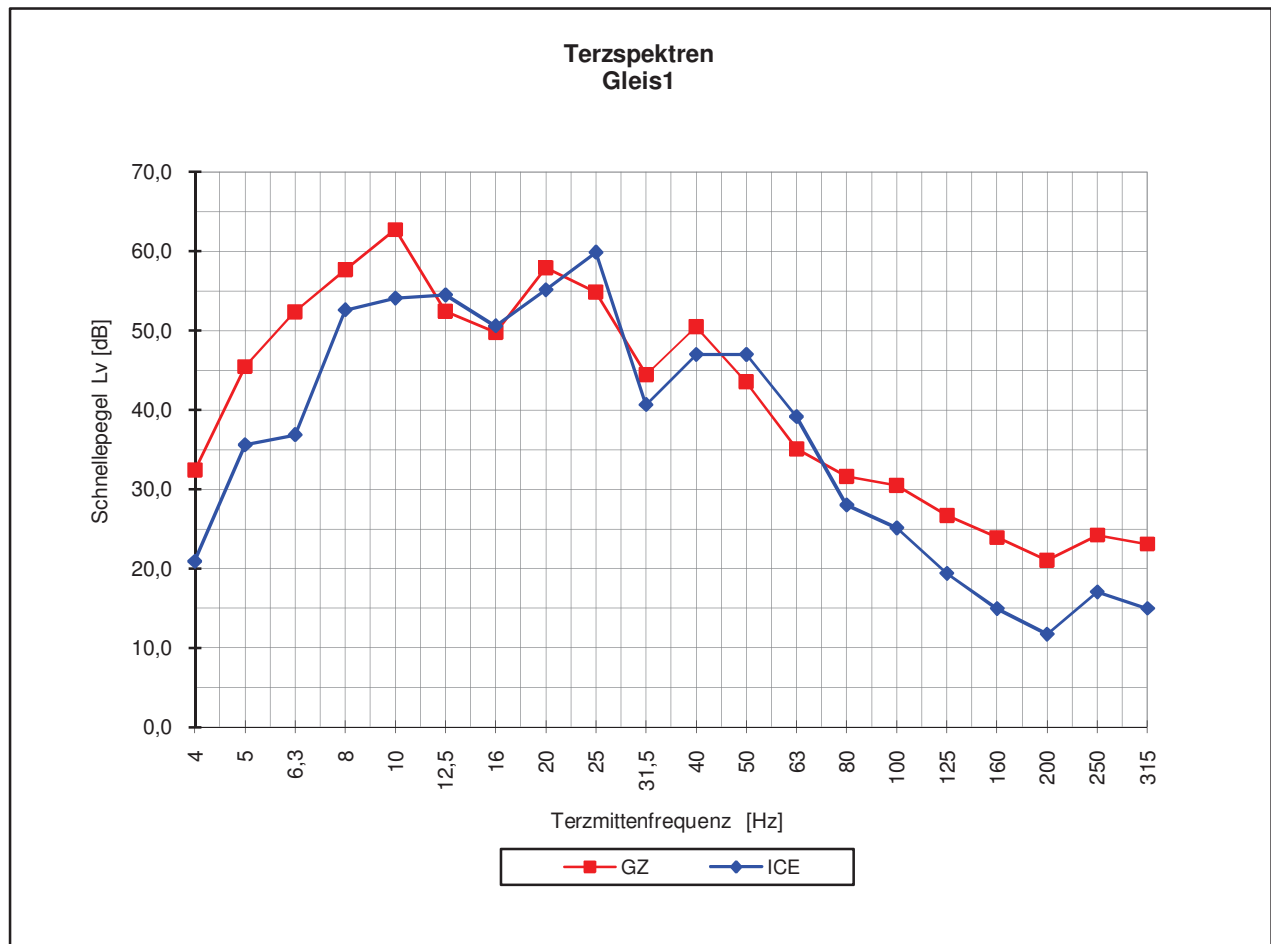
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8}$ m/s



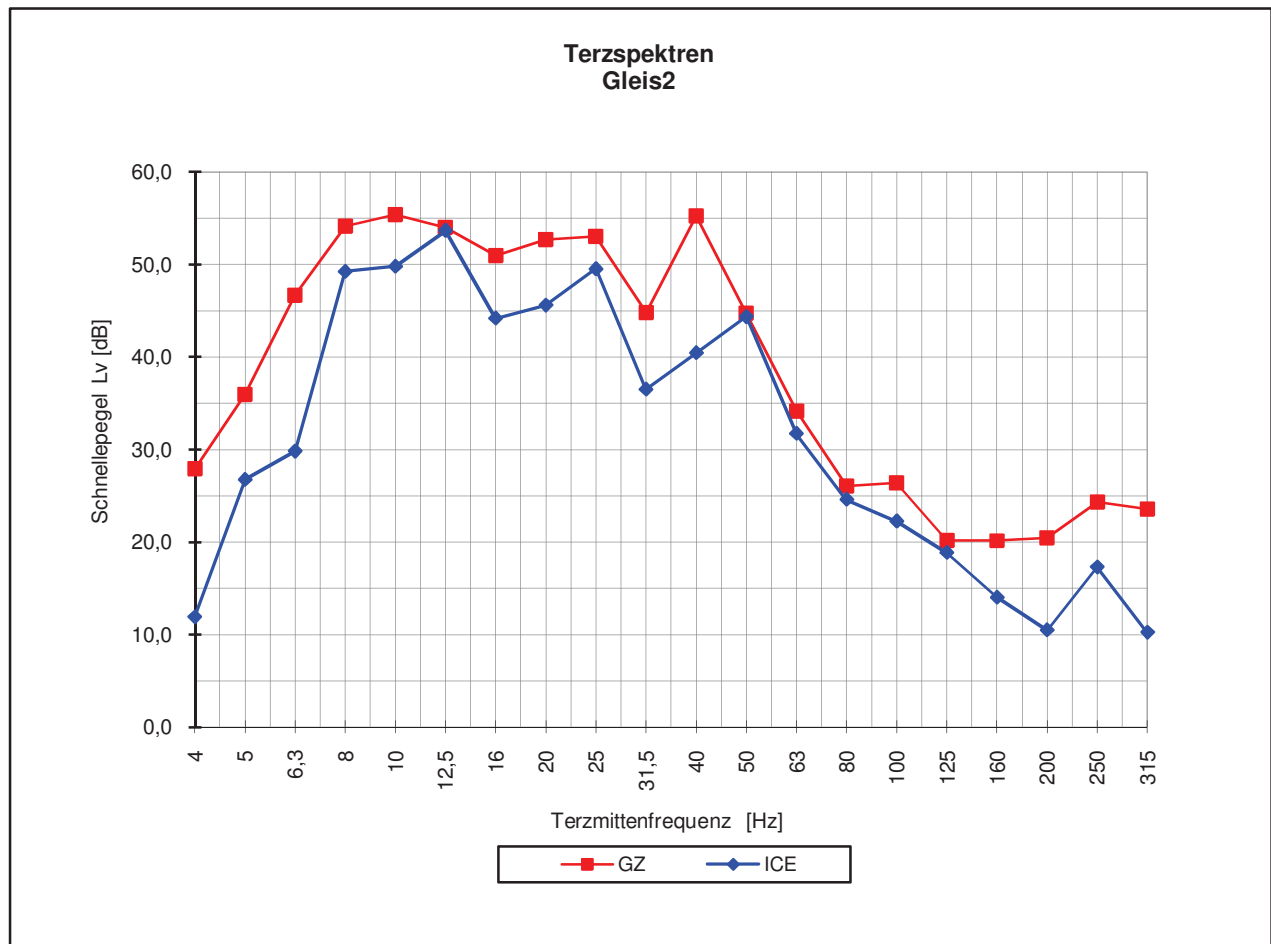
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



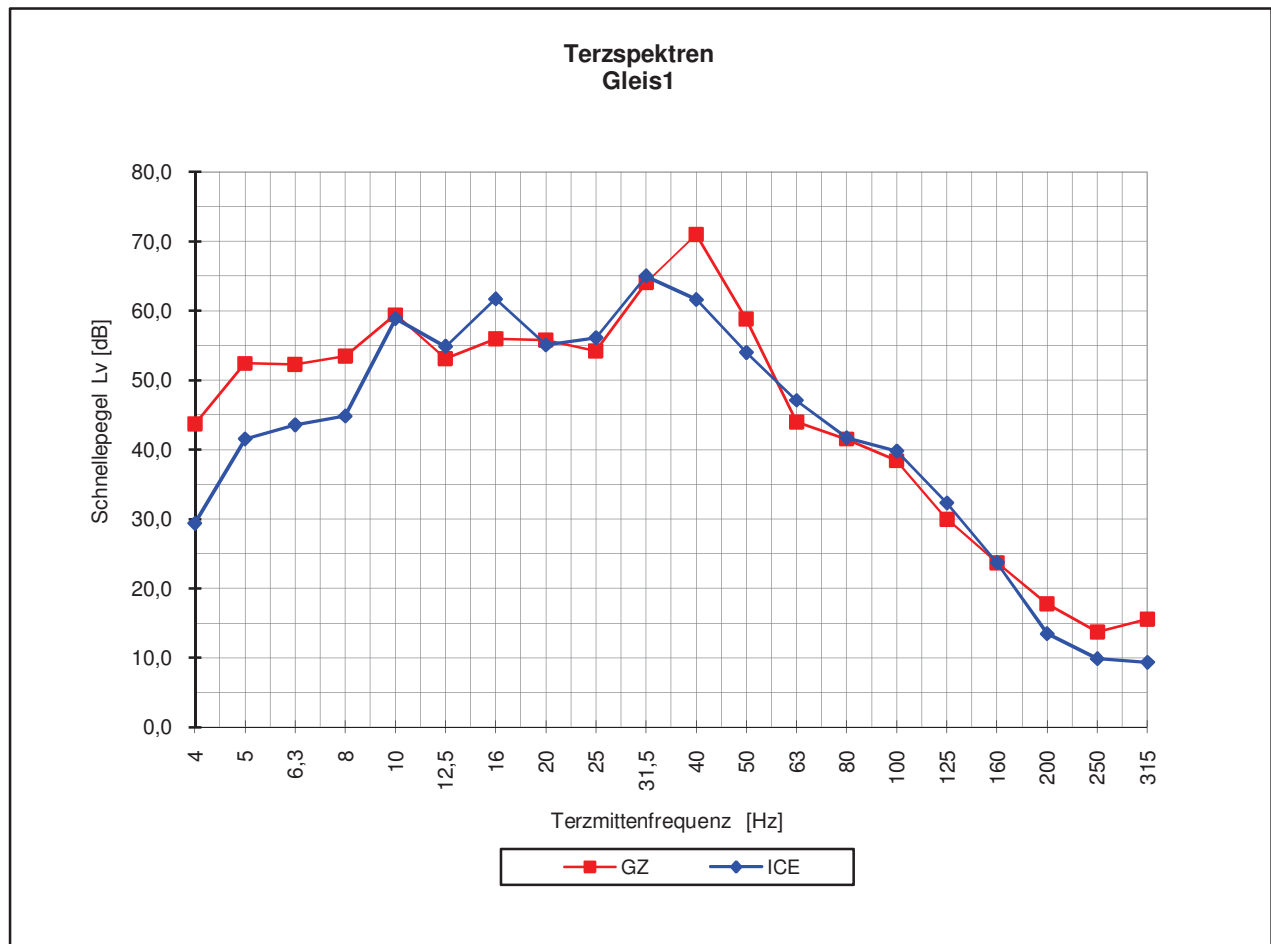
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



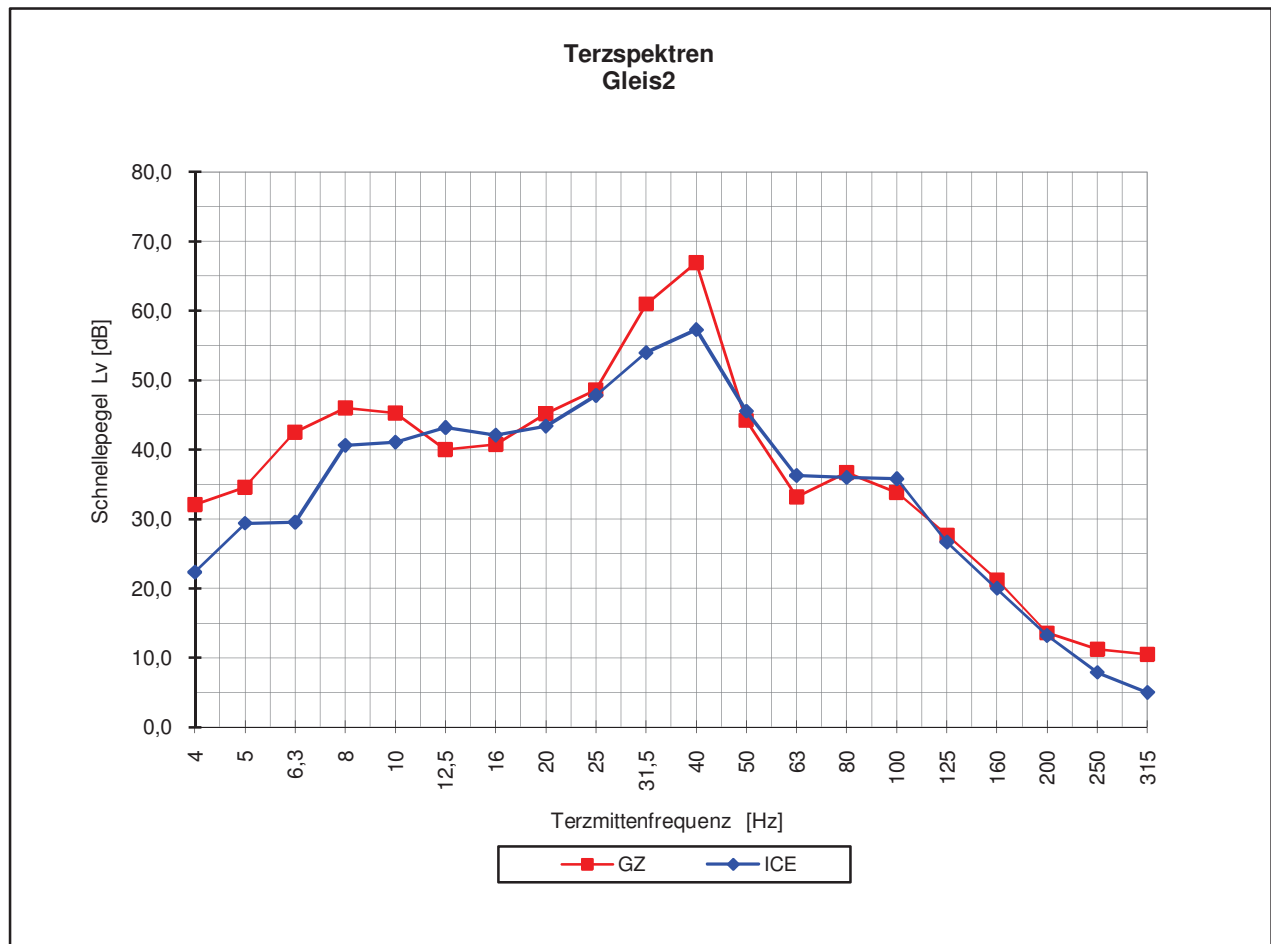
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



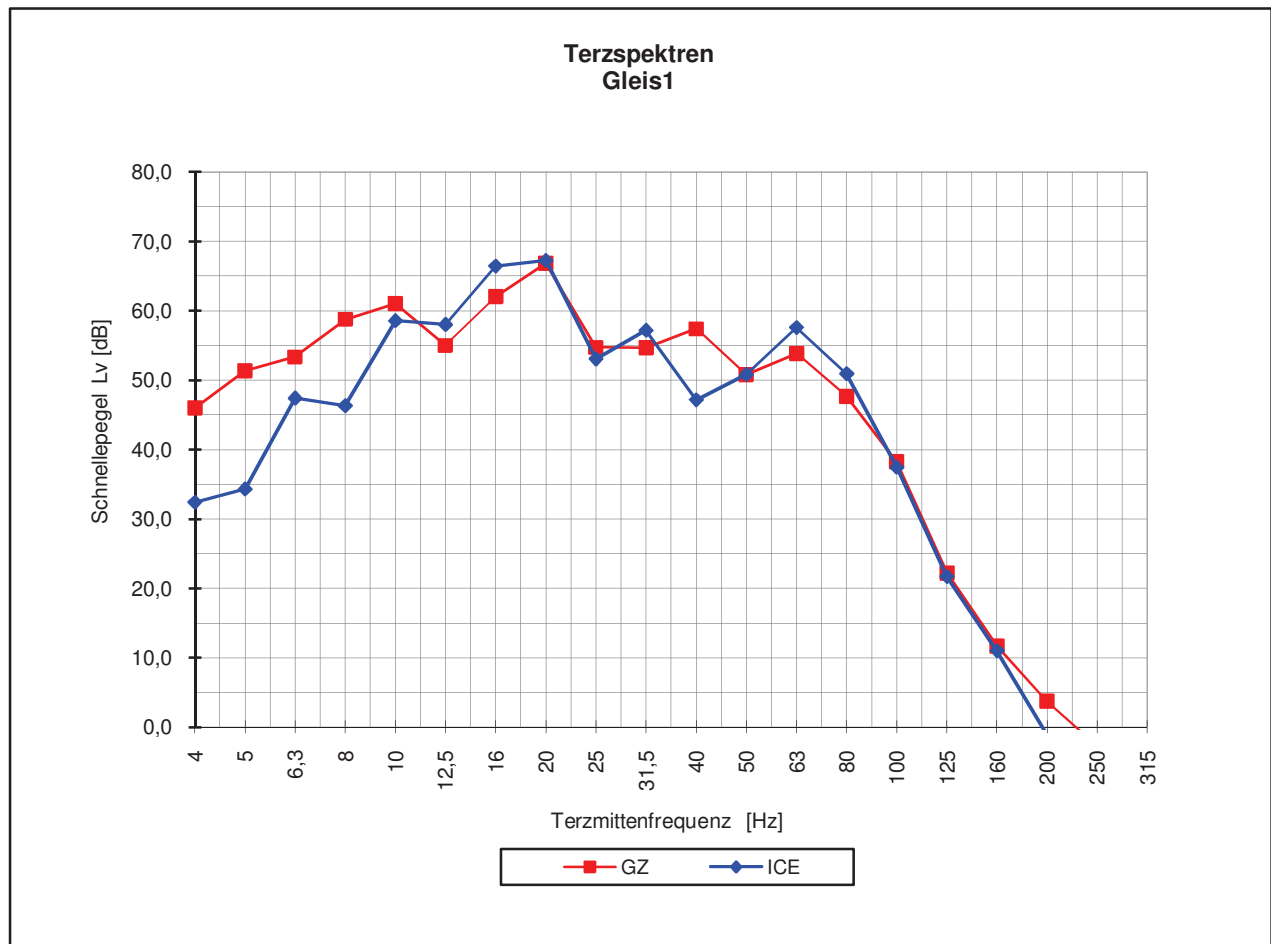
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



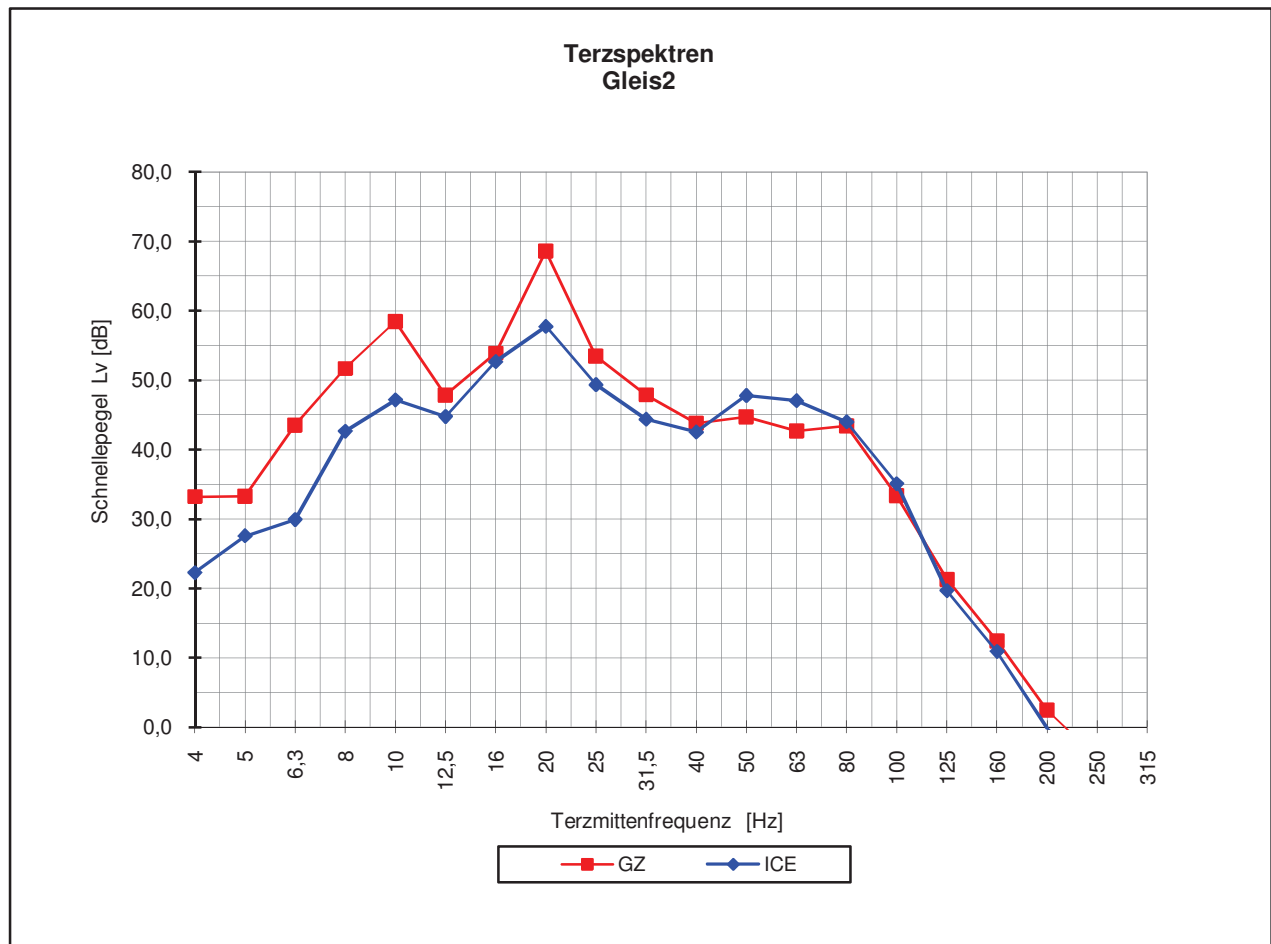
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



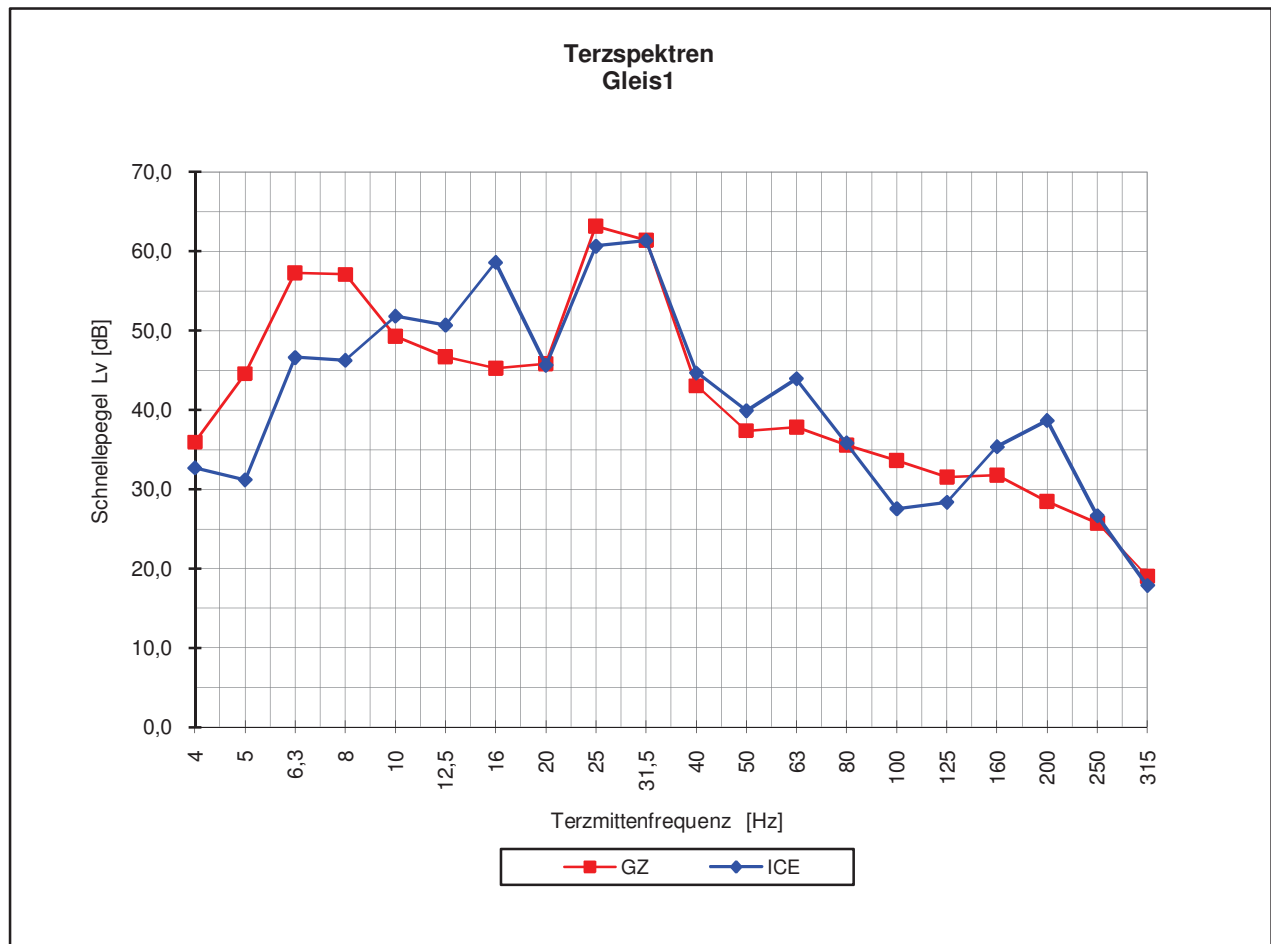
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



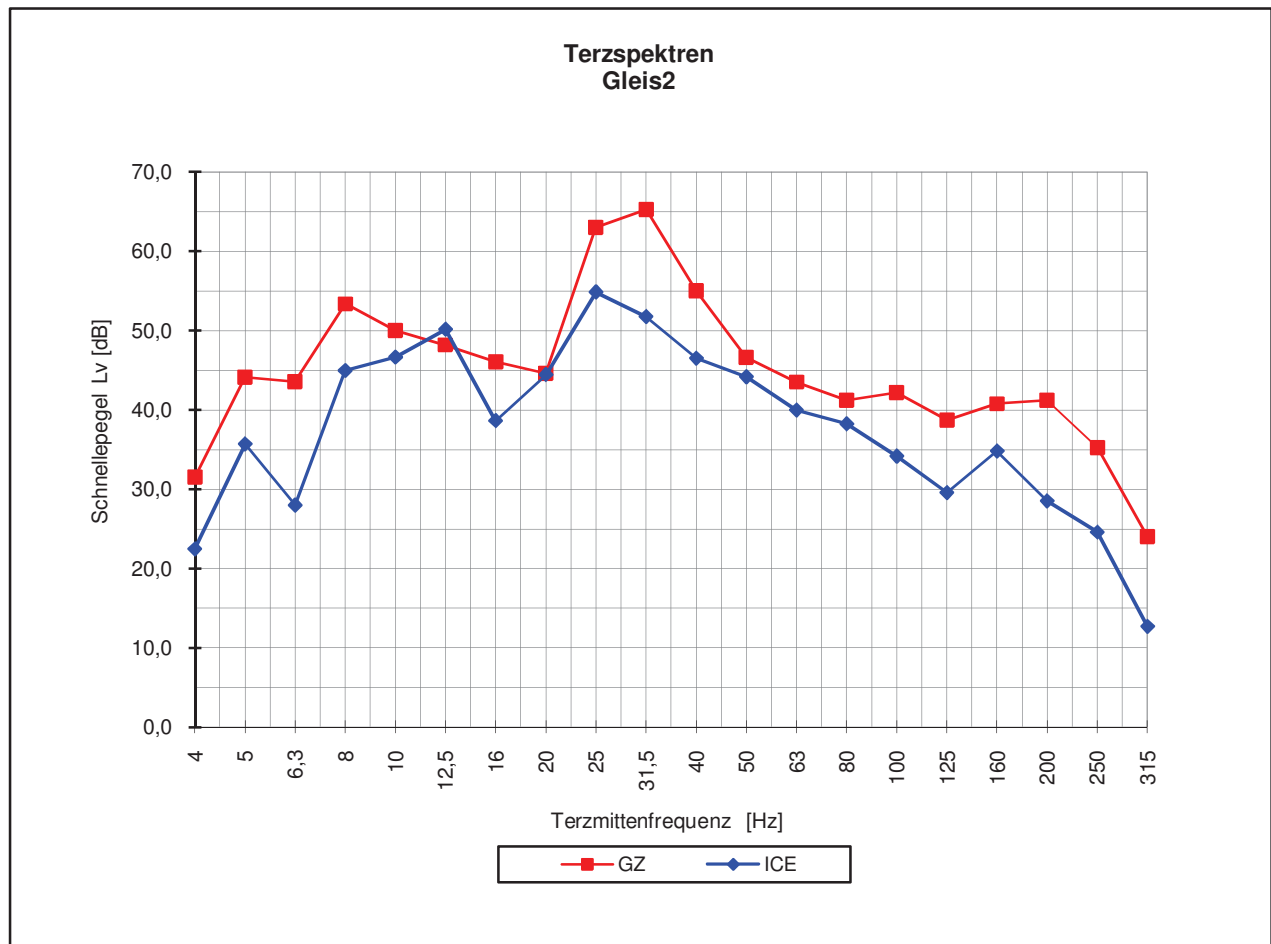
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



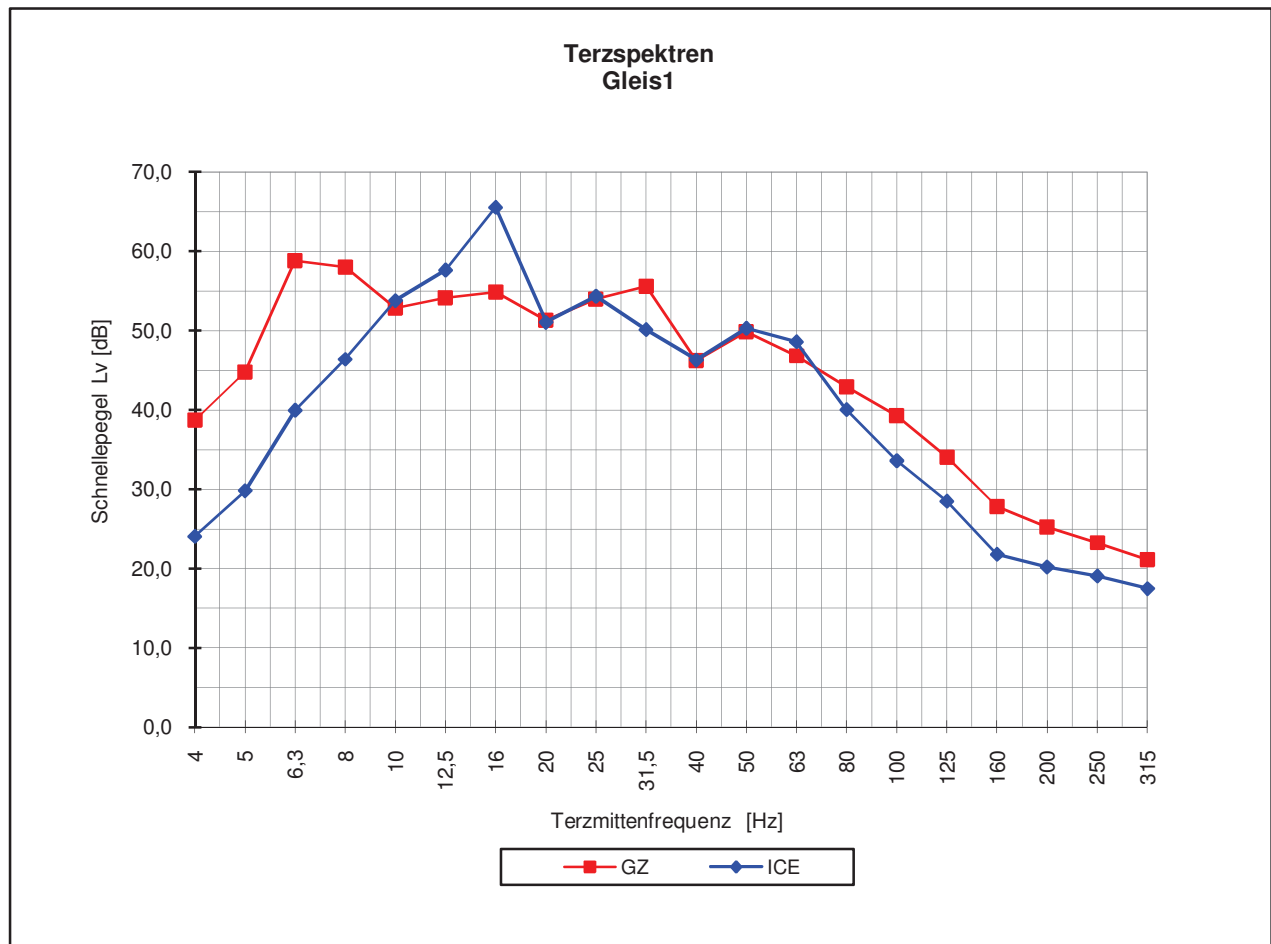
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



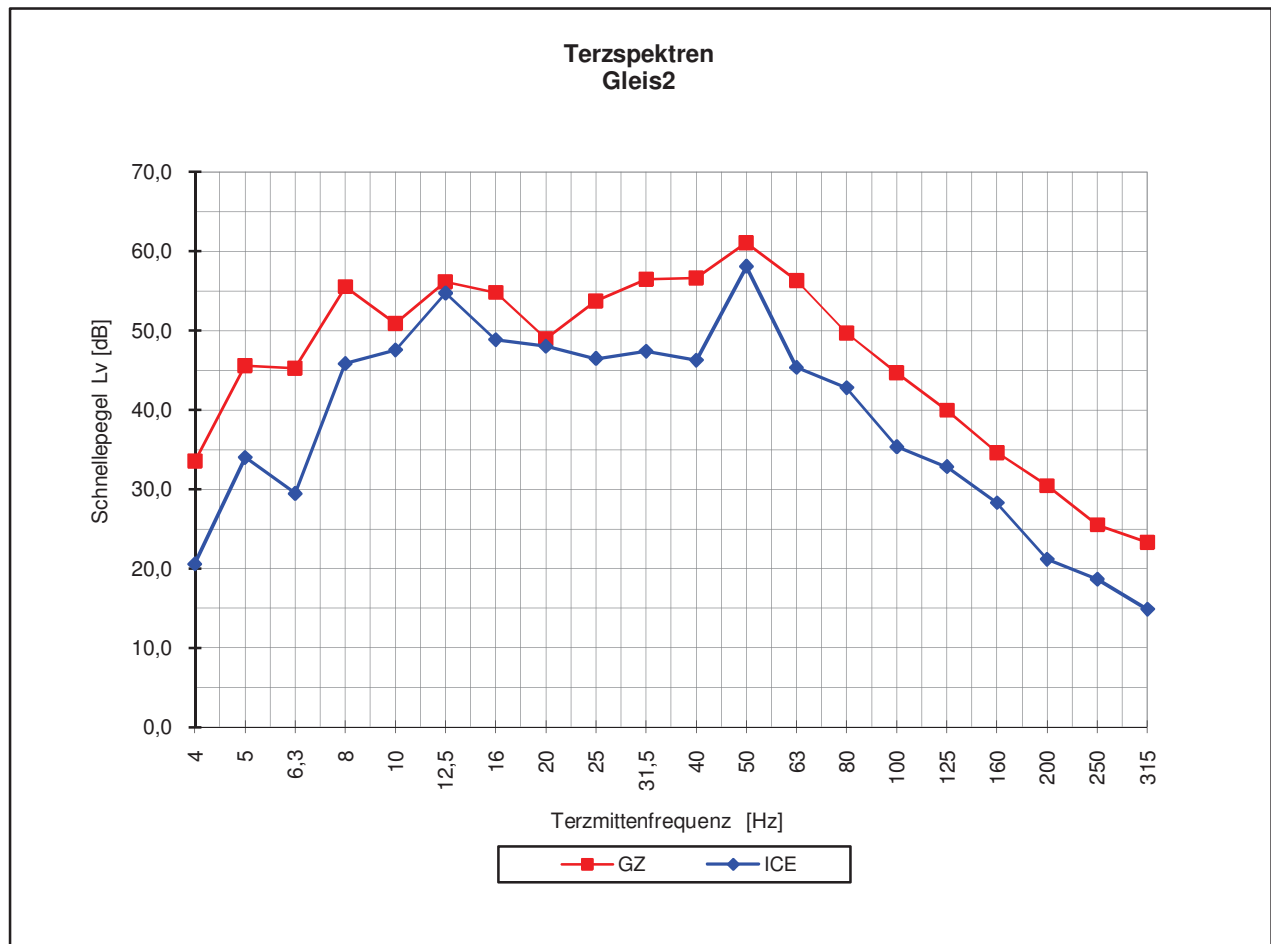
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



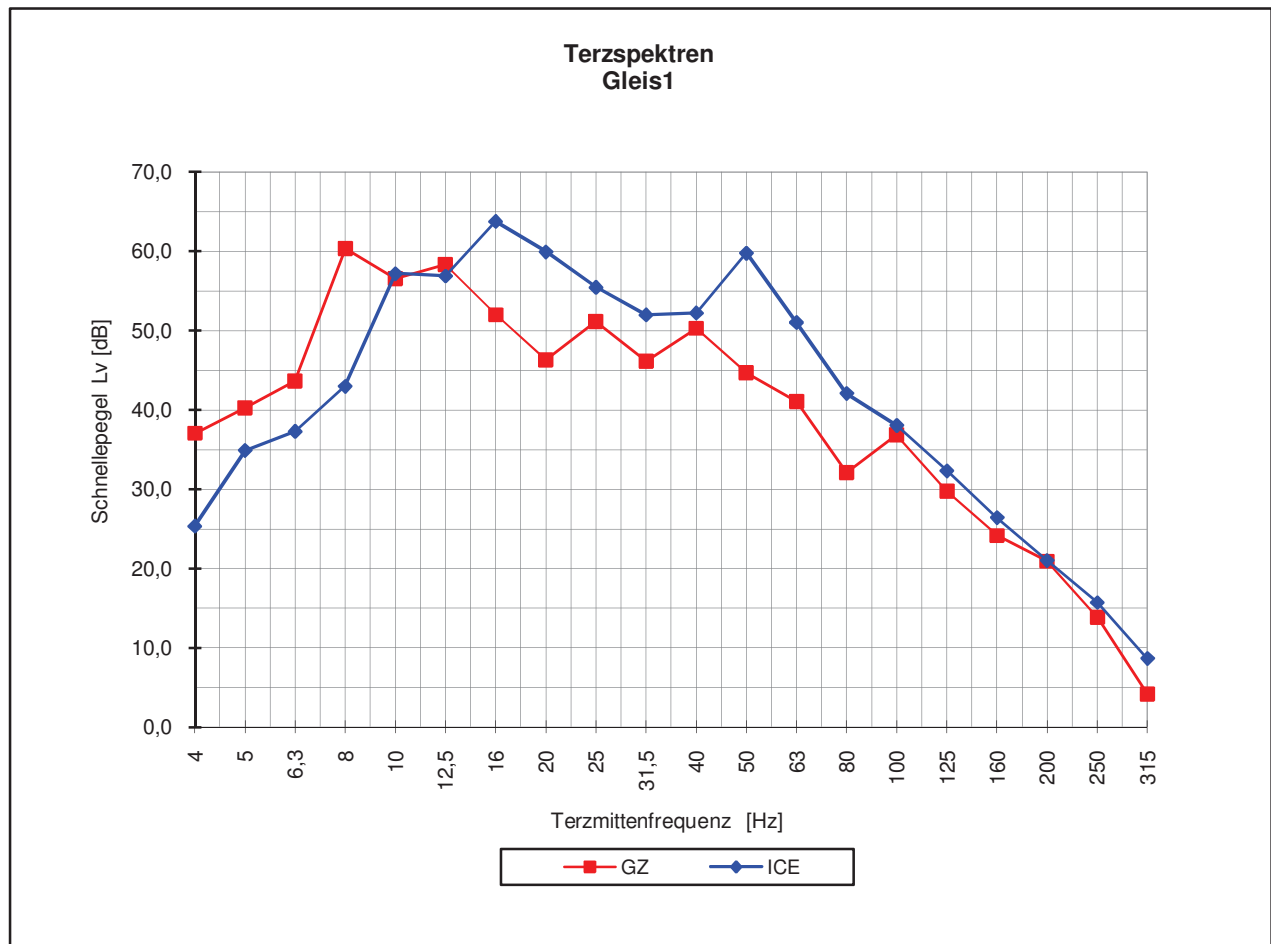
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



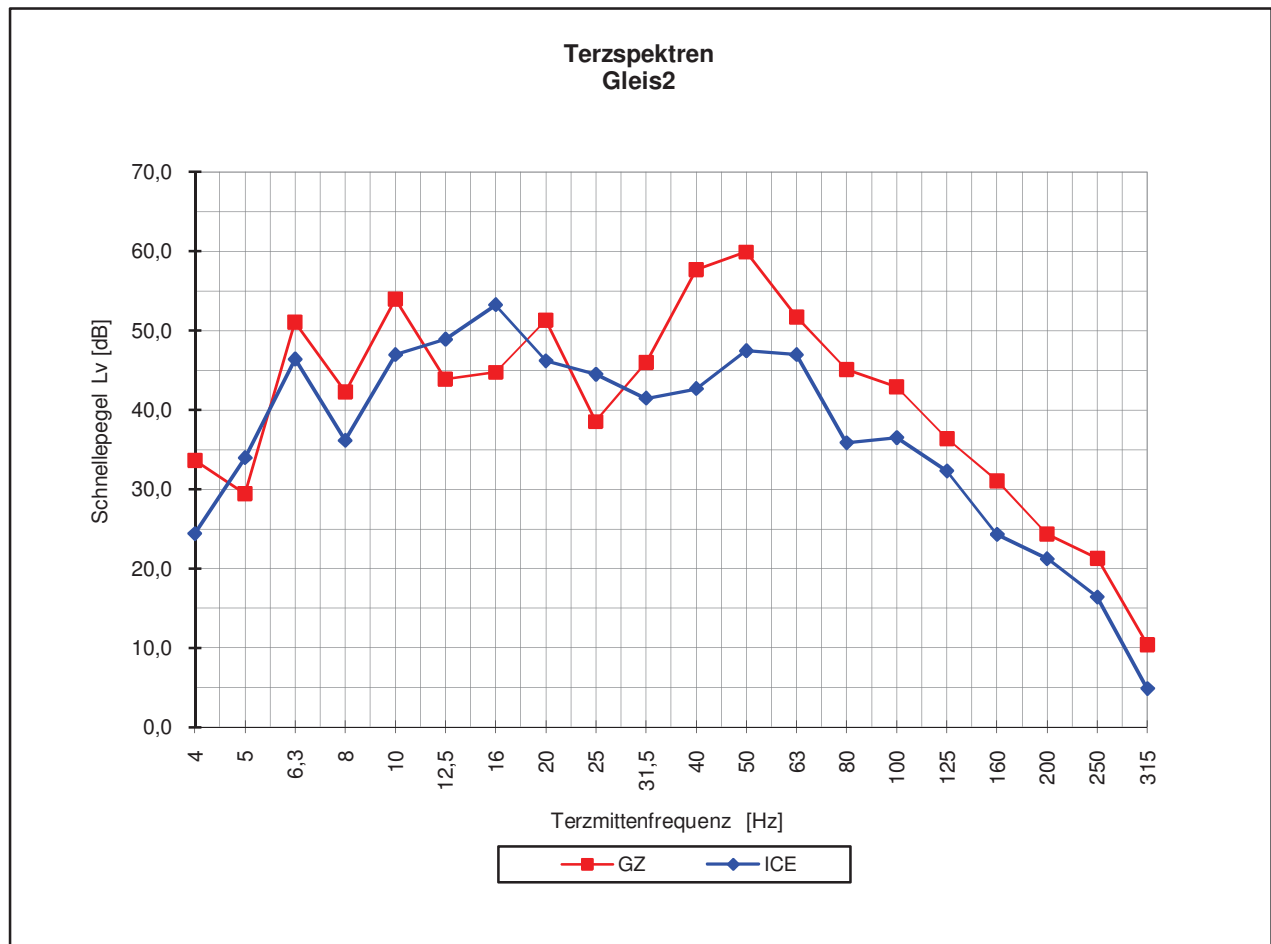
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



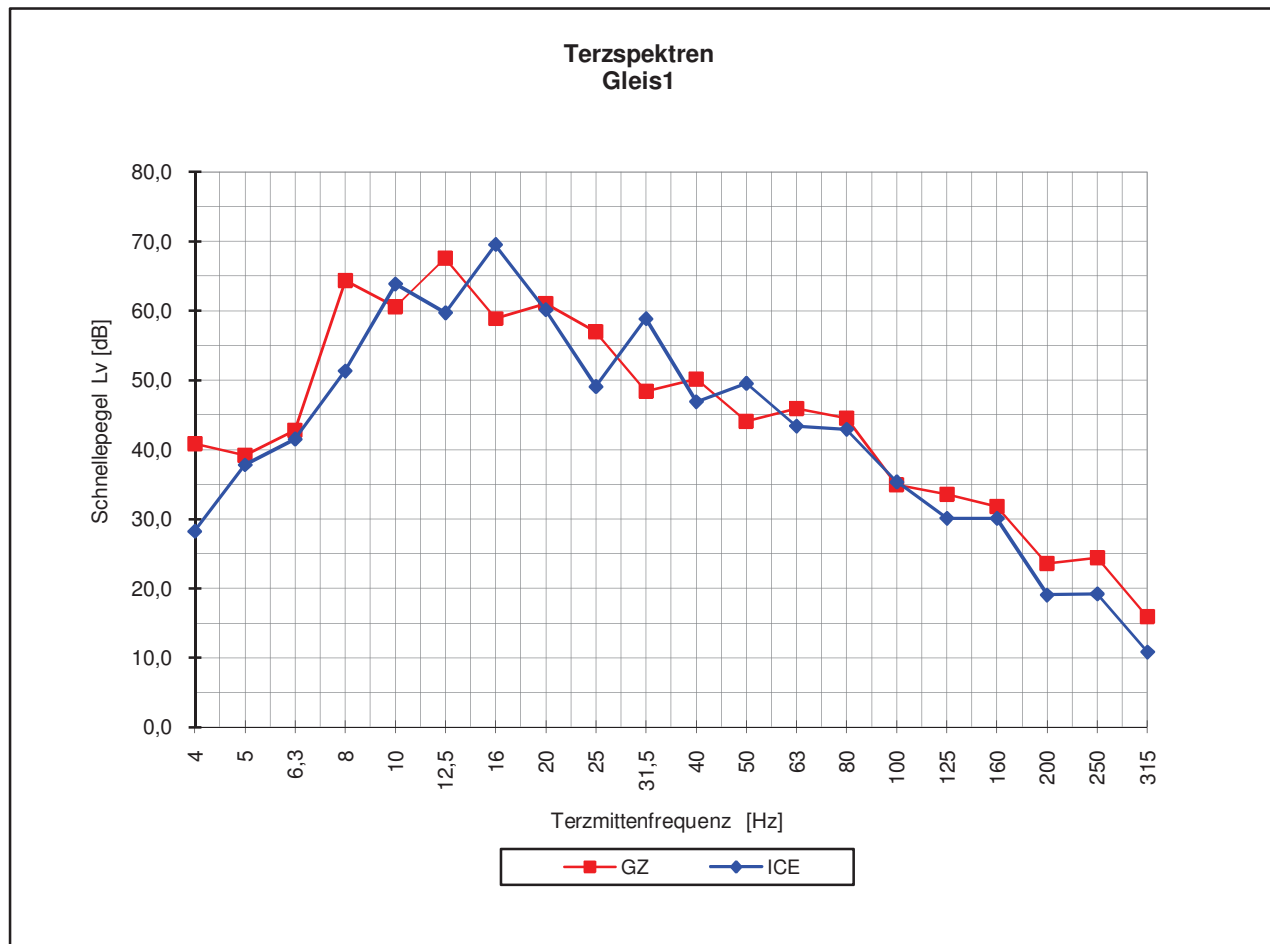
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



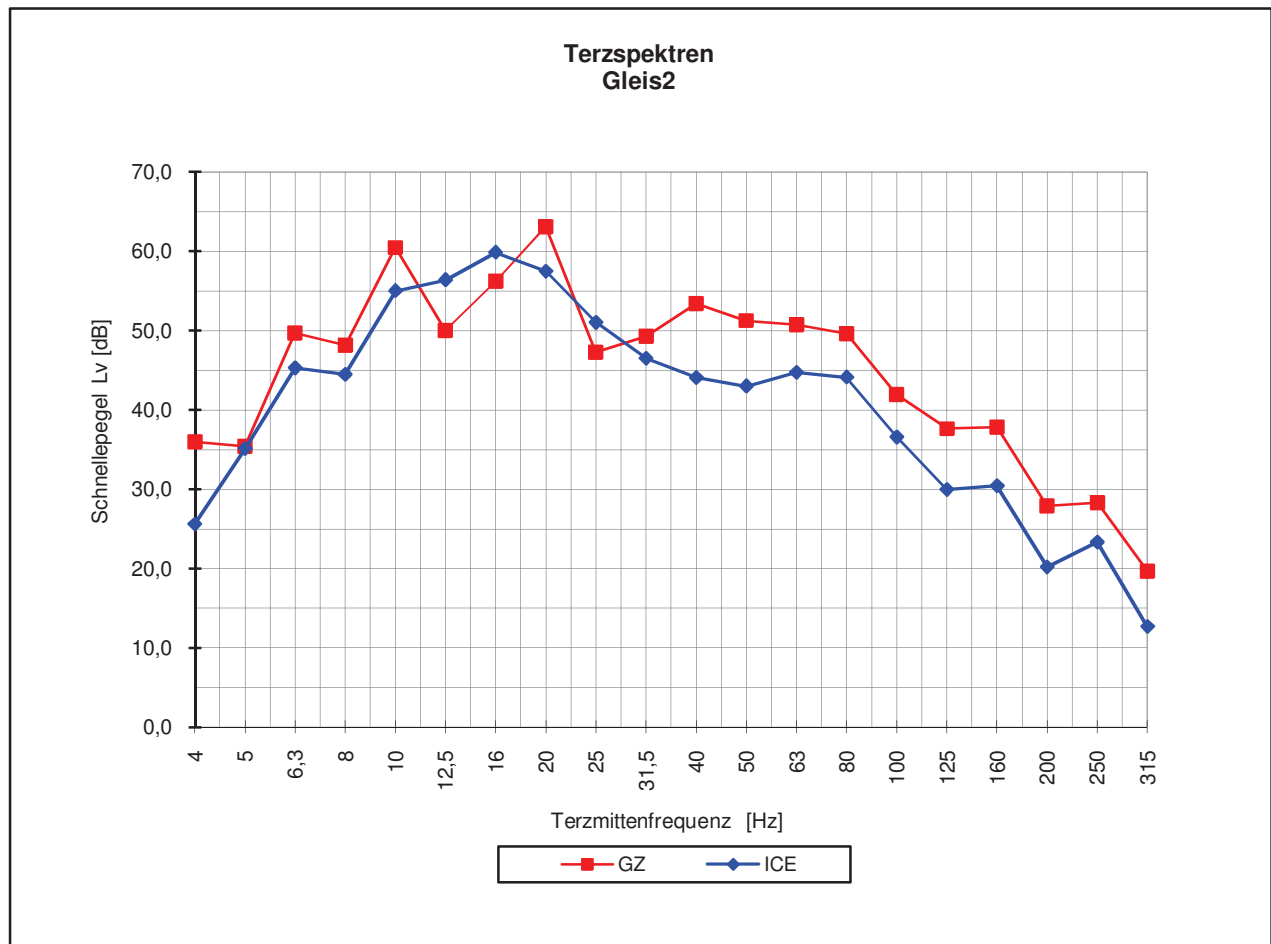
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



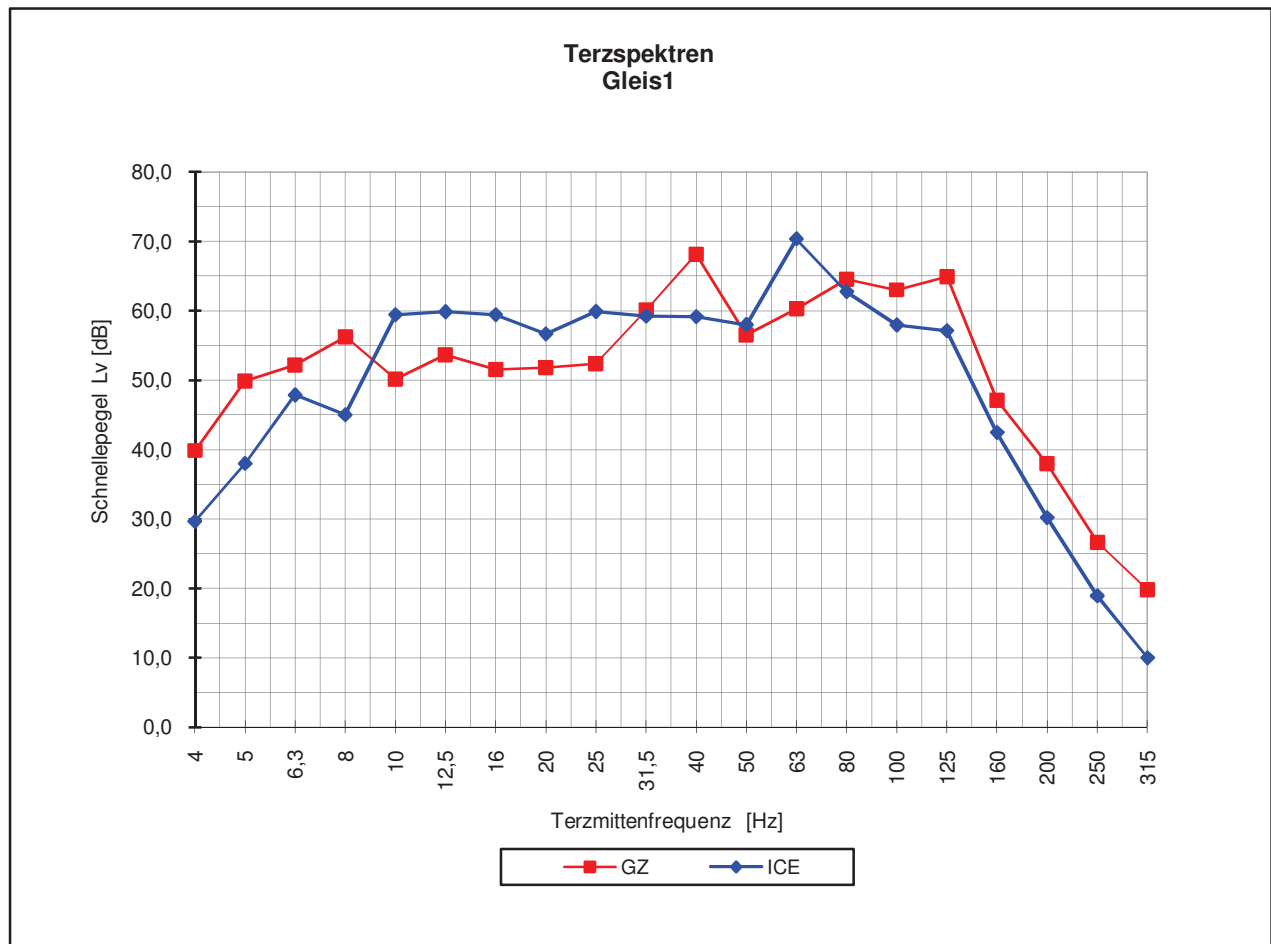
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



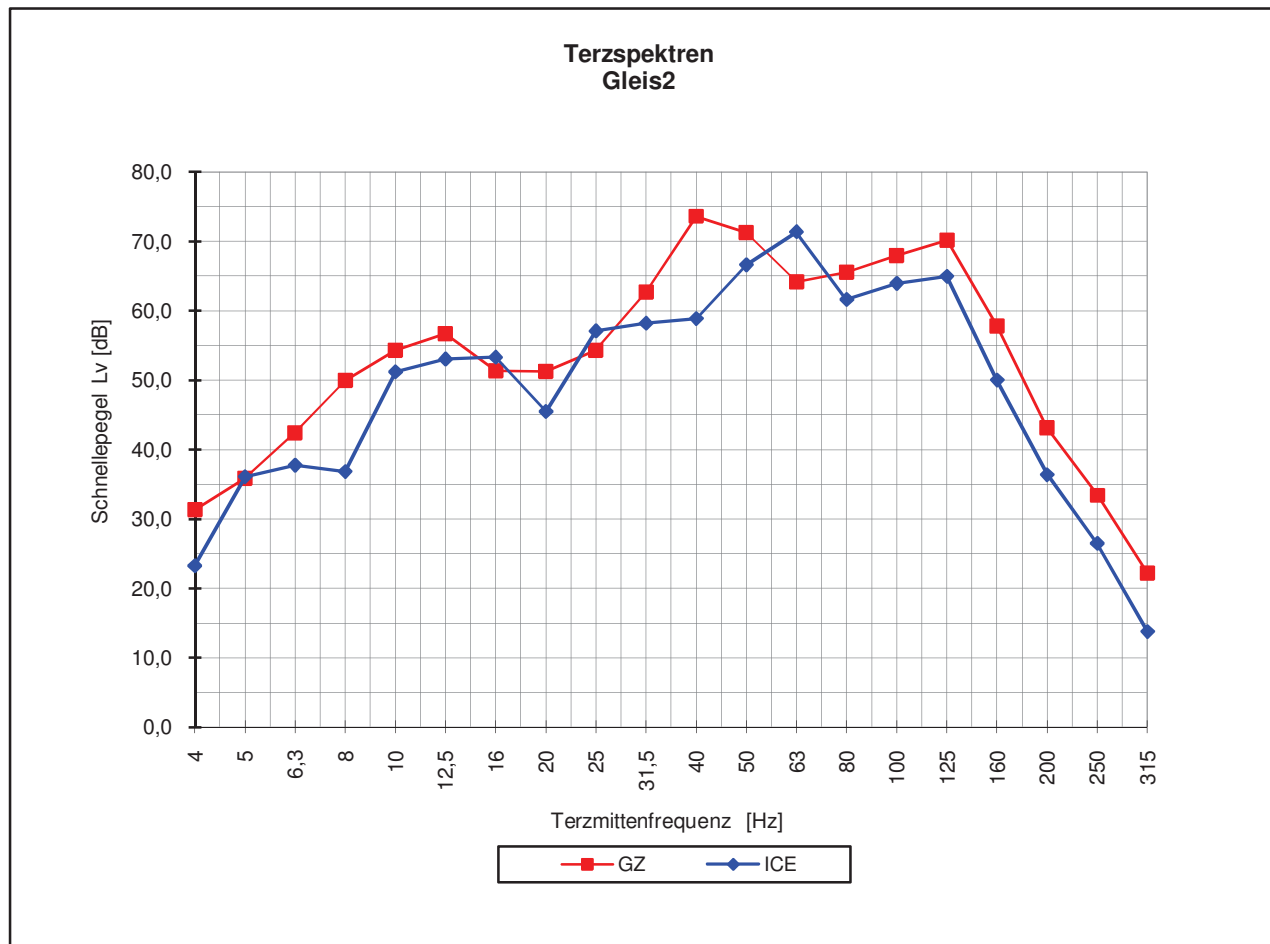
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



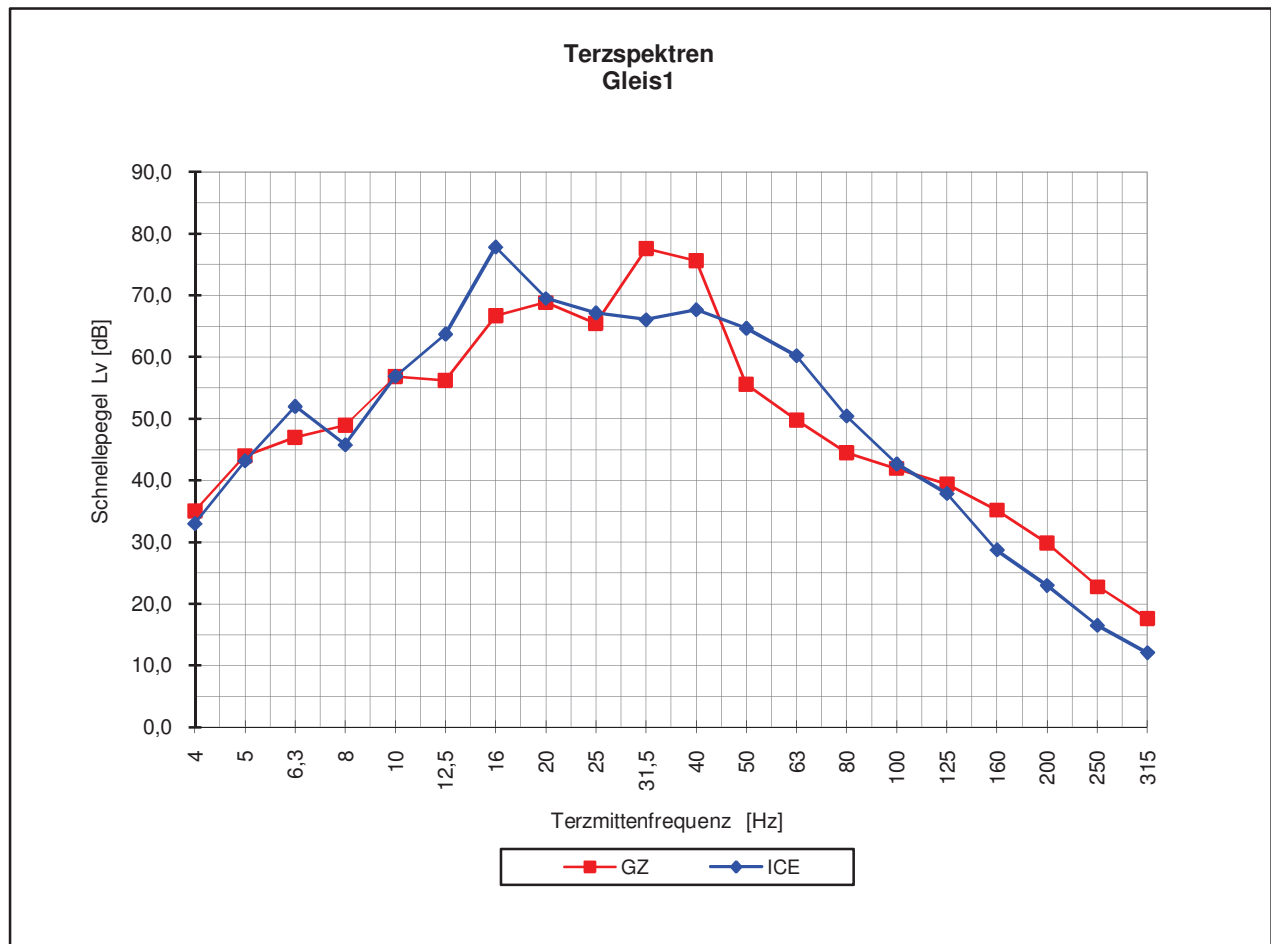
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



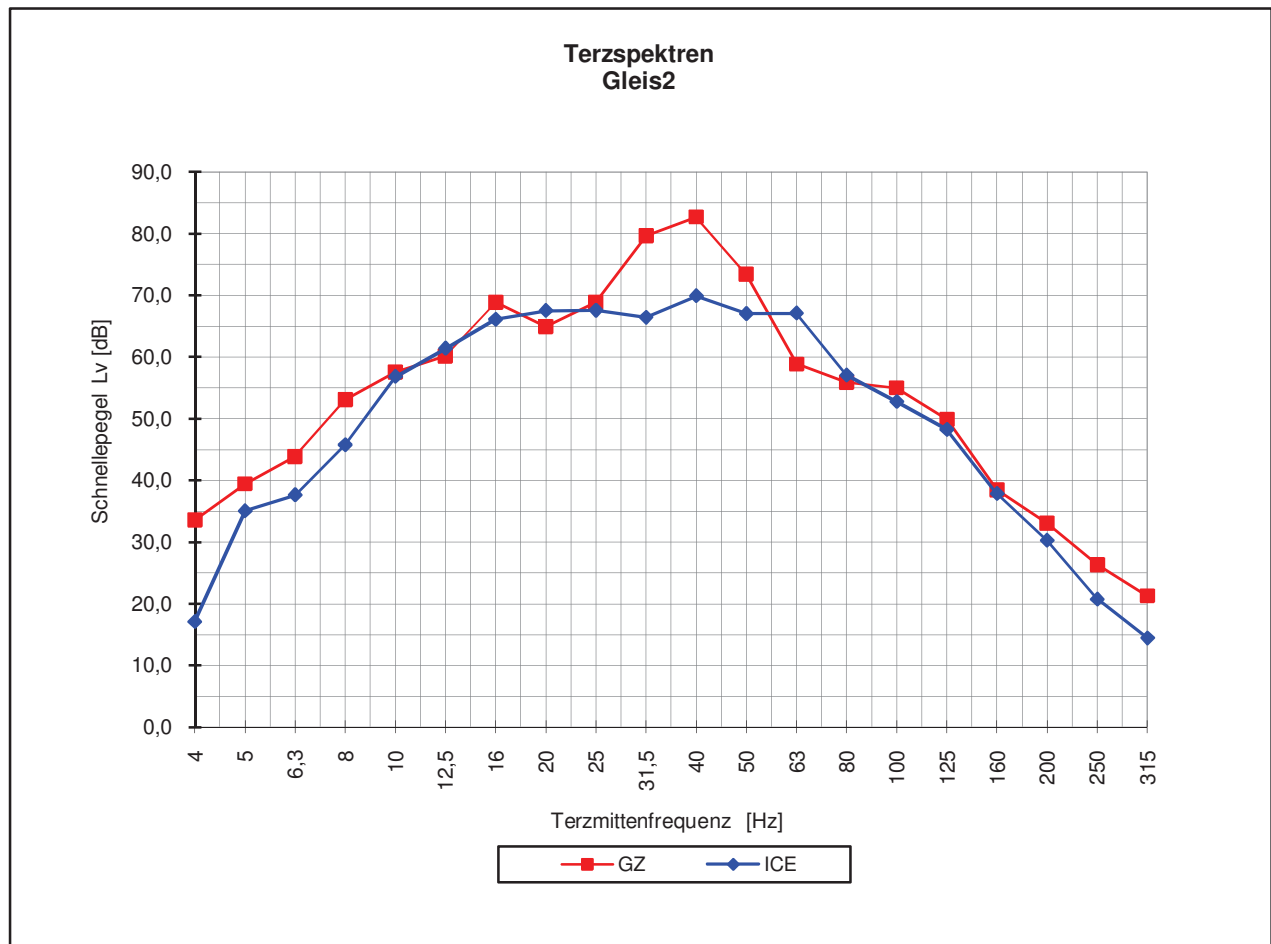
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



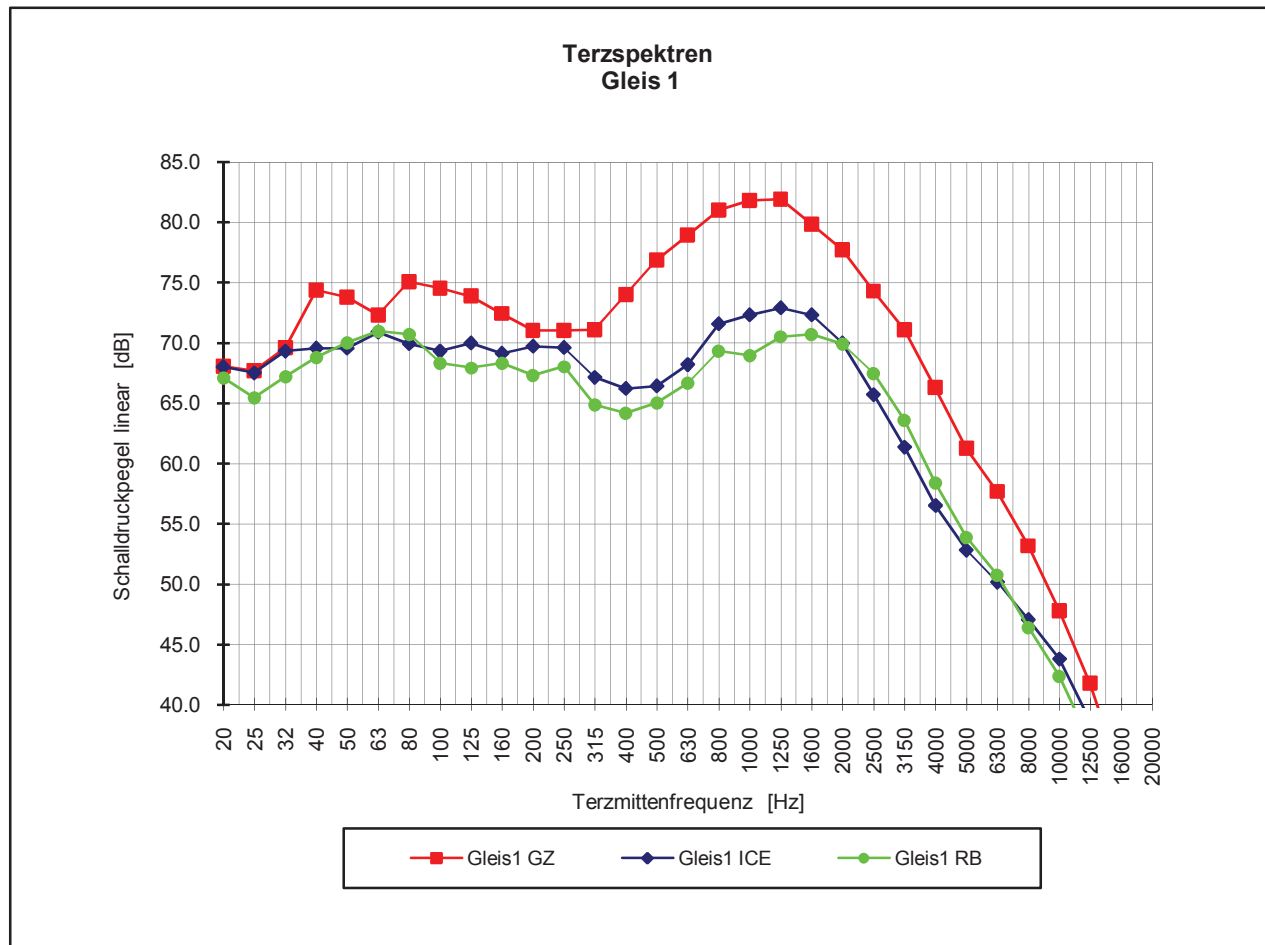
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



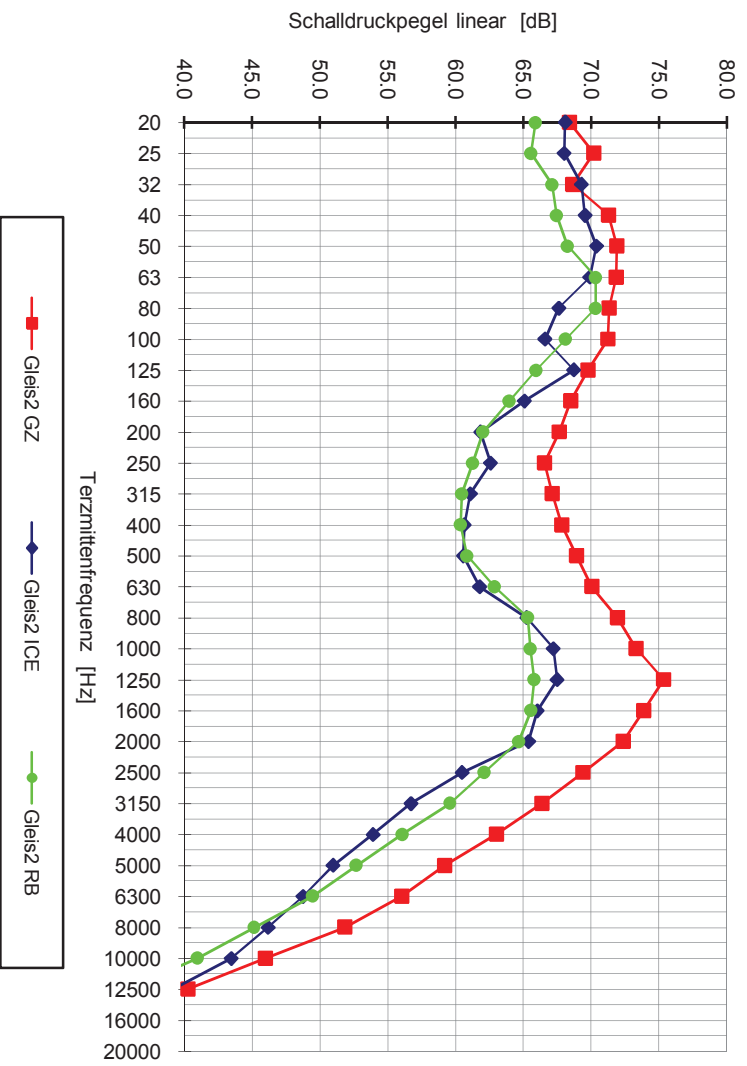
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

Anlage 5

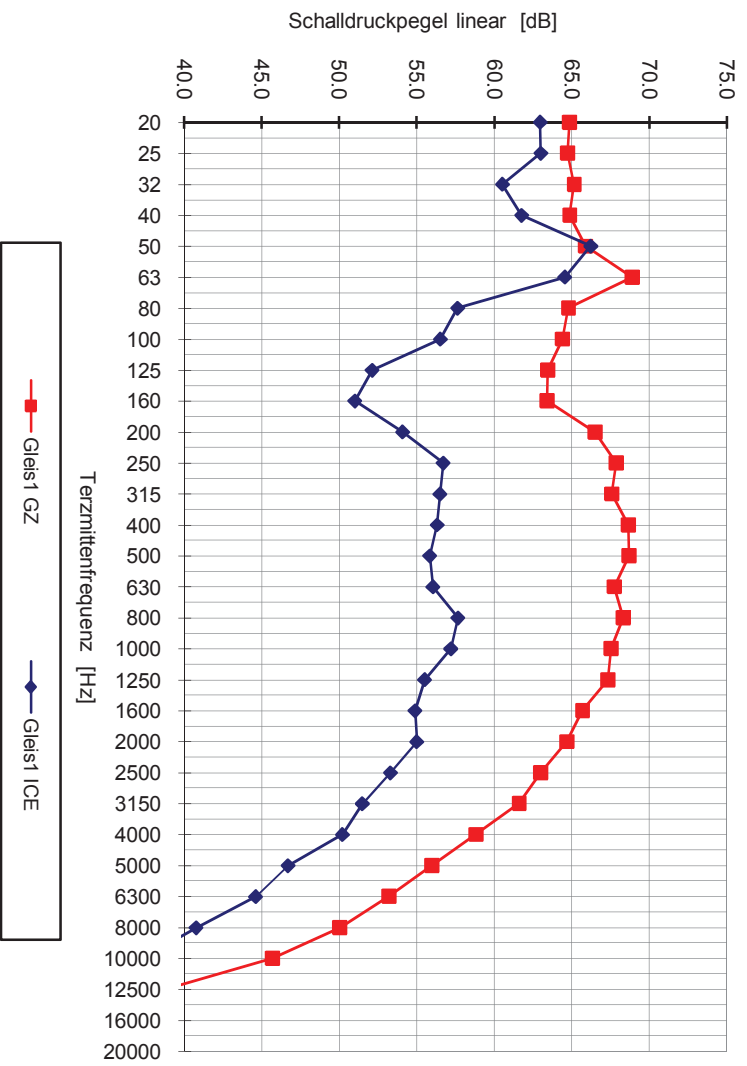
Terzspektren der Schallmessung



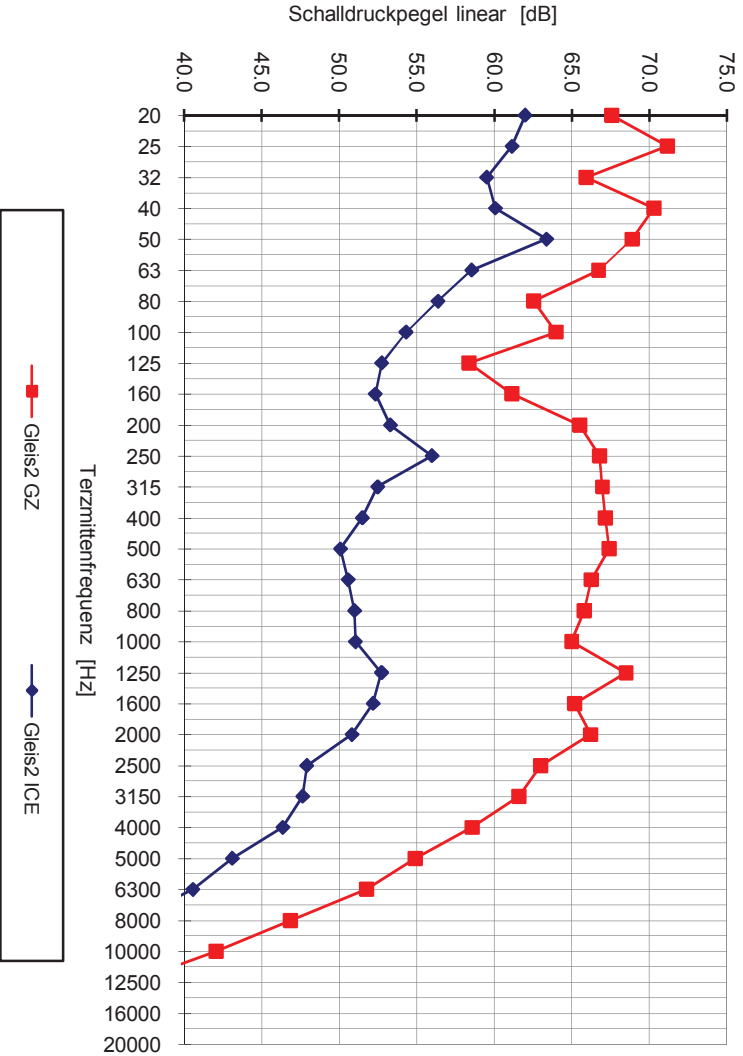
Terzspektren Gleis 2



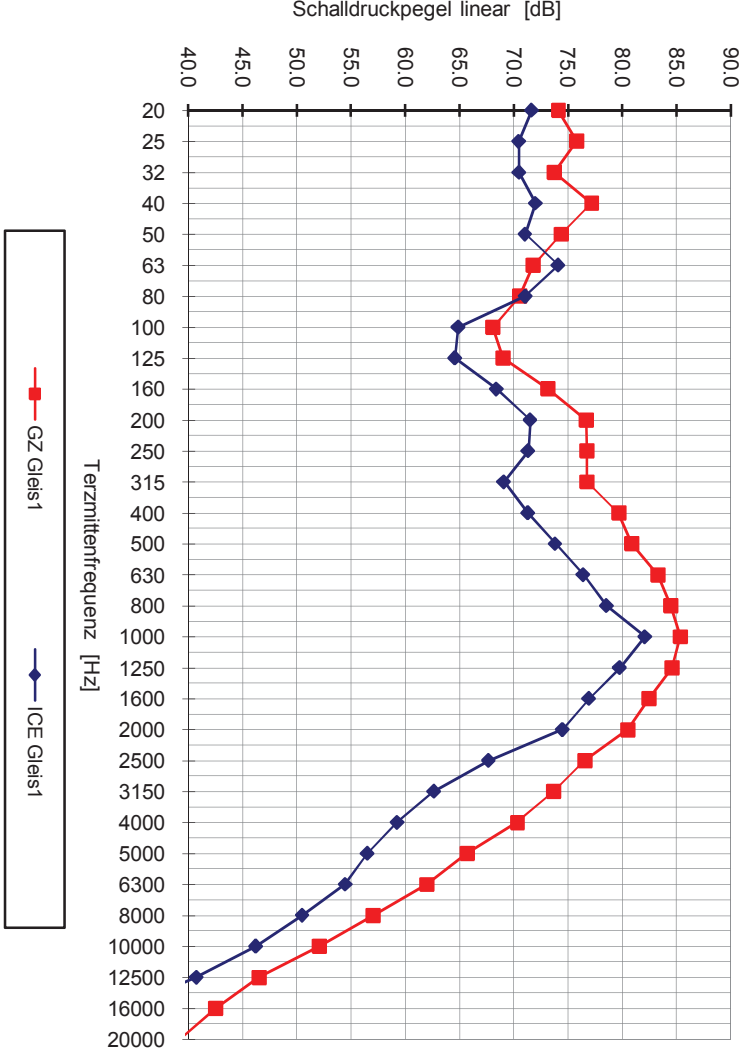
Terzspektren Gleis 1



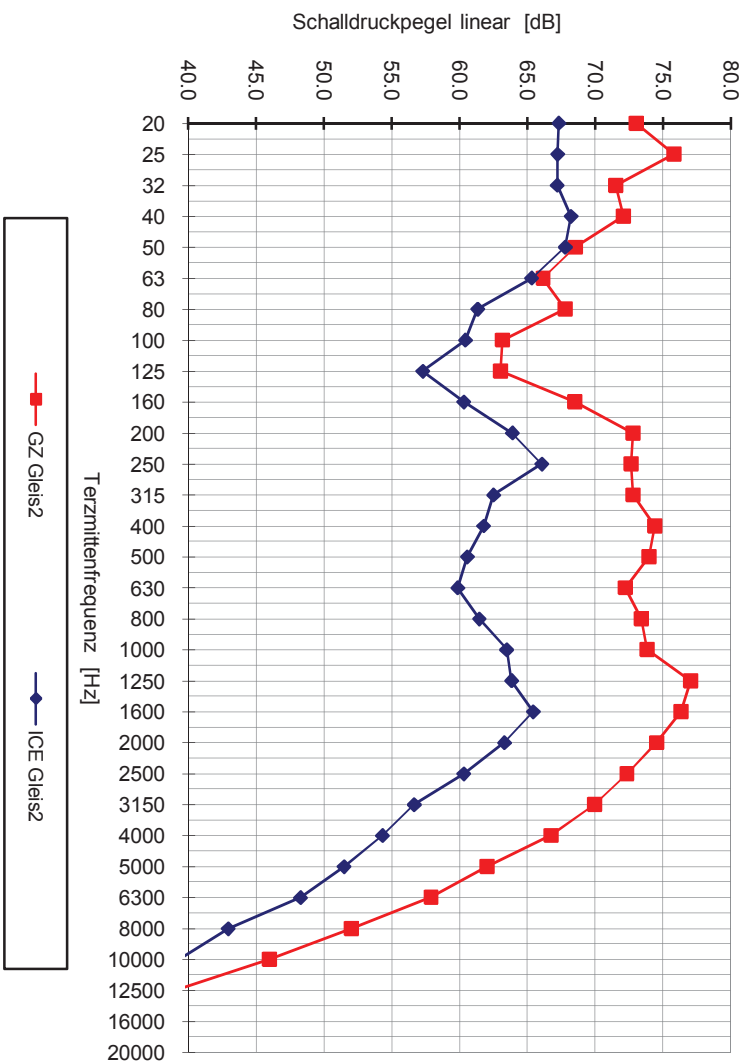
Terzspektren
Gleis 2



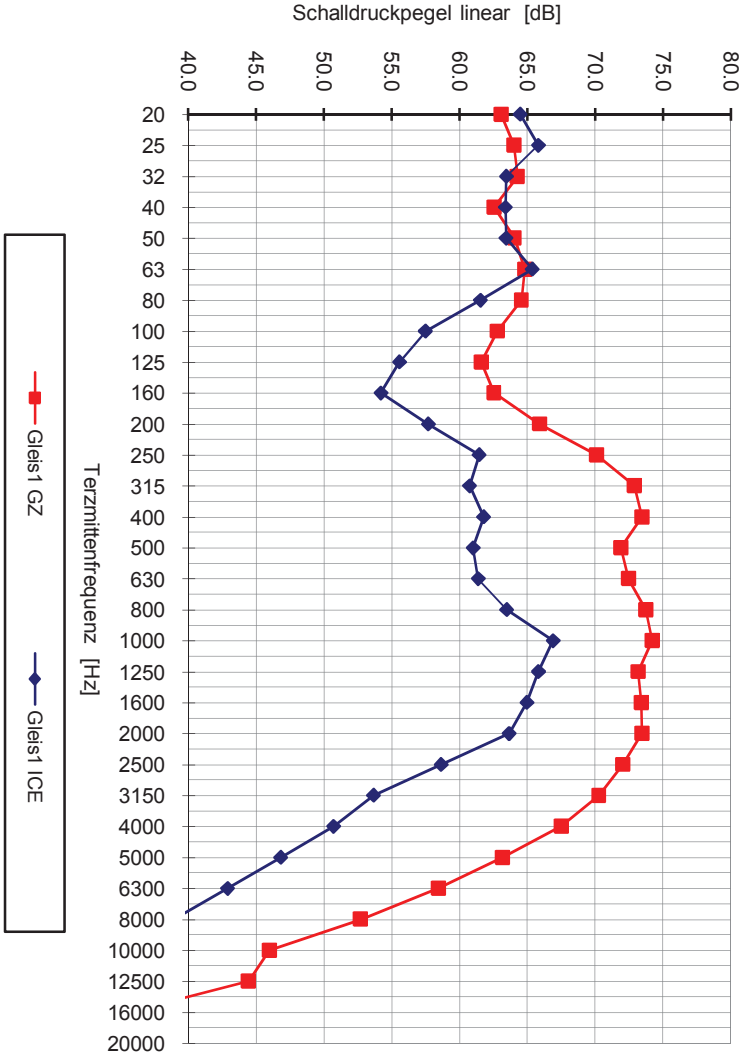
Terzspektren
Gleis 1



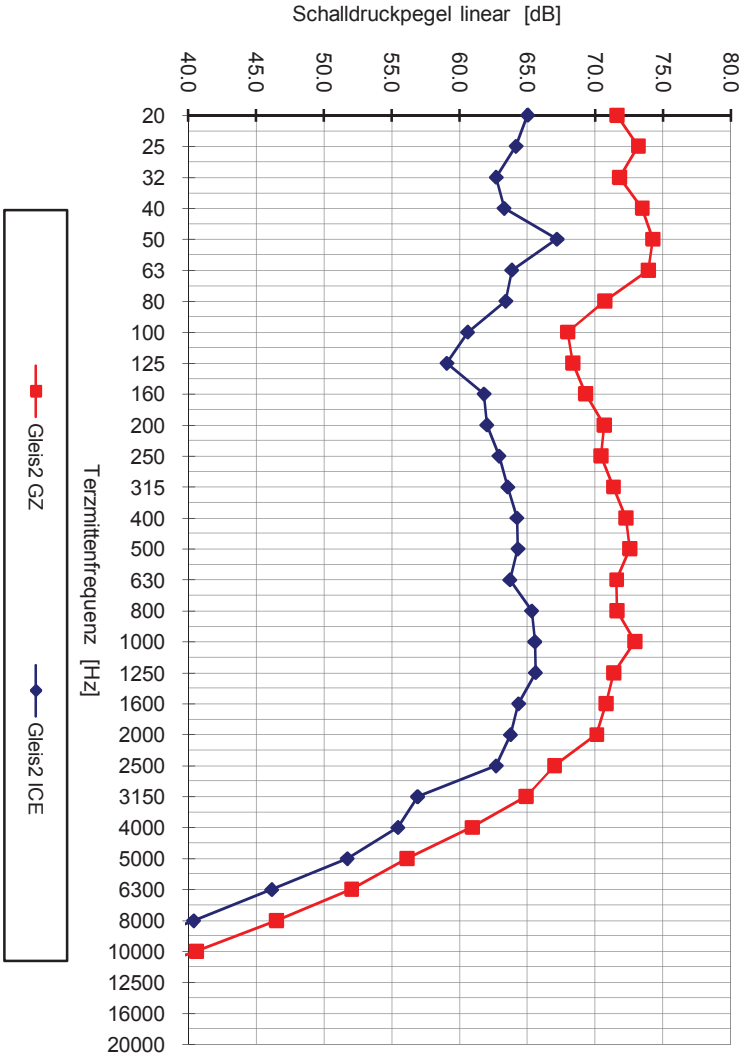
Terzspektren
Gleis 2



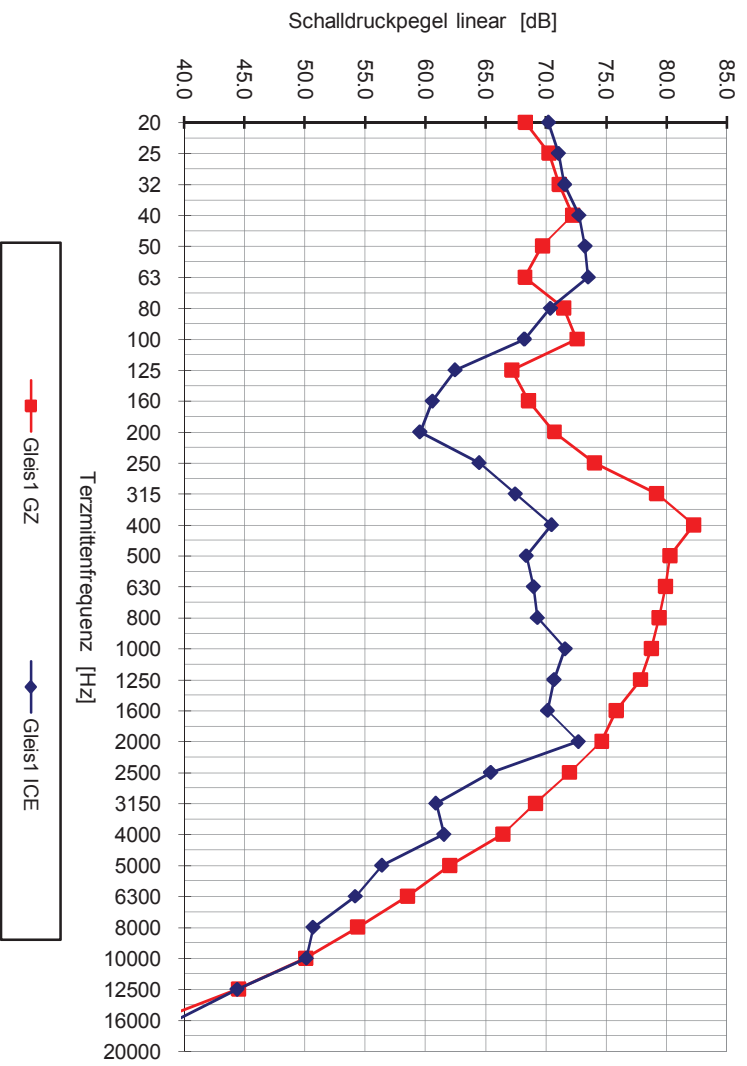
Terzspektren
Gleis 1



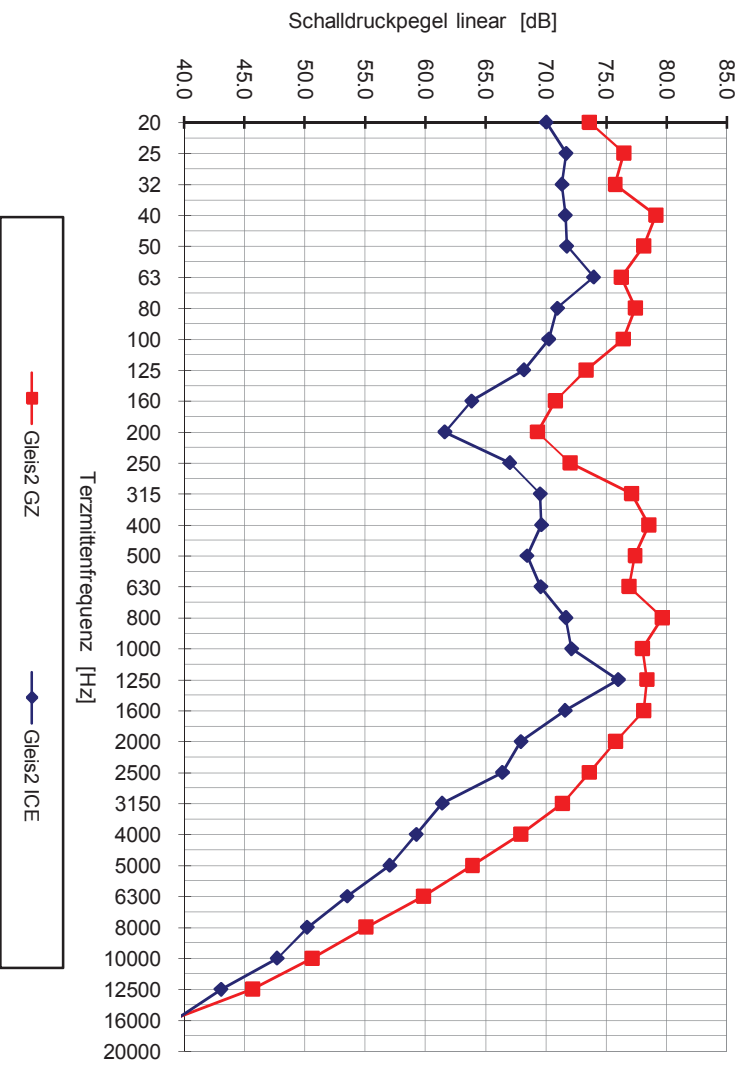
Terzspektren
Gleis 2



Terzspektren Gleis 1

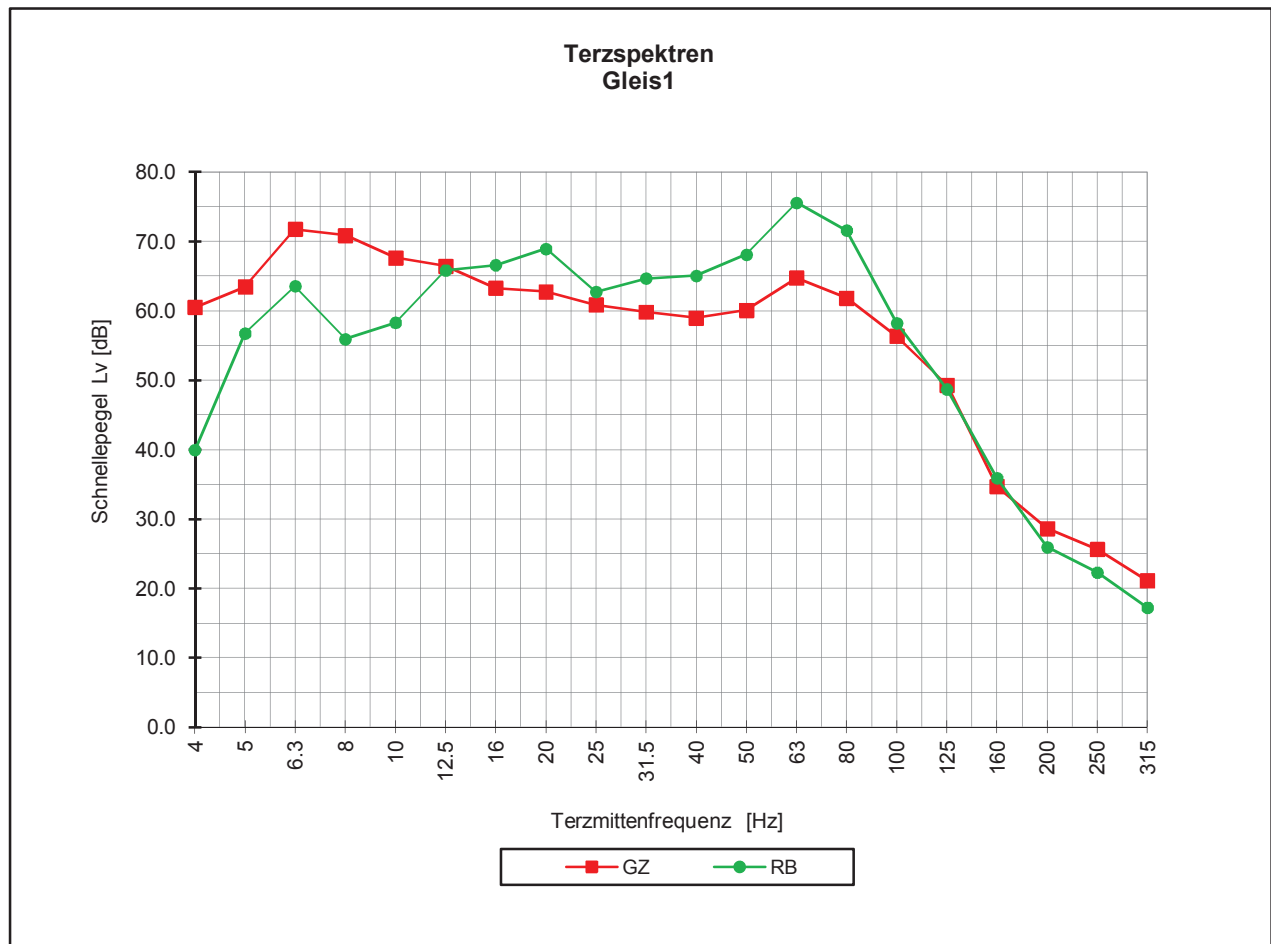


Terzspektren Gleis 2

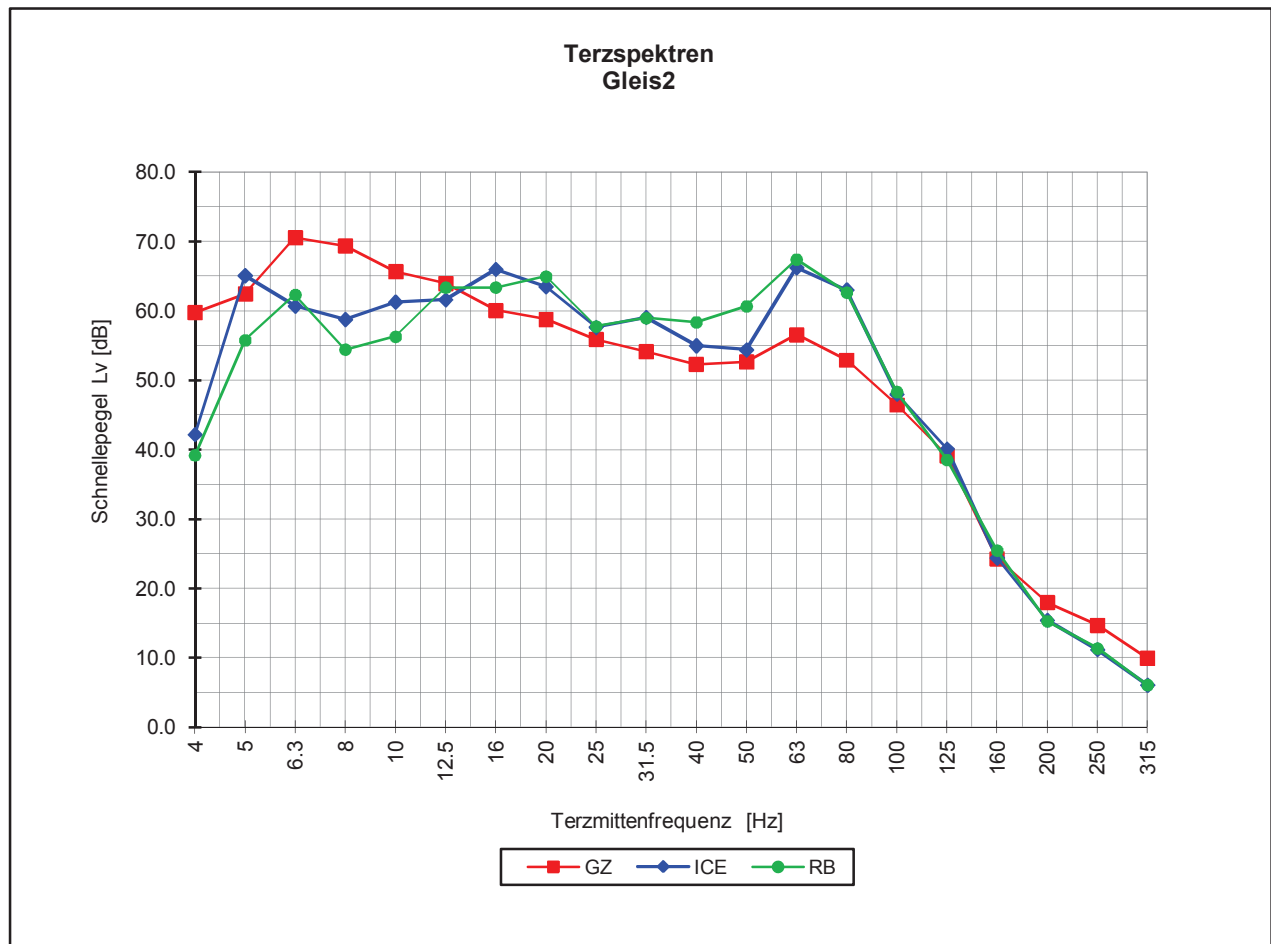


Anlage 6

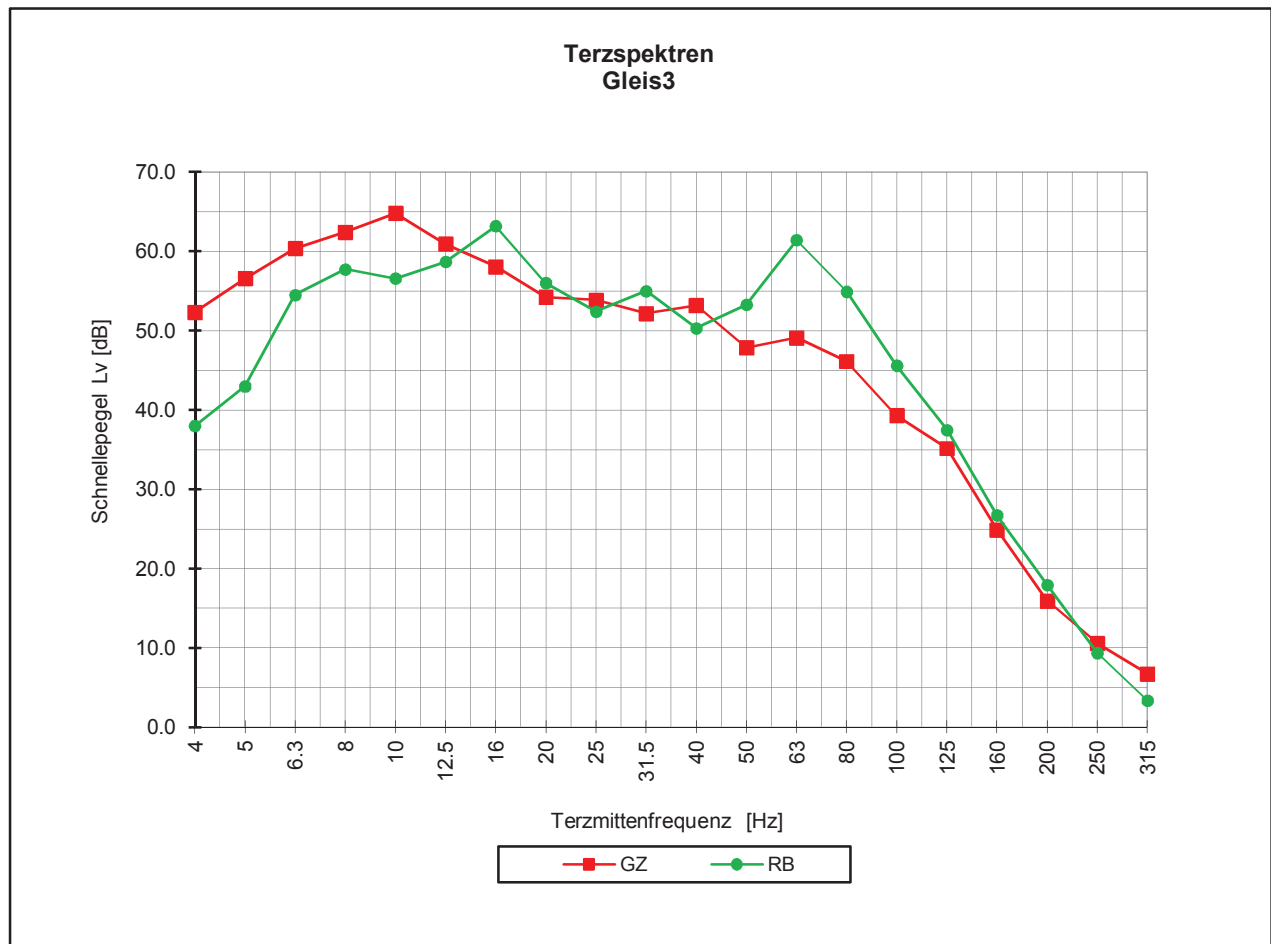
Terzspektren der Erschütterungsprognose



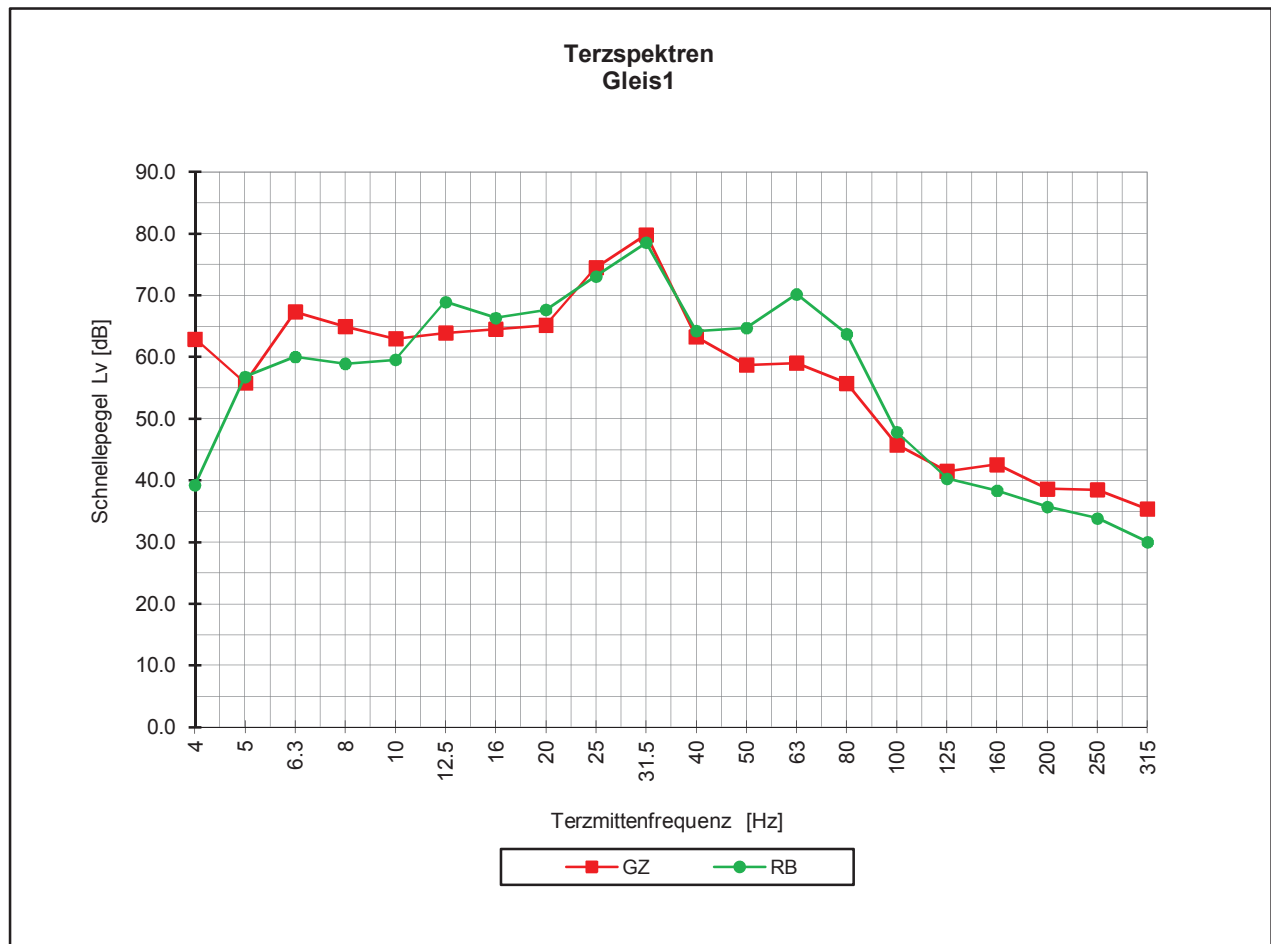
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



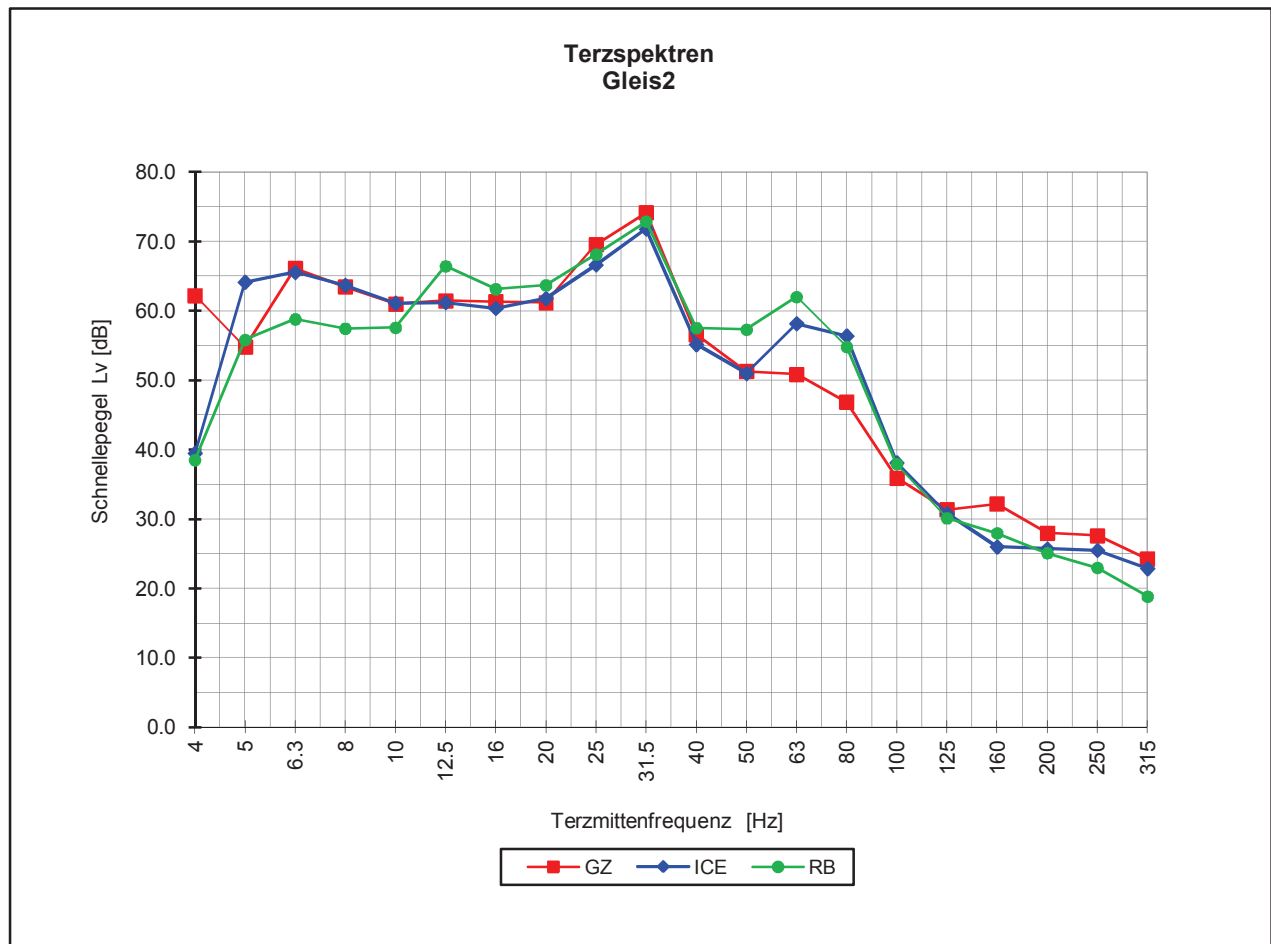
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



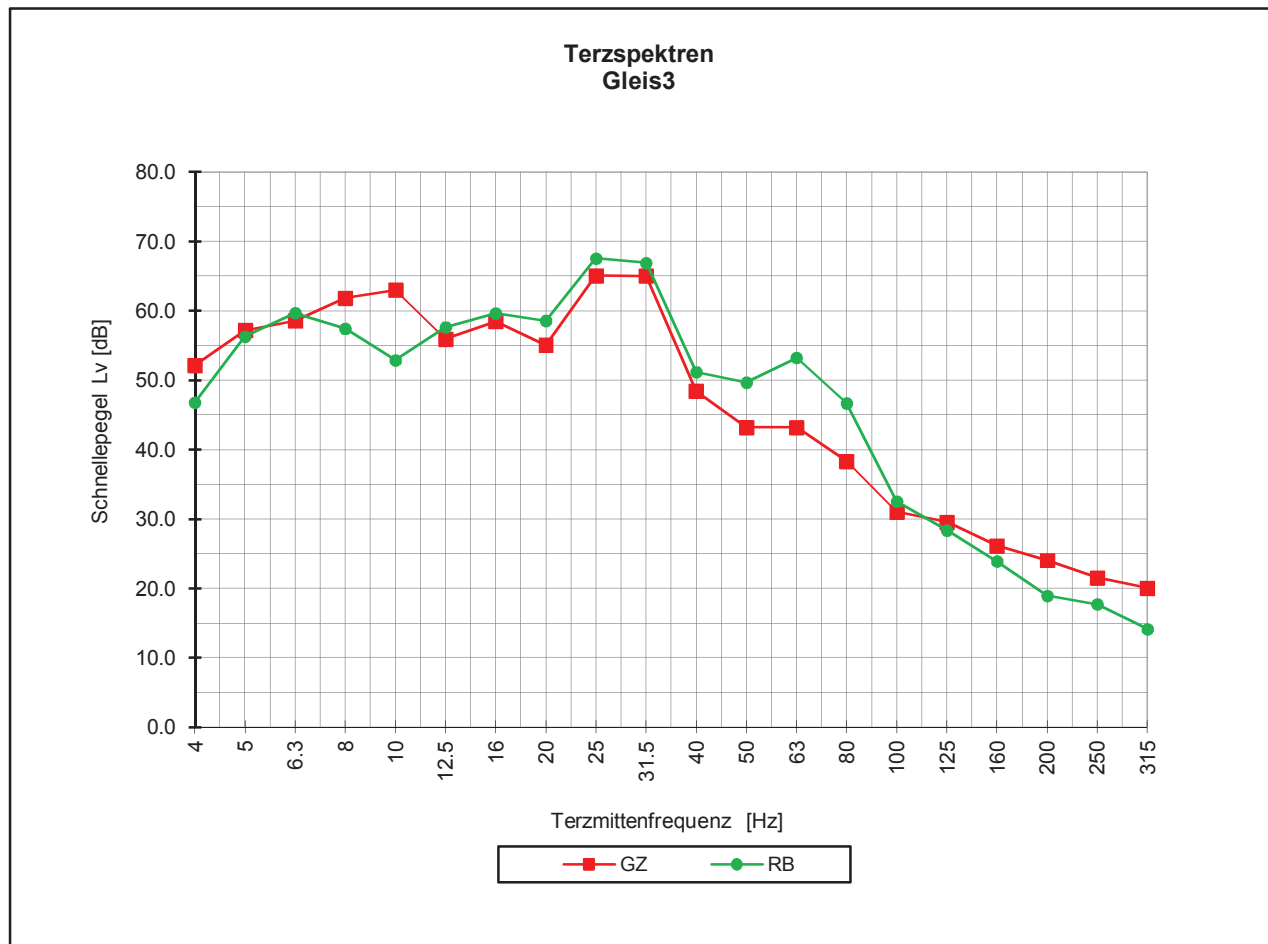
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



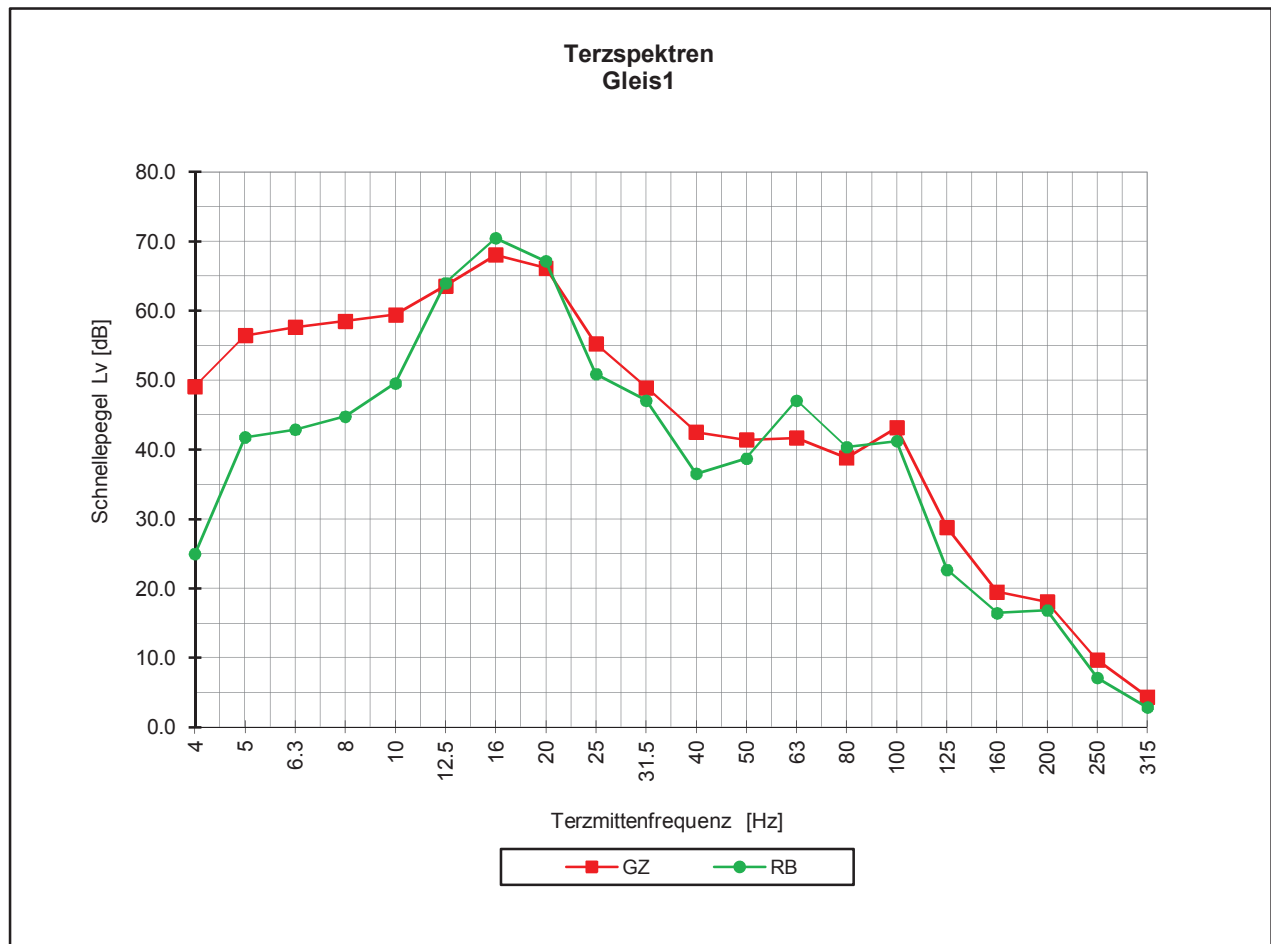
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



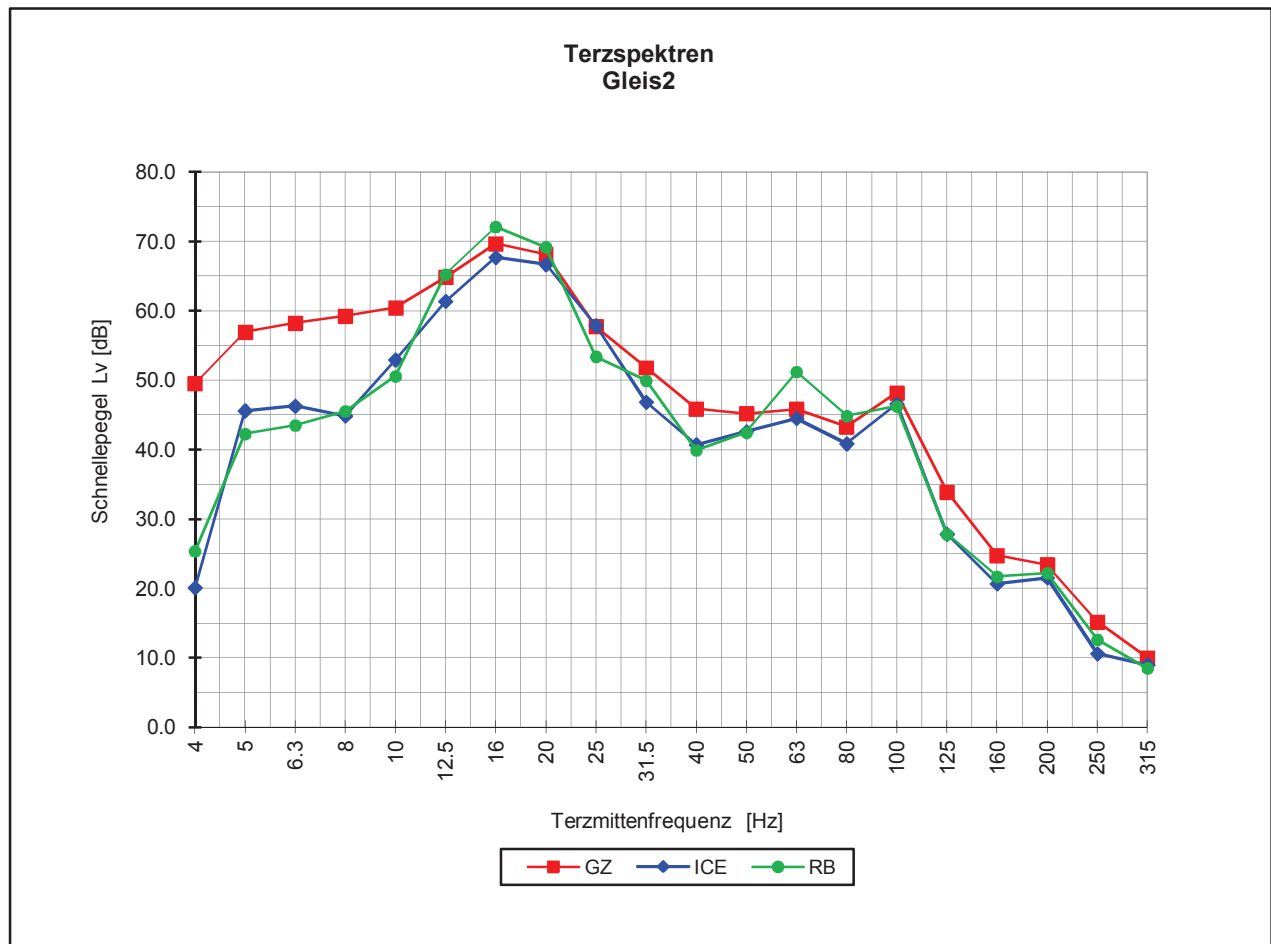
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



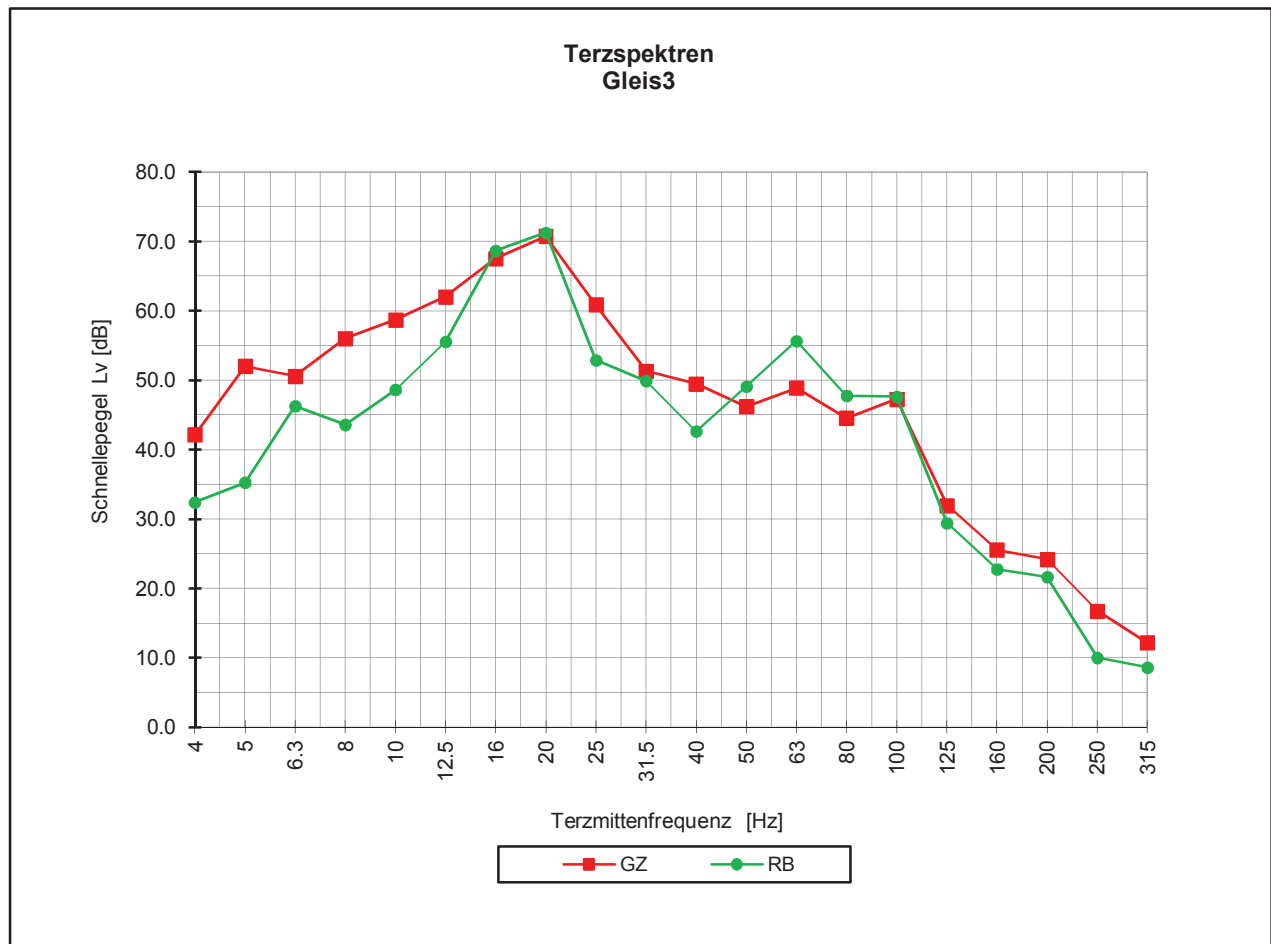
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



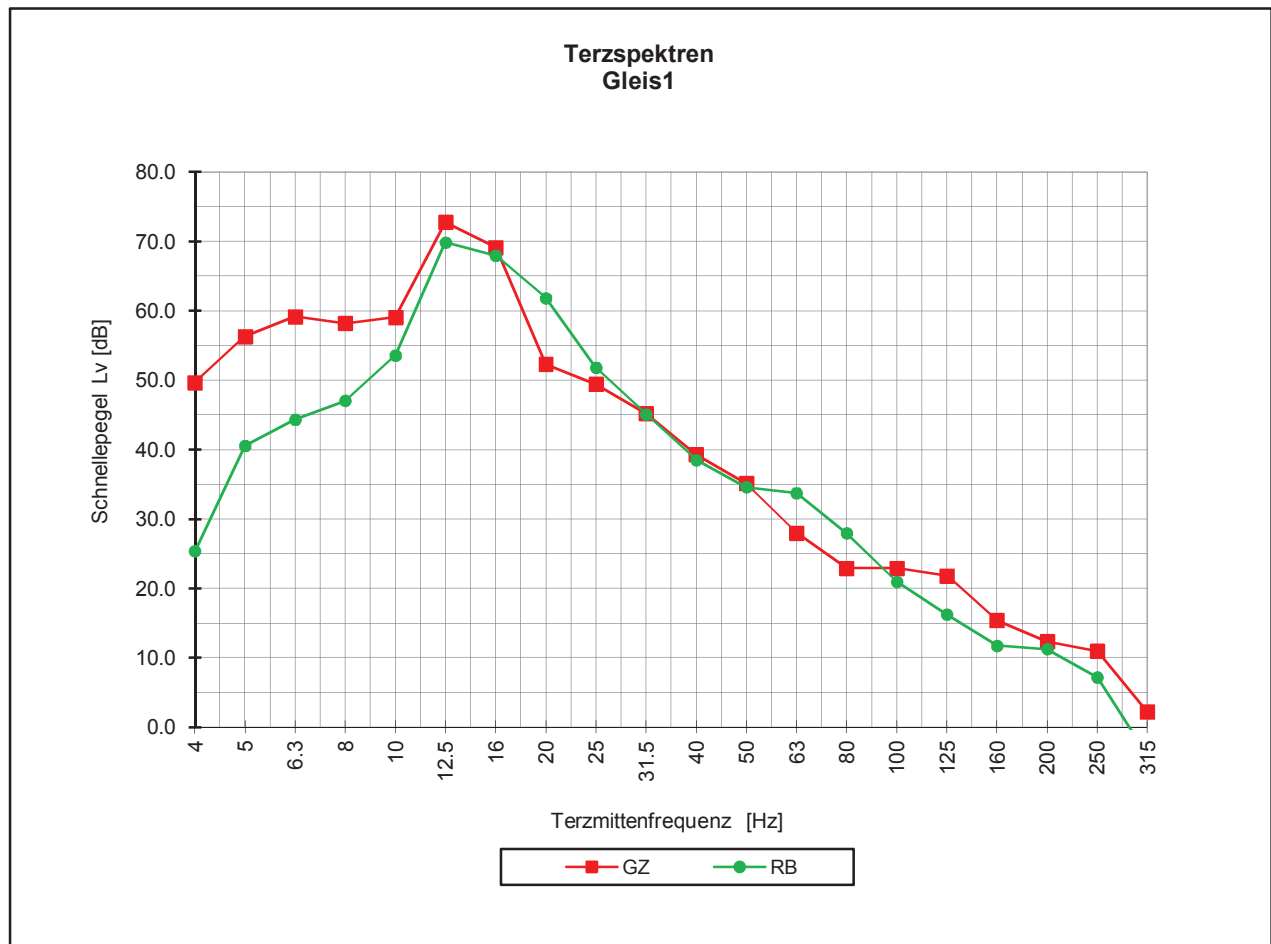
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



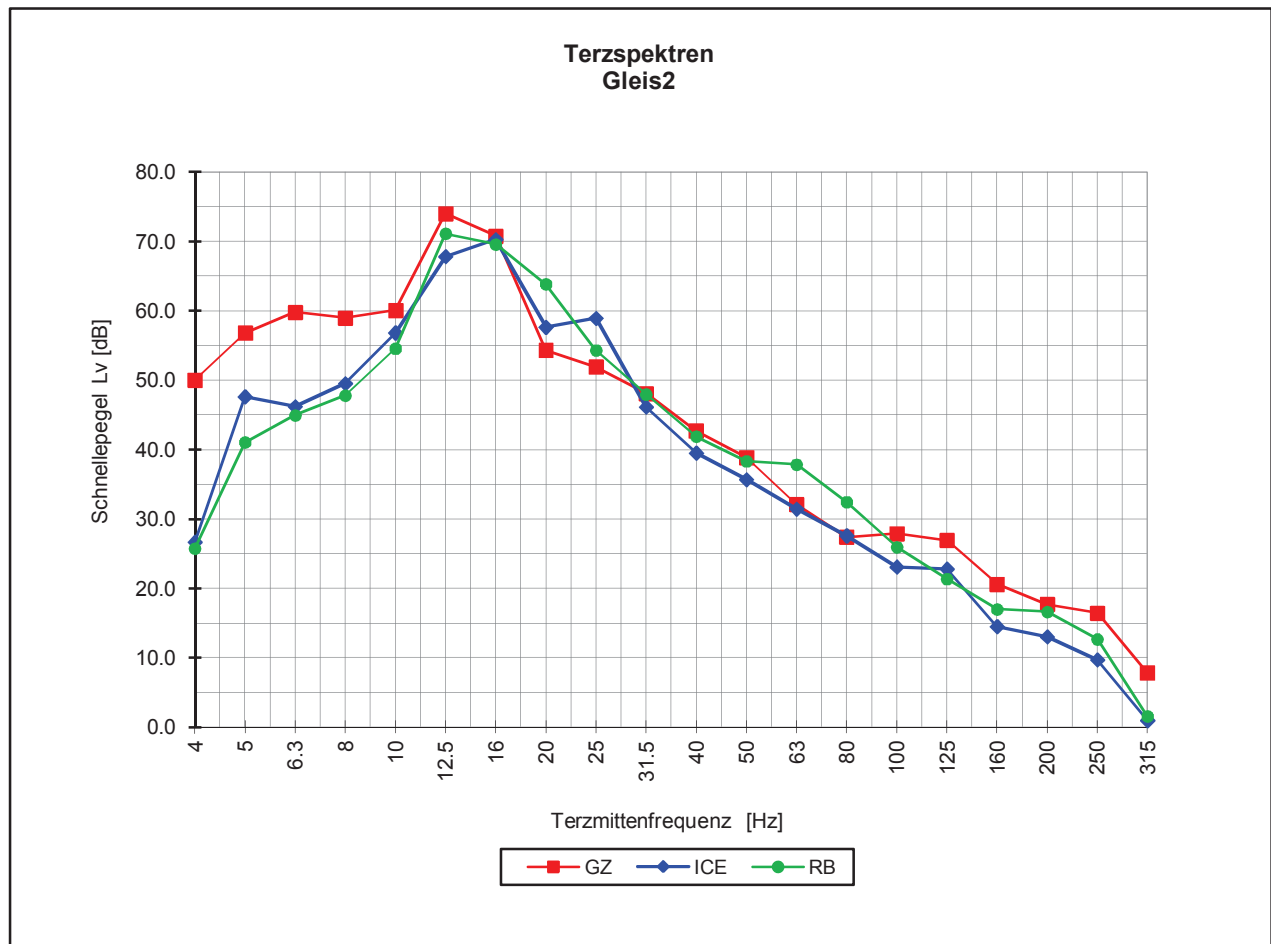
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



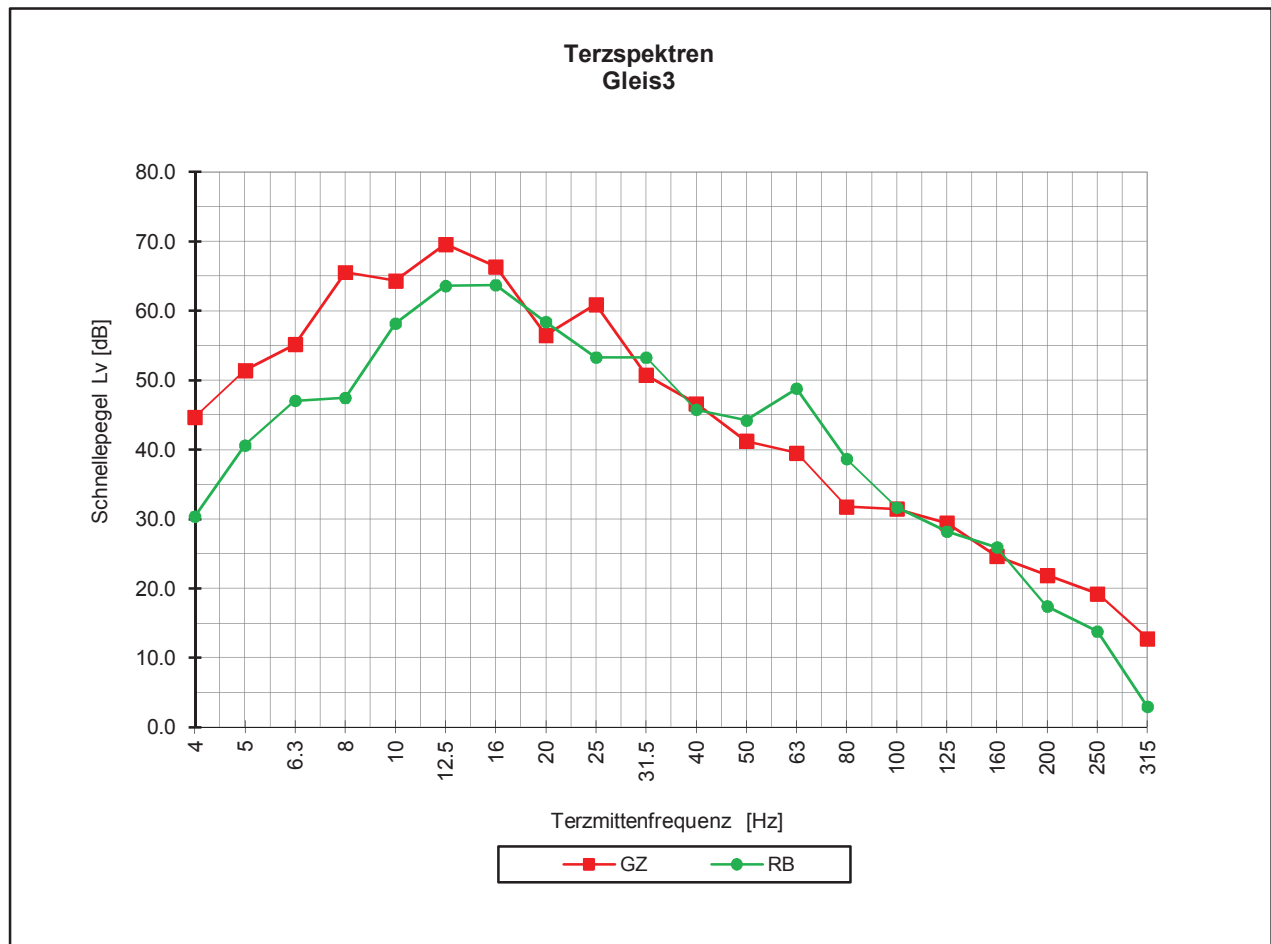
Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$



Bezugsschwingschnelle $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

Anlage 7
Zugverkehrszahlen
Bestand 2008
Prognose 2025

Zugzahlen

Stand:

Fahrplan 2008

Streckenabschnitt:

Strecke 2270, Abschnitt Praest, IO-1 / IO-2

Gleis 1, südliches Gleis Richtung Wesel

Zuggattung	Anzahl der Züge	Scheibenbrems- anteil % (durchschn. Annahme)	HG [km/h]	Zuglänge (durchschn. Annahme) [m]
Tag				
GZ	25	5	100	100
RBET	2	80	140	140
RE/RB	20	80	160	160
ICE	7	100	160	160
NZ	3	80	160	160
Nacht				
GZ	16	5	100	100
RBET	2	80	140	140
RE/RB	3	80	160	160
ICE	0	100	160	160
NZ	1	80	160	160

Gleis 2, nördliches Gleis Richtung Emmerich

Zuggattung	Anzahl der Züge	Scheibenbrems- anteil % (durchschn. Annahme)	HG [km/h]	Zuglänge (durchschn. Annahme) [m]
Tag				
GZ	28	5	100	100
RBET	3	80	140	140
RE/RB	20	80	160	160
ICE	7	100	160	160
NZ	4	80	160	160
Nacht				
GZ	14	5	100	100
RBET	2	80	140	140
RE/RB	3	80	160	160
ICE	0	100	160	160
NZ	0	80	160	160

Zugzahlen

Stand:

Prognose 2025

Streckenabschnitt:

Strecke 2270 / 2279, Abschnitt Emmerich

Gleis 1, südliches Gleis Richtung Wesel

Zuggattung	Anzahl der Züge	Scheibenbrems- anteil % (durchschn. Annahme)	HG [km/h]	Zuglänge (durchschn. Annahme) [m]
Tag				
GZ	47	0	100	700
RE	16	100	160	180
RB	16	100	140	70
ICE	0	100	200	400
RB HVZ	4	85	180	140
Nacht				
GZ	28	0	100	100
RE	2	100	140	140
RB	2	100	160	160
ICE	0	100	160	160
RB HVZ	3	85	160	160

Gleis 2, mittleres Gleis

Zuggattung	Anzahl der Züge	Scheibenbrems- anteil % (durchschn. Annahme)	HG [km/h]	Zuglänge (durchschn. Annahme) [m]
Tag				
GZ	32	0	100	700
RE	0	100	160	180
RB	0	100	140	70
ICE	14	100	200	400
RB HVZ	0	85	180	140
Nacht				
GZ	16	0	100	700
RE	0	100	160	180
RB	0	100	140	70
ICE	6	100	200	400
RB HVZ	0	85	180	140

Gleis 3, nördliches Gleis Richtung Emmerich

Zuggattung	Anzahl der Züge	Scheibenbrems- anteil % (durchschn. Annahme)	HG [km/h]	Zuglänge (durchschn. Annahme) [m]
Tag				
GZ	42	0	100	700
RE	16	100	160	180
RB	16	100	140	70
ICE	0	100	200	400
RB HVZ	7	85	180	140
Nacht				
GZ	20	0	100	700
RE	2	100	160	180
RB	2	100	140	70
ICE	0	100	200	400
RB HVZ	0	85	180	140

Anlage 8

Fotodokumentation

IO 1, Kerstenstraße 49



IO 2, Bahnweg 232



IO 3, Seufzerallee 28



IO 4, Jürgensstraße 33



IO 5, Weidenstraße 30



IO 6, In der Laar 43



IO 7, Lobither Strasse 13



IO 8, Im Haag 15

