



Ingenieurbüro Dr.-Ing. Frank H. Müller-Boruttau
D-82266 Inning-Buch, Breitbrunner Straße 5
Tel 08143-6313, Fax 08143-8767, D2 0172-8104 251

Gemeinde Gauting

Eing.: 12. OKT. 1998

Handwritten signature

22

Gemeinde Gauting, Bebauungsplan Nr. 135 Bahn-Immissionen

Erschütterungs- und sekundärluftschalltechnische Untersuchung

Bericht Nr. 333.05.1 vom 07.10.98

Auftraggeber:

Gemeinde Gauting
Frau Binder
Bahnhofstraße 7
82117 Gauting

Fax: 089-893 37 117; Tel.: 089-893 37 144

Architekt:

Architekturbüro Schattan
Dipl.-Ing. (FH) Michael Schattan
Moritz-von-Schwindstraße 18
82319 Starnberg

Fax: 08151-29492; Tel.: 08151-744231

Bearbeitet von:

Dr.-Ing. Frank H. Müller-Boruttau
Dipl.-Ing. Florian von Scheurl

Zusammenfassung

In der Gemeinde Gauting (s. Abb. 1.1) sollen im Baugebiet Königswiesen (s. Auszug aus dem Bebauungsplan Nr. 135, Abb. 1.2) mehrere Wohnhäuser errichtet werden, welche im erschütterungsrelevanten Einzugsbereich der Bahnstrecke Gauting - Starnberg liegen. Die geplanten Wohnhäuser haben einen Abstand von 27 bis 100 m zur Mitte der beiden Gleise.

Die auf der Bahnstrecke Gauting - Starnberg in beide Richtungen fahrenden Fern- und Regionalzüge (im weiteren Verlauf als Regionalzüge bezeichnet) und S-Bahnen tragen in das umgebende Erdreich und benachbarte Gebäude Körperschallwellen ein, die von den Bewohnern und Nutzern der Gebäude als Erschütterungen bzw. als sog. "sekundärer Luftschall" wahrgenommen werden können.

Es war zu ermitteln,

- welche Erschütterungseinwirkungen ausgehend von den vorbeifahrenden Zügen in die geplanten Wohnhäuser eingebracht werden,
- welchen Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen ausgehend von der Bahnstrecke Gauting - Starnberg die Nutzer der Gebäude ausgesetzt sein werden,
- und welche Maßnahmen getroffen werden müssen, damit in den geplanten Wohnhäusern die Grenzwerte der einschlägigen Richtlinien für Luftschall- und Erschütterungsimmissionen einhalten werden.

Es ergab sich anhand von Messung und Berechnung:

Körperschall nach DIN 4150/2

- Die laut DIN 4150/2 zulässigen Erschütterungsimmissionen werden an allen Meßpunkten **eingehalten**.

Sekundärluftschall nach VDI-Richtlinie 2719

- Häuser 1 bis 3:
Die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 wird im Bereich der geplanten **Häuser 1 bis 3** (ca. 27 m bis 35 m Abstand zur Mitte der beiden Gleise) **nicht eingehalten**. Die für die Gebäude prognostizierten Sekundärluftschalldruckpegel überschreiten die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 (40 dB(A) für Schlafräume nachts) um maximal 6 dB (Haus 1).
Die Überschreitung liegt nach Ansicht des Gutachters nicht mehr im akzeptablen Toleranzbereich. Für die Gebäude wird eine elastische Lagerung empfohlen (s. Kap. 7.3.5).

- Haus 4 und 5:

Die Mindestanforderung der **VDI-Richtlinie 2719** wird im Bereich der geplanten **Häuser 4 und 5** (ca. 40 m bzw. 48 m Abstand zur Mitte der beiden Gleise) **eingehalten**. Der für die Gebäude prognostizierte Sekundärluftschalldruckpegel erfüllt die Mindestanforderung, jedoch nicht die Komfortanforderung der VDI-Richtlinie 2719 (40 dB(A) für Schlafräume nachts).

Maßnahmen zur Reduzierung der Schallpegelwerte erhöhen den Wohnkomfort und die Baukosten. Eine Entscheidung bezüglich der Verbesserung des Wohnkomforts sollte dem Bauherrn überlassen werden. In jedem Fall ist jedoch unbedingt zu verhindern, daß eine Erhöhung der Immissionen durch Resonanzen der Estriche auftritt (s. Kap. 7.3.5).

- Häuser 6 bis 10:

Die Mindest- und die Komfortanforderung der **VDI-Richtlinie 2719** wird im Bereich der geplanten **Häuser 6 bis 10** (ca. 63 bis 100 m Abstand zur Mitte der beiden Gleise) **eingehalten**. Die für die Gebäude prognostizierten Sekundärluftschalldruckpegel liegen mit mindestens 6 dB unter der Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 (40 dB(A) für Schlafräume nachts).

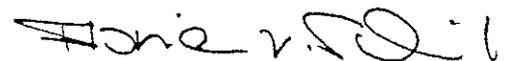
Somit sind keine baulichen Maßnahmen erforderlich.

Für die weiteren Planungen, Beratungen und Auslegungen steht unser Ingenieurbüro gerne zur Verfügung.



DR.-ING. FRANK H. MÜLLER-BORUTTAU

BERATENDER INGENIEUR BYIK, VDI, VDEI
SACHVERSTÄNDIGER FÜR BAUDYNAMIK
SACHV. D. EISENBAHNBUNDESAMTES
FÜR ELAST. ELEMENTE IM OBERBAU



DIPL.-ING. FLORIAN VON SCHEURL

INHALT

1 Situation und Aufgabenstellung	5
2 Grundlagen	5
3 Beurteilungskriterien	6
3.1 Körperschall nach DIN 4150/2 /3/	6
3.2 Sekundärer Luftschall nach VDI 2719 /4/	8
4 Messungen	10
4.1 Verwendete Meß- und Auswertungsgeräte und Software	10
4.2 Lage der Meßpunkte	10
4.3 Meßtechnisch erfaßte Zugfahrten	11
4.4 Durchführung der Messungen	13
5 Auswertung	13
6 Ergebnisse	16
6.1 Analyse des Körperschalls	16
6.2 Analyse des Sekundärluftschalls	17
7 Gesamtbeurteilung und Angaben zur baulichen Ausführung	18
7.1 Körperschall nach DIN 4150/2	18
7.2 Sekundärluftschall nach VDI-Richtlinie 2719	18
7.2.1 Häuser 1 bis 3	18
7.2.2 Haus 4 und 5	18
7.2.3 Häuser 6 bis 10	18
7.3 Hinweise zur baulichen Ausführung	19
7.3.1 Prinzipielle Minderungsmaßnahmen	19
7.3.2 Häuser 1 bis 3	19
7.3.3 Häuser 4 und 5	19
7.3.4 Häuser 6 bis 10	19
7.3.5 Angaben zur baulichen Ausführung	20

1 Situation und Aufgabenstellung

In der Gemeinde Gauting (s. Abb. 1.1) sollen im Baugebiet Königswiesen (s. Auszug aus dem Bebauungsplan Nr. 135, Abb. 1.2) mehrere Wohnhäuser errichtet werden, welche im erschütterungsrelevanten Einzugsbereich der Bahnstrecke Gauting - Starnberg liegen. Die geplanten Wohnhäuser haben einen Abstand von 27 bis 100 m zur Mitte der beiden Gleise.

Die auf der Bahnstrecke Gauting - Starnberg in beide Richtungen fahrenden Fern- und Regionalzüge (im weiteren Verlauf als Regionalzüge bezeichnet) und S-Bahnen tragen in das umgebende Erdreich und benachbarte Gebäude Körperschallwellen ein, die von den Bewohnern und Nutzern der Gebäude als Erschütterungen bzw. als sog. "sekundärer Luftschall" wahrgenommen werden können.

Es war zu ermitteln,

- welche Erschütterungseinwirkungen ausgehend von den vorbeifahrenden Zügen in die geplanten Wohnhäuser eingebracht werden,
- welchen Erschütterungs- und Sekundärluftschallmissionen ausgehend von der Bahnstrecke Gauting - Starnberg die Nutzer der Gebäude ausgesetzt sein werden,
- und welche Maßnahmen getroffen werden müssen, damit die in den geplanten Wohnhäusern gegebenen Luftschall- und Erschütterungsmissionen die Grenzwerte der einschlägigen Richtlinien einhalten.

2 Grundlagen

- /1/ DIN 45 669 Messung von Schwingungsmissionen, Teil 1, Anforderungen an Schwingungsmesser, Entwurf April 1993
- /2/ DIN 45 669 Messung von Schwingungsmissionen, Teil 2, Meßverfahren, Entwurf April 1993
- /3/ DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Dezember 1992
- /4/ VDI-Richtlinie 2719 Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, Aug. 1987
- /5/ IMB-dynamik-Messungen vom 23.09.1998

3 Beurteilungskriterien

3.1 Körperschall nach DIN 4150/2 /3/

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen wird die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ herangezogen.

Die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ ist dabei nach DIN 45669 als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0,125 s, "FAST") definiert.

Die Beurteilung erfolgt anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

- KB_{Fmax} , die maximale bewertete Schwingstärke
- KB_{FT_r} , die Beurteilungsschwingstärke.

Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$, der während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt.

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse. Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} wird mit Hilfe eines Taktmaximalwertverfahrens (Taktzeit = 30 s) ermittelt.

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} ergibt sich dabei nach folgender Gleichung:

$$KB_{FT_r} = KB_{FT_m} \sqrt{\frac{T_e}{T_r}} \quad (1)$$

mit T_r = Beurteilungszeit (tags 16 h, nachts 8 h)

T_e = Einwirkungszeit

KB_{FT_m} = Taktmaximal-Effektivwert, wobei der Taktmaximal-Effektivwert die Wurzel aus dem Mittelwert der quadrierten Taktmaximalwerte (KB_{Fmax} -Werte) der Einzelereignisse (hier Zugfahrten) ist.

Die Beurteilung erfolgt nach nachstehend beschriebener Vorgehensweise:

Es ist die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} zu ermitteln und mit den Anhaltswerten A_U und A_O zu vergleichen:

- Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_U , dann ist die Anforderung der Norm eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als der (obere) Anhaltswert A_O , dann ist die Anforderung nicht eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als A_U aber kleiner, höchstens gleich A_O , gilt die Anforderung dieser Norm dann als eingehalten, wenn die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FT_r} nicht größer als A_r ist.

Die in der DIN 4150/2 angegebenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Einwirkungsort	tags			nachts		
	A_U	A_O	A_r	A_U	A_O	A_r
Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05

Für oberirdische Fern- und S-Bahnen gilt als Sonderregelung unabhängig von der Gebietsausweisung ein oberer Anhaltswert nachts von $A_O = 0,6$.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Anhaltswerte indikatorischen Charakter haben und eine Beurteilung jeweils im Einzelfall - auch unter Berücksichtigung der Meßunsicherheit - zu erfolgen hat.

In den Erläuterungen zur Norm werden Zusammenhänge zwischen bewerteten Schwingstärken und subjektiver Wahrnehmung angegeben.

Die folgende Tabelle beschreibt den Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung:

KB-Werte	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
----- 0,1 -----	----- Föhlschwelle -----
0,1 - 0,4	gerade spürbar
0,4 - 1,6	gut spürbar
1,6 - 6,3	stark spürbar

3.2 Sekundärer Luftschall nach VDI 2719 /4/

Infolge von Körperschall-Einwirkungen werden die Raumbegrenzungsflächen (Wände, Geschoßdecken) zu Schwingungen angeregt. Diese strahlen ähnlich Lautsprechermembranen Luftschall ab. Bei ausreichend hohen Pegeln wird dieser "Sekundärluftschall" vom Menschen hörbar wahrgenommen.

Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Schwingsschnelle in den Raumbegrenzungsflächen, den jeweiligen Abstrahl- und Absorptionsverhältnissen im Raum und den daraus resultierenden Schalldruckpegeln im Raum. Für den mittleren Maximalpegel nach VDI 2719 kann abgeleitet werden:

$$\bar{L}_{\max} = L_{VA, \text{FAST}} - 3 \text{ dB} + 10 \cdot \log(4 \cdot S/A) + 10 \cdot \log \sigma \quad (2)$$

Dabei bedeuten:

L_{\max} = A-bewerteter mittlerer maximaler Schalldruckpegel im Raum in dB(A)

$L_{VA, \text{FAST}}$ = A- und FAST-bewerteter Schnellepegel der Raumbegrenzungsflächen in dB(A), re $5 \cdot 10^{-8}$ m/s

S = Größe der schwingerregten Fläche in m²

A = Absorptionsvermögen des Raumes in m²

σ = Abstrahlgrad

- 3 dB = Korrekturterm (Differenz SLOW- FAST-Spektren)

Aufgrund von Erfahrungswerten für raumakustische Verhältnisse in Wohnräumen und mit Wohnräumen vergleichbar ausgestatteten Räumen können folgende Werte für S , A und σ angesetzt werden:

$$S \approx 2 \times \text{Grundrißfläche } G$$

$$A \approx 0,8 \times \text{Grundrißfläche } G$$

$\sigma = 1$ für Frequenzen > 63 Hz. Für tiefere Frequenzen (< 63 Hz) erfolgt eine Absenkung.

Die Berechnung erfolgte im Frequenzbereich von 16 bis 400 Hz.

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen liegen derzeit noch keine verbindlichen Richtwerte vor. Im Allgemeinen wird meist auf die VDI-Richtlinie 2719 "Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen" zurückgegriffen und die darin genannten Anhaltswerte zur Beurteilung herangezogen.

Aus der VDI-Richtlinie 2719 ergeben sich folgende zulässige Maximalpegel für *Schlaf-räume nachts*:

Gebiet	sog. Komfortanforderung	Mindestanforderung
Reine und Allgemeine Wohngebiete	35 dB(A)	40 dB(A)
Sonstige Gebiete	40 dB(A)	45 dB(A)

4 Messungen

4.1 Verwendete Meß- und Auswertungsgeräte und Software

Gerät/Programm Messung	Typ	Hersteller
Beschleunigungsaufnehmer 10pC/m/s ²	4370	Brüel&Kjaer
Ladungsverstärker	2635	Brüel&Kjaer
2-Kanal Digital-Speicher-Oszilloskop	DL1100	Yokogawa
Echtzeit-Frequenzanalysator	2144	Brüel&Kjaer
8-Kanal-Pegelschreiber	VM 892	Bytec
Vielkanal-Synchron-Meßsystem	Musycs	IMC
Meßwert-Analysesystem	Famos	IMC

4.2 Lage der Meßpunkte

Die Lage der Meßpunkte wurde unter Berücksichtigung bestehender Bebauungen und des Planausschnittes festgelegt. Aus dem uns vorliegenden Ausschnitt des Bebauungsplans Nr. 135, M 1: 1000 war im Vorfeld der Messungen der Abstand der geplanten Gebäude zu den bestehenden Gleisanlagen nicht zu ermitteln. Folglich wurde die erste Ebene der Meßpunkte etwas näher an die Gleisanlage gelegt.

Die Meßpunkte wurden in drei Ebenen mit wachsendem Abstand zur Mitte der beiden Gleise eingerichtet. Die erste Ebene beinhaltet drei Meßpunkte in ca. 17,5 m Abstand zur Mitte der beiden Gleise.

Die zweite Ebene beinhaltet einen Meßpunkt in ca. 42,5 m Abstand zur Mitte der beiden Gleise, während die dritte Ebene einen Meßpunkt in ca. 85 m Abstand enthält.

Für die Auswertung wurde die genaue Lage der geplanten Gebäude durch das Architekturbüro Schatten in Erfahrung gebracht. Die zu erwartenden Werte für die Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen wurden mittels Interpolation aus den Ergebnissen der drei Messebenen ermittelt.

Die Lage und Position der Meßpunkte ist aus folgender Tabelle ersichtlich. Eine schematische Darstellung der Lage der Meßpunkte zeigt die Abbildung 4.1.

Meßpunkt-Nummer	Meß-richt.	Position (s. Abb. 4.1)	Art der Befestigung
1Z	Z	Abstand ca. 17,5 m zur Mitte der beiden Gleise, vertikal	Erdspieß
2Z	Z	Abstand ca. 17,5 m zur Mitte der beiden Gleise, vertikal	Erdspieß
3Z	Z	Abstand ca. 17,5 m zur Mitte der beiden Gleise, vertikal	Erdspieß
4Z	Z	Abstand ca. 42,5 m zur Mitte der beiden Gleise, vertikal	Erdspieß
5Z	Z	Abstand ca. 85 m zur Mitte der beiden Gleise, vertikal	Erdspieß

Die Gebäude 1 bis 4 (siehe Abb. 4.1) liegen im Bereich der Meßpunkte 1Z bis 4Z, die Gebäude 5 bis 7 zwischen den Meßpunkten 4Z und 5Z. Die Gebäude 8 und 9 werden durch den Meßpunkt 5Z repräsentiert.

4.3 Meßtechnisch erfaßte Zugfahrten

Die Messung wurde am 23.09.1998 in der Zeit von 16:00 Uhr bis 22:00 Uhr durchgeführt.

Die Signale aller 5 Meßpunkte wurden bei den Zug-Vorbeifahrten von 17:30 Uhr bis 20:31 Uhr synchron aufgezeichnet.

Die folgende Übersicht gibt die meßtechnisch erfaßten und *ausgewerteten* Zugfahrten am 23.09.1998 wieder.

Fahrtrichtung	Uhrzeit	Kurzzeichen	Zuggattung
<i>Gauting</i>	<i>17:42</i>	<i>RA</i>	<i>Regionalzug</i>
<i>Starnberg</i>	<i>17:47</i>	<i>RF</i>	<i>Regionalzug</i>
<i>Gauting</i>	<i>18:08</i>	<i>SB</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Gauting</i>	<i>18:35</i>	<i>RG</i>	<i>Regionalzug</i>
<i>Starnberg</i>	<i>18:44</i>	<i>RB</i>	<i>Regionalzug</i>
<i>Gauting</i>	<i>18:48</i>	<i>SD</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Starnberg</i>	<i>18:56</i>	<i>SE</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Gauting</i>	<i>19:07</i>	<i>SF</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Starnberg</i>	<i>19:17</i>	<i>RH</i>	<i>Regionalzug</i>
<i>Starnberg</i>	<i>19:20</i>	<i>SH</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Gauting</i>	<i>19:30</i>	<i>SI</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Starnberg</i>	<i>19:36</i>	<i>SJ</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Gauting</i>	<i>19:38</i>	<i>RC</i>	<i>Regionalzug</i>
<i>Gauting</i>	<i>19:48</i>	<i>SK</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Starnberg</i>	<i>19:57</i>	<i>SL</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Gauting</i>	<i>20:07</i>	<i>SM</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Starnberg</i>	<i>20:17</i>	<i>SN</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Starnberg</i>	<i>20:22</i>	<i>RD</i>	<i>Regionalzug</i>
<i>Gauting</i>	<i>20:27</i>	<i>SO</i>	<i>S-Bahn</i>
<i>Gauting</i>	<i>20:31</i>	<i>RE</i>	<i>Regionalzug</i>

4.4 Durchführung der Messungen

Die an den einzelnen Meßpunkten angebrachten Beschleunigungsaufnehmer erzeugen eine beschleunigungsproportionale Ladung.

Die Ladungen werden mit Hilfe von extrem rauscharmen Ladungsverstärkern

- proportional in Spannung umgewandelt,
- analog bandpaßgefiltert mit einem Frequenzbereich von 0,2 - 1000 Hz, und
- verstärkt.

Die Signale von ausgewählten Meßpunkten wurden vor und während der Messungen auf dem 8-Kanal-Pegelmonitor und dem Oszilloskop sichtbar gemacht und kontrolliert.

Die Beschleunigungszeitverläufe wurden zeitsynchron mit dem Meßsystem MUSYCS während den Zug-Vorbeifahrten erfaßt. Die Meßketten wurden während den Messungen kalibriert.

5 Auswertung

Für die Auswertung wurden folgende Arbeitsschritte für jeden Kanal ausgeführt:

- Schritt 1 Bestimmung des Zeitausschnittes der Zugvorbeifahrt
- Schritt 2 Berechnung der FAST-Max-Hold Schnelle-Spektren (Zeitkonstante FAST = 0,125 s)
- Schritt 3 KB-Bewertung der Spektren für den Körperschall
- Schritt 4 Berechnung der A-bewerteten, prognostizierten Sekundärluftschall-Spektren gem. Gleichung (2)
- Schritt 5 Energetische Mittelung der Einzelspektren für alle Zugfahrten getrennt nach den Meßpunkten und den Fahrrichtungen
- Schritt 6 Berechnung der Summenpegel aus den energ. Mitteln (Körperschall: Pegel $L_{v, KB}$ bzw. KB_{Fmax} , Luftschall: Pegel $L_p(A) \approx L_{max}$)

Die Ergebnisse sind in den Abb. 5.x grafisch dargestellt. Die Spektren der Zugfahrten Richtung Starnberg sind in den Abbildungen 5.1.x, die der Richtung Gauting in den Abbildungen 5.2.x dargestellt. Folgende Zusatzinformationen sind in den Abbildungen jeweils enthalten:

- Energetisches Mittel der Spektren von den ausgewerteten Zugfahrten für den Körperschall (schwarze Kurve):
 Dieses gemittelte Spektrum dient als Grundlage für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf den Menschen.
- Energetisches Mittel der Spektren der Zugfahrten für den prognostizierten sekundären Luftschall (schwarz gestrichelte Kurve):
 Dieses gemittelte Spektrum dient als Grundlage für die Beurteilung des zu erwartenden Sekundärluftschalls.
- Summenpegel für den Körperschall sowie KB_{Fmax} :
 Kenngrößen für die Erschütterungseinwirkung auf den Menschen.
- Summenpegel für den prognostizierten sekundären Luftschall:
 Kenngrößen für die Luftschalleinwirkung auf den Menschen.

In der folgenden Tabelle sind die Summenpegel und KB_{Fmax} der energetisch gemittelten Zugfahrten getrennt nach Fahrtrichtungen und Zuggattungen aufgelistet:

Richtung	Zuggattung	Pegel	01Z	02Z	03Z	04Z	05Z
Starnberg	Regional- züge	Lv [dB]	73	69	74	66	55
		KB(Fmax)	0,22	0,14	0,26	0,10	0,03
		Lp [dB(A)]	50	47	52	41	29
	S-Bahnen	Lv [dB]	73	70	74	66	55
		KB(Fmax)	0,23	0,15	0,25	0,10	0,03
		Lp [dB(A)]	51	48	53	41	29
Gauting	Regional- züge	Lv [dB]	68	64	71	57	50
		KB(Fmax)	0,12	0,08	0,17	0,04	0,02
		Lp [dB(A)]	47	45	49	33	25
	S-Bahnen	Lv [dB]	65	66	69	59	54
		KB(Fmax)	0,09	0,10	0,14	0,04	0,02
		Lp [dB(A)]	42	43	44	30	24

In der folgenden Tabelle sind die über alle Zuggattungen (unter Berücksichtigung der Anzahl der jeweiligen Zuggattungen) energetisch gemittelten Summenpegel und KB_{Fmax} -Werte getrennt nach den Fahrrichtungen enthalten.

Richtung	Zuggattung	Pegel	01Z	02Z	03Z	04Z	05Z
Starnberg	alle Zuggattungen (gemittelt)	Lv [dB]	73	70	74	66	55
		KB-Fmax	0,23	0,15	0,25	0,10	0,03
		Lp [dB(A)]	51	48	53	41	29
Gauting	alle Zuggattungen (gemittelt)	Lv [dB]	66	66	70	59	53
		KB-Fmax	0,10	0,09	0,15	0,04	0,02
		Lp [dB(A)]	44	44	46	31	24

Die folgende Tabelle, enthält die energetisch gemittelten Summenpegel und KB_{Fmax} -Werte aller Zuggattungen und beider Fahrrichtungen (unter Berücksichtigung der Anzahl der jeweiligen Zuggattungen der jeweiligen Fahrrichtungen).

Richtung	Zuggattung	Pegel	01Z	02Z	03Z	04Z	05Z
Starnberg und Gauting	alle Zuggattungen (gemittelt)	Lv [dB]	71	68	72	64	54
		KB-Fmax	0,17	0,12	0,21	0,08	0,03
		Lp [dB(A)]	49	46	51	38	27

Die Werte dieser Tabelle bilden die Basis zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf das Baugelände.

6 Ergebnisse

6.1 Analyse des Körperschalls

Die folgende Analyse geht davon aus, daß sich der gegenwärtige Streckenzustand und das erfaßte Wagenmaterial nicht wesentlich ändert. Zur Berechnung der sekundären Luftschallimmissionen und zu deren Beurteilung wurden die gemittelten Schnellepegel-Terzspektren (energetische Mittelwerte) aus Kapitel 5 herangezogen. Es können daher durch einzelne Zugfahrten (z.B. Züge mit starken Radunrundheiten und Flachstellen) gelegentlich höhere Immissionswerte erreicht werden.

Die auf dem Freifeld gemessenen Werte stimmen nach den Erfahrungen des Gutachters gut mit den Werten überein, die bei Gebäuden in Massivbauweise auf den Geschoßrodecken zu erwarten sind.

Als Grundlage für die Berechnung der Beurteilungs-Schwingstärke wurde mit folgendem Verkehrsaufkommen gerechnet:

Fahrtrichtung	Anzahl der Züge tags	Anzahl der Züge nachts
beide Richtungen	135	27

Die Berechnung ergibt folgende Ergebnisse für die Zugfahrten:

MP	KB_{Fmax}	$KB_{FT, Tag}$	$KB_{FT, Nacht}$	DIN 4150/2 eingehalten (Tag)	DIN 4150/2 eingehalten (Nacht)	DIN 4150/2 eingehalten
1Z	0,17	0,045	0,029	Ja	Ja	Ja
2Z	0,12	0,032	0,020	Ja	Ja	Ja
3Z	0,21	0,056	0,035	Ja	Ja	Ja
4Z	0,08	0,021	0,013	Ja	Ja	Ja
5Z	0,03	0,008	0,005	Ja	Ja	Ja

Die laut DIN 4150/2 zulässigen Erschütterungsimmissionen werden an allen Meßpunkten eingehalten.

6.2 Analyse des Sekundärluftschalls

Durch Interpolation wird nun, ausgehend von den zuvor ermittelten maximalen prognostizierten Luftschallpegel der einzelnen Meßpunkte, die Pegel für die Gebäude 1 bis 10 (s. Abb. 4.1) berechnet.

In der folgende Tabelle wird durch den Vergleich der maximalen prognostizierten Luftschallpegel mit der Komfort- und der Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 (*Schlafräume nachts = 35 dB(A) und 40 dB(A)*) ermittelt, für welche Gebäude die Richtlinie eingehalten wurde:

Haus	max. prog. Luftschall Lp(A)	Komfortanforderung nach VDI-Richtlinie 2719	Mindestanforderung nach VDI-Richtlinie 2719	Mindestanforderung nach VDI-Richtlinie 2719 erfüllt
1	46 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	Nein
2	44 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	Nein
3	43 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	Nein
4	40 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	erfüllt
5	37 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	erfüllt
6 u. 7	34 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	erfüllt
8 u. 9	27 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	erfüllt

Die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 wird im Bereich der geplanten Häuser 1 bis 3 überschritten. Im Bereich der geplanten Wohnhäuser 4 und 5 wird die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 eingehalten. Im Bereich der geplanten Wohnhäuser 6 bis 9 (resp. 10) wird sowohl die Mindest- als auch die Komfortanforderung der VDI-Richtlinie 2719 eingehalten

7 Gesamtbeurteilung und Angaben zur baulichen Ausführung

7.1 Körperschall nach DIN 4150/2

Die laut DIN 4150/2 zulässigen Erschütterungsimmissionen werden an allen Meßpunkten eingehalten.

7.2 Sekundärluftschall nach VDI-Richtlinie 2719

7.2.1 Häuser 1 bis 3

Die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 wird im Bereich der geplanten Häuser 1 bis 3 (ca. 27 m bis 35 m Abstand zur Mitte der beiden Gleise) **nicht eingehalten**. Die für die Gebäude prognostizierten Sekundärluftschalldruckpegel überschreiten die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 (40 dB(A) für Schlafräume nachts) um maximal 6 dB (Haus 1).

7.2.2 Haus 4 und 5

Die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 wird im Bereich der geplanten Häuser 4 und 5 (ca. 40 m bzw. 48 m Abstand zur Mitte der beiden Gleise) **eingehalten**. Der für die Gebäude prognostizierte Sekundärluftschalldruckpegel erfüllt die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 (40 dB(A) für Schlafräume nachts).

7.2.3 Häuser 6 bis 10

Die Mindest- und die Komfortanforderung der VDI-Richtlinie 2719 wird im Bereich der geplanten Häuser 6 bis 10 (ca. 63 m bis 100 m Abstand zur Mitte der beiden Gleise) **eingehalten**. Die für die Gebäude prognostizierten Sekundärluftschalldruckpegel liegen mit 6 dB (Gebäude 6 u. 7) bzw. 13 dB (Gebäude 8 und 9) unter der Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 (40 dB(A) für Schlafräume nachts).

7.3 Hinweise zur baulichen Ausführung

7.3.1 Prinzipielle Minderungsmaßnahmen

Maßnahmen zur Minderung der Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen sind prinzipiell an drei Stellen möglich:

- am Emissionsort (Gleis),
- am Übertragungsweg (Boden) und
- am Immissionsort (Gebäude).

Im vorliegenden Fall sind Maßnahmen am Emissionsort nicht möglich.

Maßnahmen am Übertragungsweg, wie etwa der Einbau von Erdschlitzen, sind sehr aufwendig und hinsichtlich der Prognose der Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit sehr unsicher. Daher ist nach dem heutigen Stand der Technik und Wissenschaft von Maßnahmen am Übertragungsweg abzuraten.

Demnach verbleiben als technisch sinnvolle und wirtschaftliche Maßnahmen nur solche an den zu schützenden Gebäuden selbst. Diese Maßnahmen sind Stand der Technik, wirksam, wirtschaftlich ausführbar und hinsichtlich des zu erwartenden Ergebnisses sehr gut prognostizierbar. Entsprechende Erfahrungen mit von uns betreuten Projekten liegen in unserem Hause vor.

7.3.2 Häuser 1 bis 3

Aufgrund der geringen Abstände der Häuser 1 bis 3 zu den Gleisen wird die Mindestanforderung der VDI-Richtlinie 2719 um 3 dB bis 6 dB überschritten. Die Überschreitung liegt nach Ansicht des Gutachters nicht mehr im akzeptablen Toleranzbereich. Für die Gebäude wird eine elastische Lagerung empfohlen (s. Kap. 7.3.5).

7.3.3 Häuser 4 und 5

Im Bereich der Häuser 4 und 5 werden die Mindestanforderungen, jedoch nicht die Komfortanforderungen der VDI-Richtlinie 2719 eingehalten. Maßnahmen zur Reduzierung der Schallpegelwerte verringern auch die Erschütterungseinwirkungen und erhöhen den Wohnkomfort und die Baukosten (um einige Prozent der Rohbausumme). Eine Entscheidung bezüglich der Verbesserung des Wohnkomforts sollte dem Bauherrn überlassen werden. In jedem Fall ist jedoch unbedingt zu verhindern, daß eine Erhöhung der Immissionen durch Resonanzen der Estriche auftritt (s. Kap. 7.3.5).

7.3.4 Häuser 6 bis 10

Im Bereich der Häuser 6 bis 10 werden sowohl die Mindest- als auch die Komfortanforderungen der VDI Richtlinie-2719 eingehalten. Somit sind keine baulichen Maßnahmen erforderlich.

7.3.5 Angaben zur baulichen Ausführung

Übliche schwimmende Estriche haben Resonanzfrequenzen im Bereich von ca. 30 bis 70 Hz. Dies würde bei der vorliegenden Immissionssituation zu Erhöhungen der Sekundärluftschalldruckpegel von 5 - 10 dB(A), bei den Erschütterungen zu 3- bis 5-fachen KB-Werten führen. In diesem Fall könnten in praktisch allen Bereichen die Anforderungen der einschlägigen Richtlinien nicht mehr eingehalten werden.

Daraus folgt, daß sorgfältigst darauf zu achten ist, daß die Immissionen nicht durch Estrichresonanzen verstärkt werden.

Anstelle der üblichen schwimmenden Estriche sind folgende Möglichkeiten realisierbar:

- hochabgestimmte schwimmende Estriche
- hochabgestimmte Trockenestriche
- Verbundestriche

Bei der Suche nach der günstigsten Lösung sind die Gesichtspunkte Immissionsschutz, Schallschutz, Wärmeschutz, gewünschte Fußbodenaufbauten, Gebrauchstauglichkeit und Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen. Bei der Detailauslegung des Estrichaufbaus sollte ein Fachmann hinzugezogen werden.

Für die weiteren Planungen, Beratung und Auslegungen steht unser Ingenieurbüro Ihnen gerne zur Verfügung.

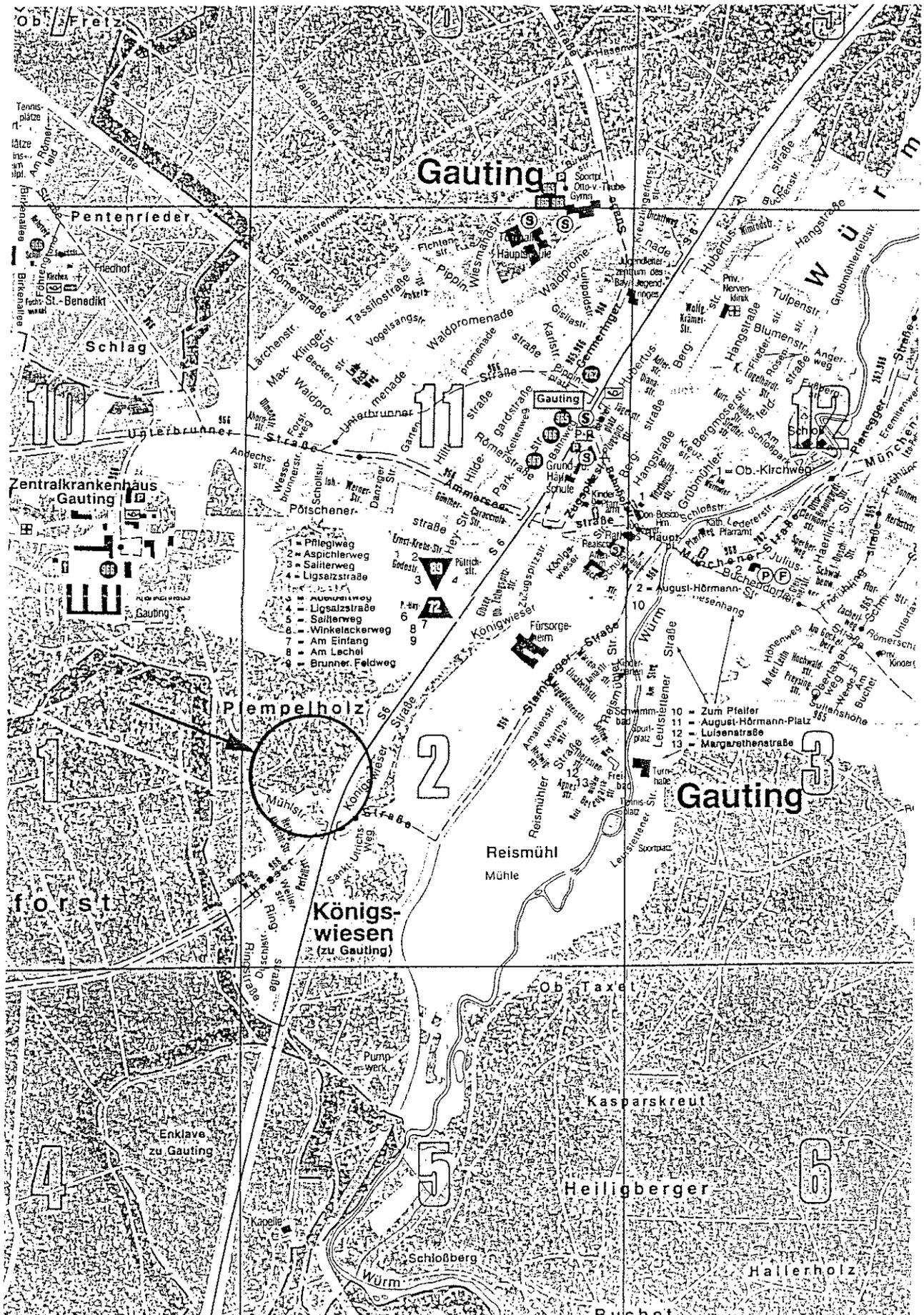
Messung durchgeführt von:

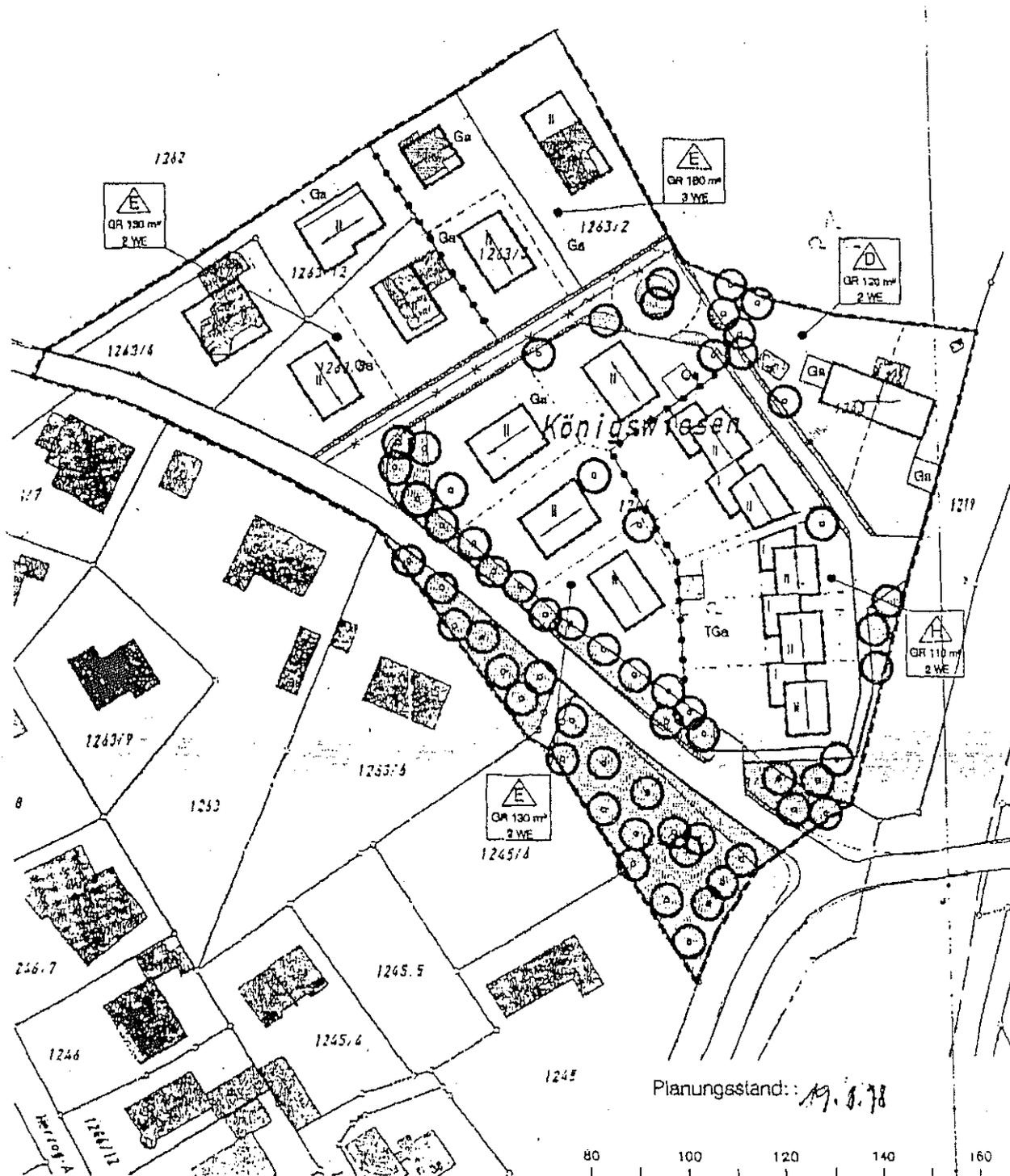
Dipl.-Ing. Florian von Scheurl

Bearbeitet von:

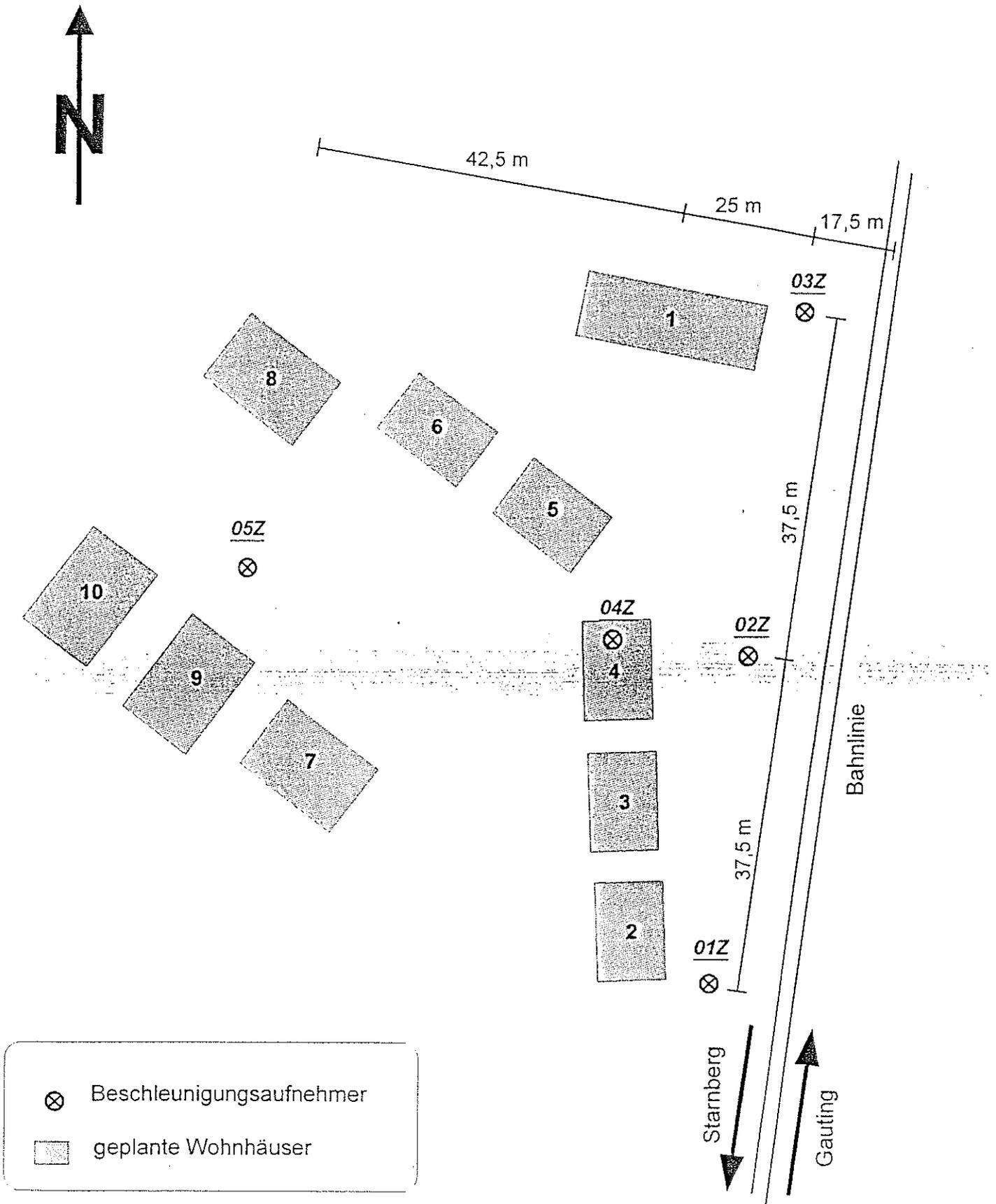
Dr.-Ing. Frank H. Müller-Boruttau

Dipl.-Ing. Florian von Scheurl



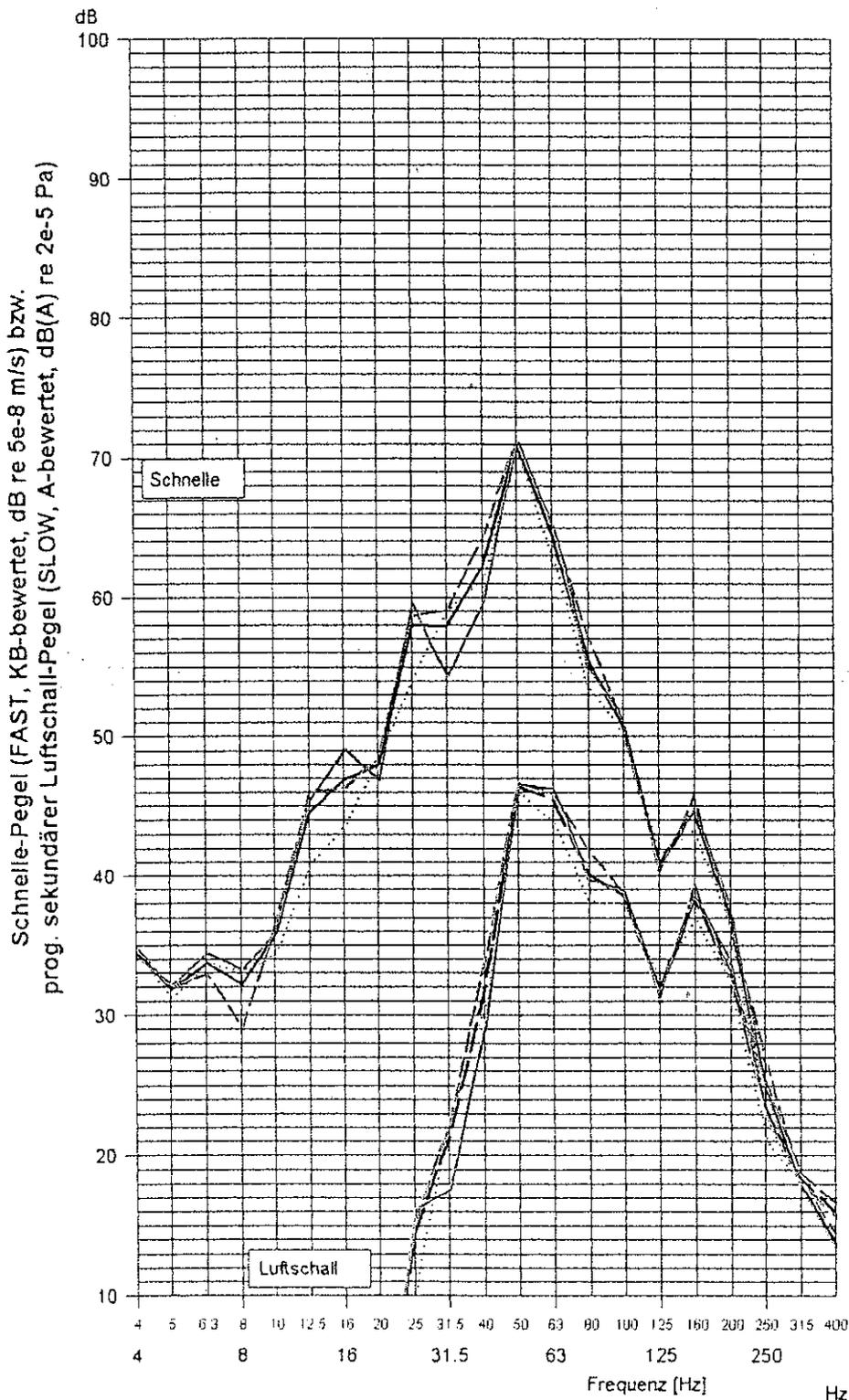


Gemeinde Gauting Bebauungsplan Nr. 135 Königswiesen



Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz)
Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 01Z, vertikal

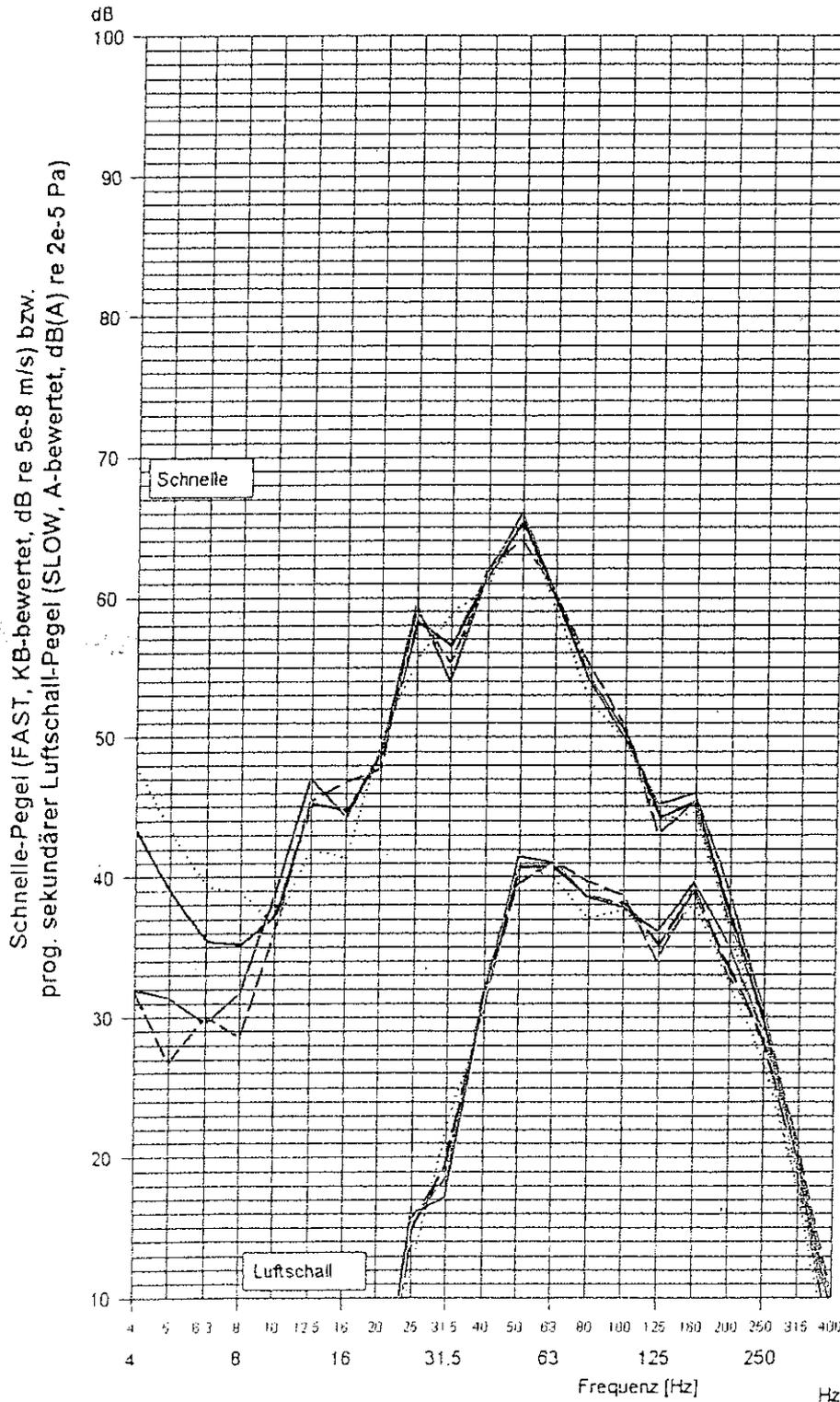


DSKSAIRI, SEQ, 333.05, 05.10.98, 14.19.04

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 02Z, vertikal



—	Messung RB
	23.09.98 18:45:02
⋯	Messung RD
	23.09.98 20:23:48
- - -	Messung RF
	23.09.98 17:47:36
—	energ. Mittel
—	Schnelle
- - -	energ. Mittel
- - -	Luftschall

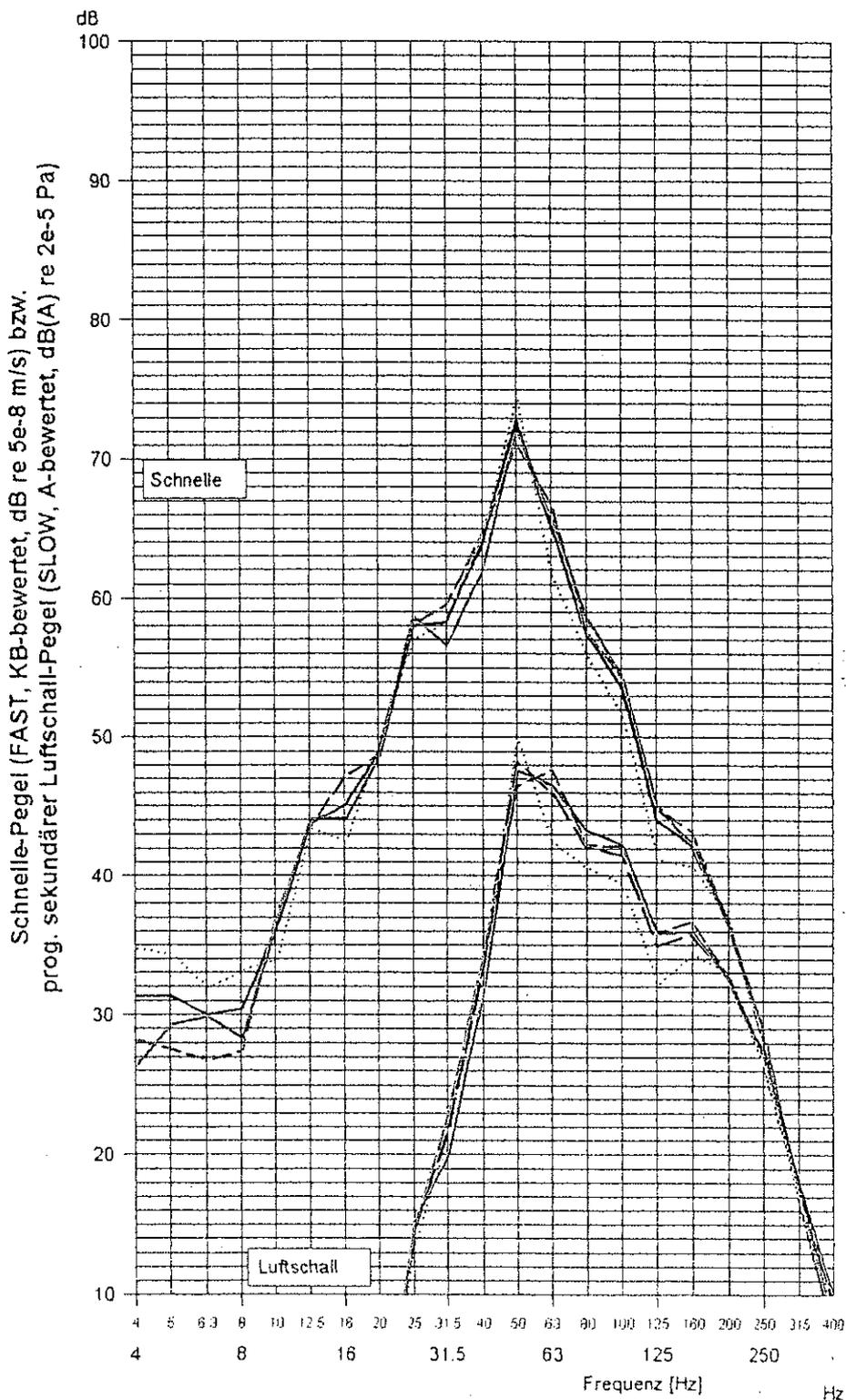
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	69 dB
KB-Fmax =	0.14
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	47 dB

05.10.98 11:15:00 333.05 05.10.98 14.19.21

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 03Z, vertikal



—	Messung RB
	23.09.98 18:45:02
⋯	Messung RD
	23.09.98 20:23:48
- - -	Messung RF
	23.09.98 17:47:36
—	energ. Mittel Schnelle
⋯	energ. Mittel Luftschall

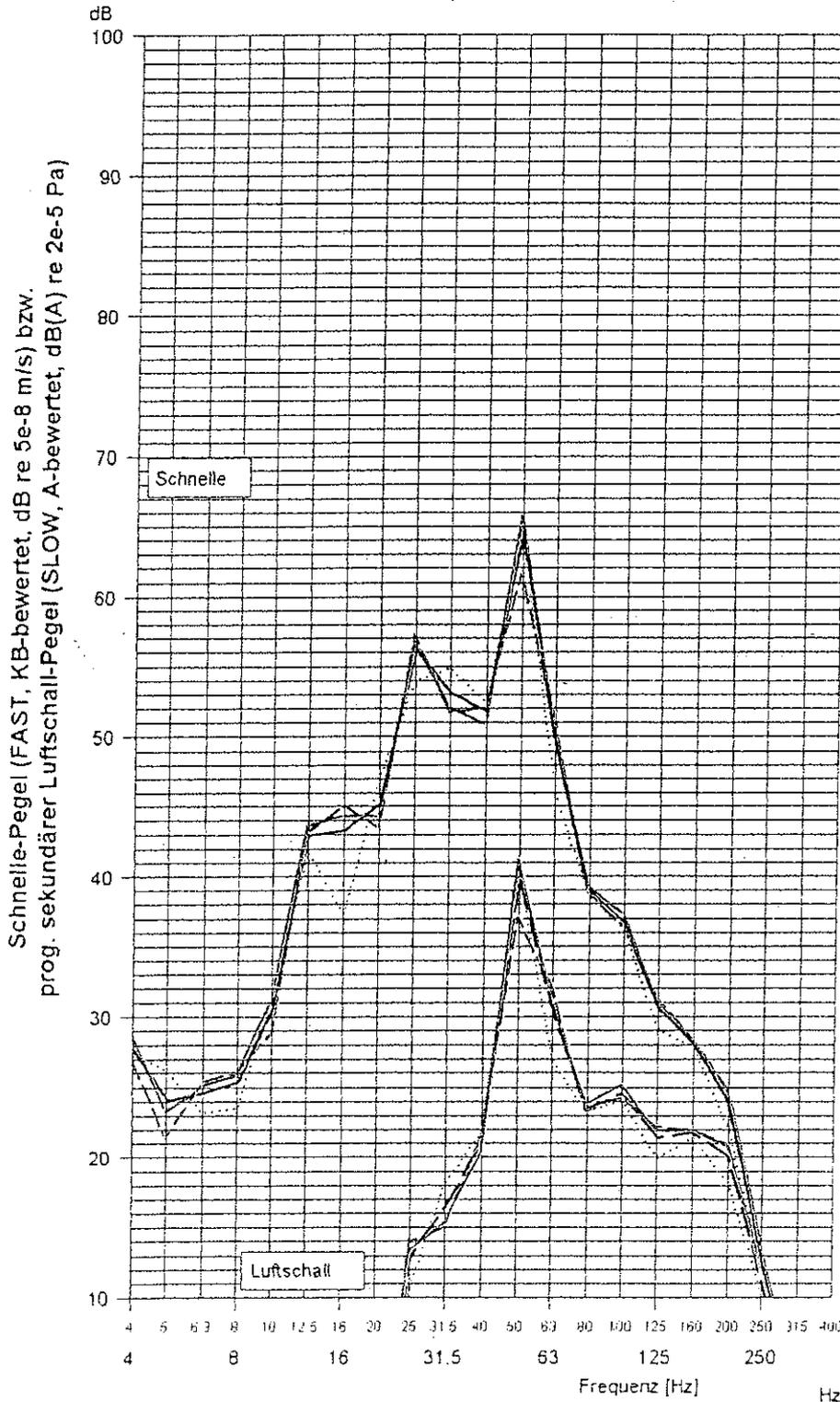
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	74 dB
KB-Fmax =	0.26
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	52 dB

DSKSAIRI, SEQ, 333.05, 05.10.98, 12:42:41

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 04Z, vertikal



—	Messung RB
	23.09.98 18:45:02
⋯	Messung RD
	23.09.98 20:23:48
- - -	Messung RF
	23.09.98 17:47:36
—	energ. Mittel
⋯	Schnelle
- - -	energ. Mittel
	Luftschall

Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	66 dB
KB-Fmax =	0.10
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	41 dB

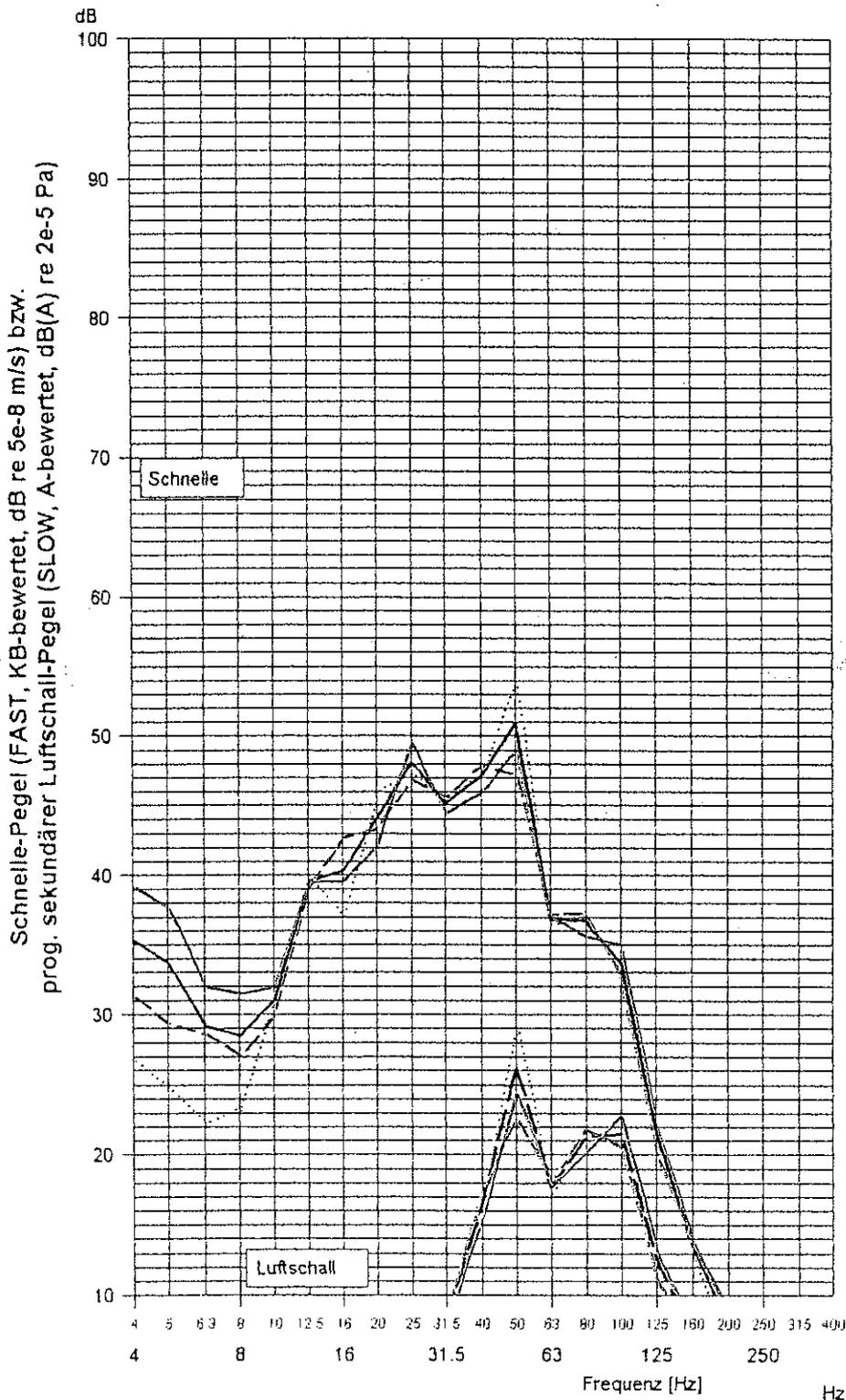
Spektren der Zugfahrten Richtung Starnberg Regionalzüge

Abb. 5.1.1.05Z

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 05Z, vertikal



—	Messung RB
	23.09.98 18:45:02
.....	Messung RD
	23.09.98 20:23:48
- - -	Messung RF
	23.09.98 17:47:36
—	energ. Mittel Schnelle
- - -	energ. Mittel Luftschall

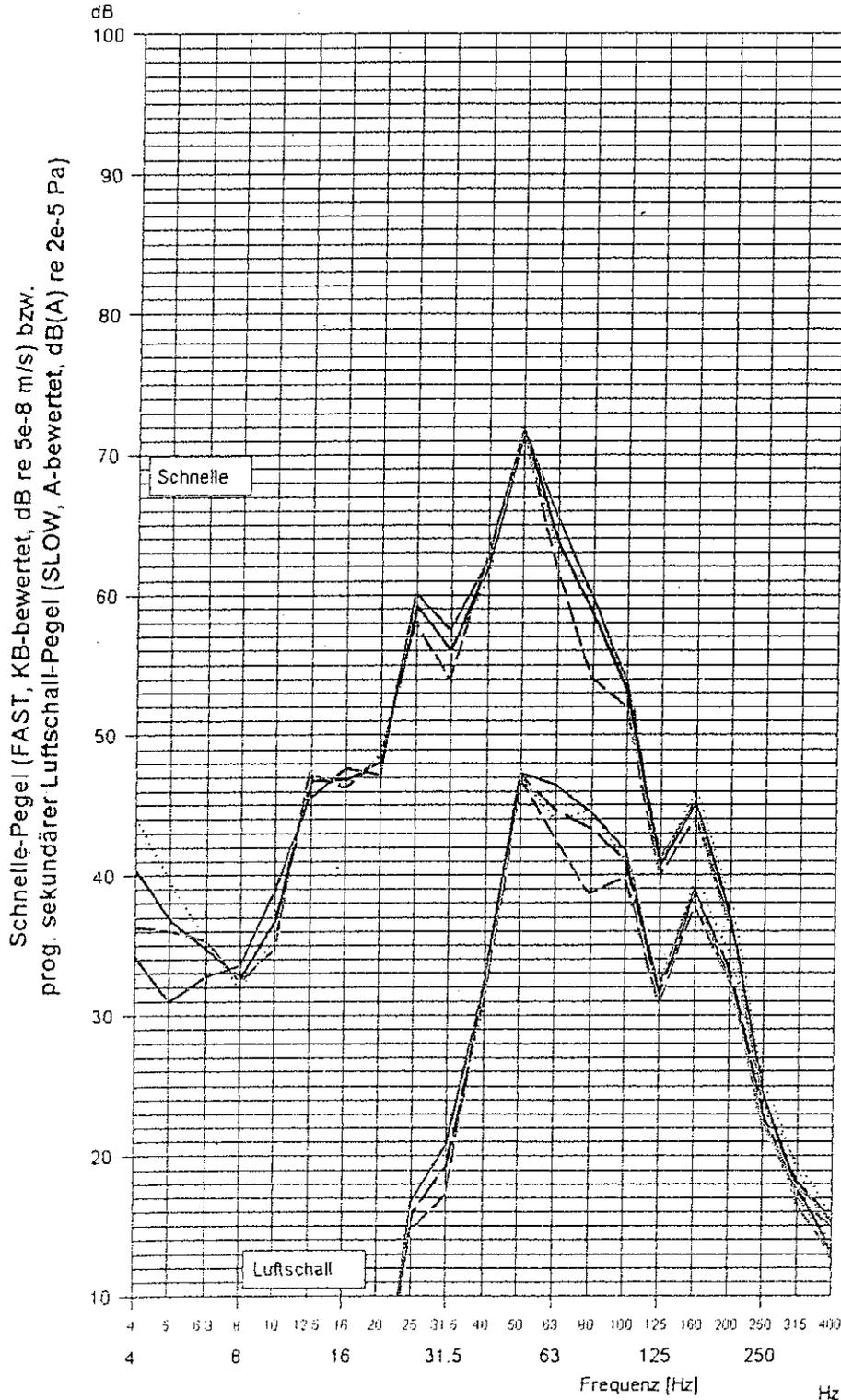
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	55 dB
KB-Fmax =	0.03
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	29 dB

DSK/SATRI SEQ. 333.05, 05.10.98, 14 19.55

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 01Z, vertikal



—	Messung SE
	23.09.98 18:58:14
·····	Messung SH
	23.09.98 19:21:40
- - -	Messung SL
	23.09.98 19:59:32
—	energ. Mittel Schnelle
- - -	energ. Mittel Luftschall

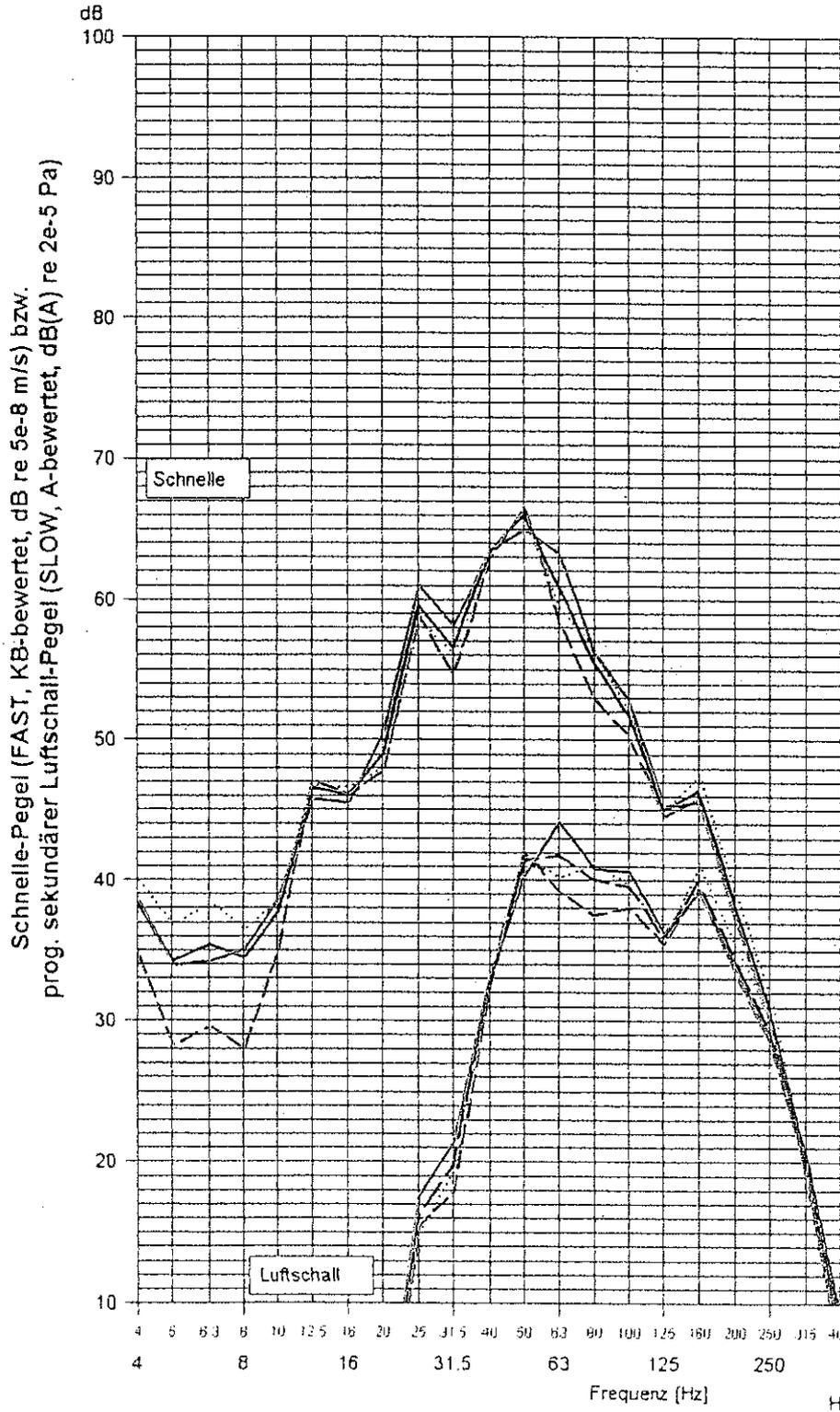
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	73 dB
KB-Fmax =	0.23
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	51 dB

Beschäftigt SEQ 333.05, 05.10.98, 14.41.98

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 02Z, vertikal



—	Messung SE
—	23.09.98 18:58:14
⋯	Messung SH
⋯	23.09.98 19:21:40
- - -	Messung SL
- - -	23.09.98 19:59:32
—	energ. Mittel Schnelle
- - -	energ. Mittel Luftschall

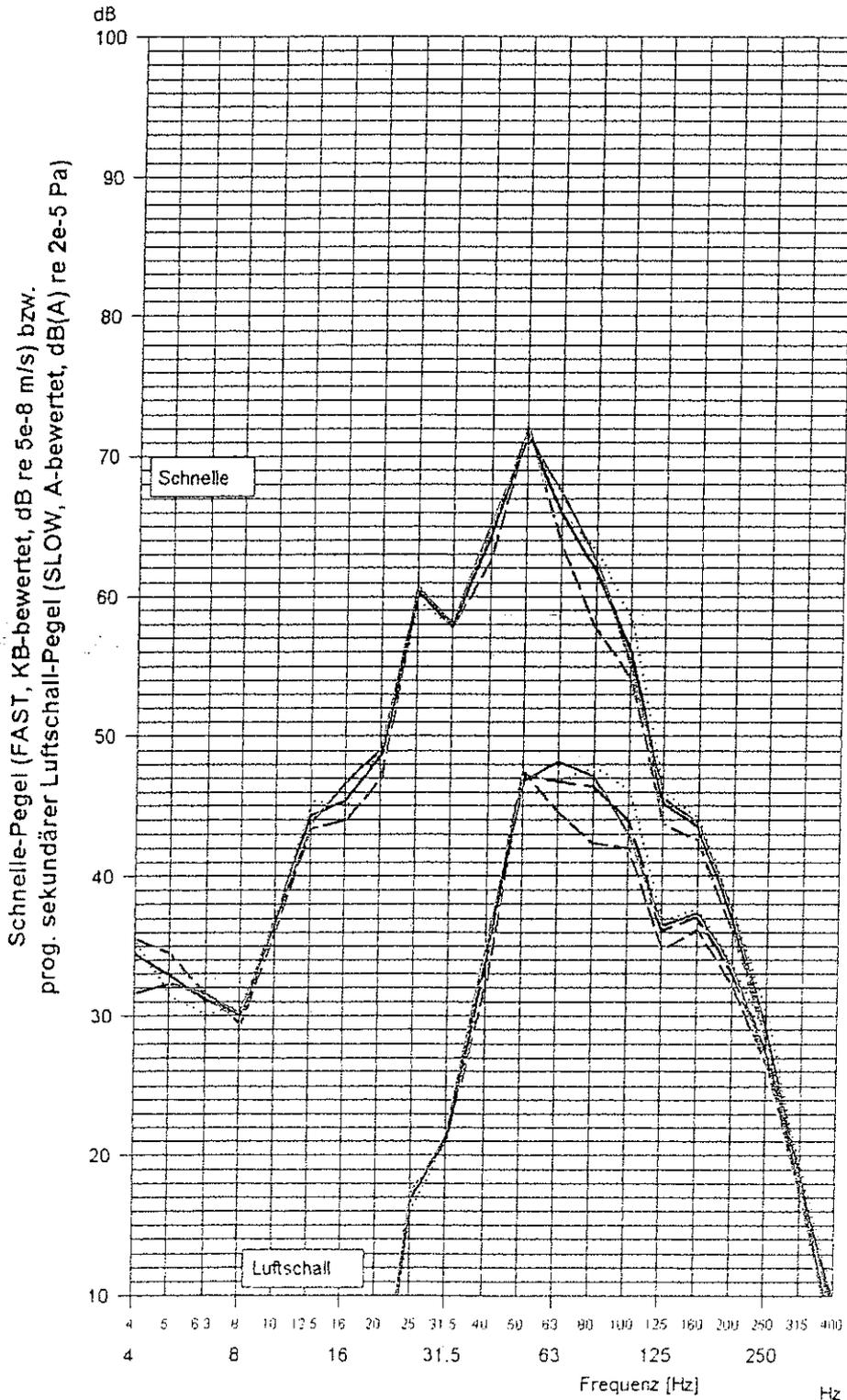
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	70 dB
KB-Fmax =	0.15
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	48 dB

DSKSAIR1 SEQ. 333.05. 05.10.98. 14.42.05

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 03Z, vertikal



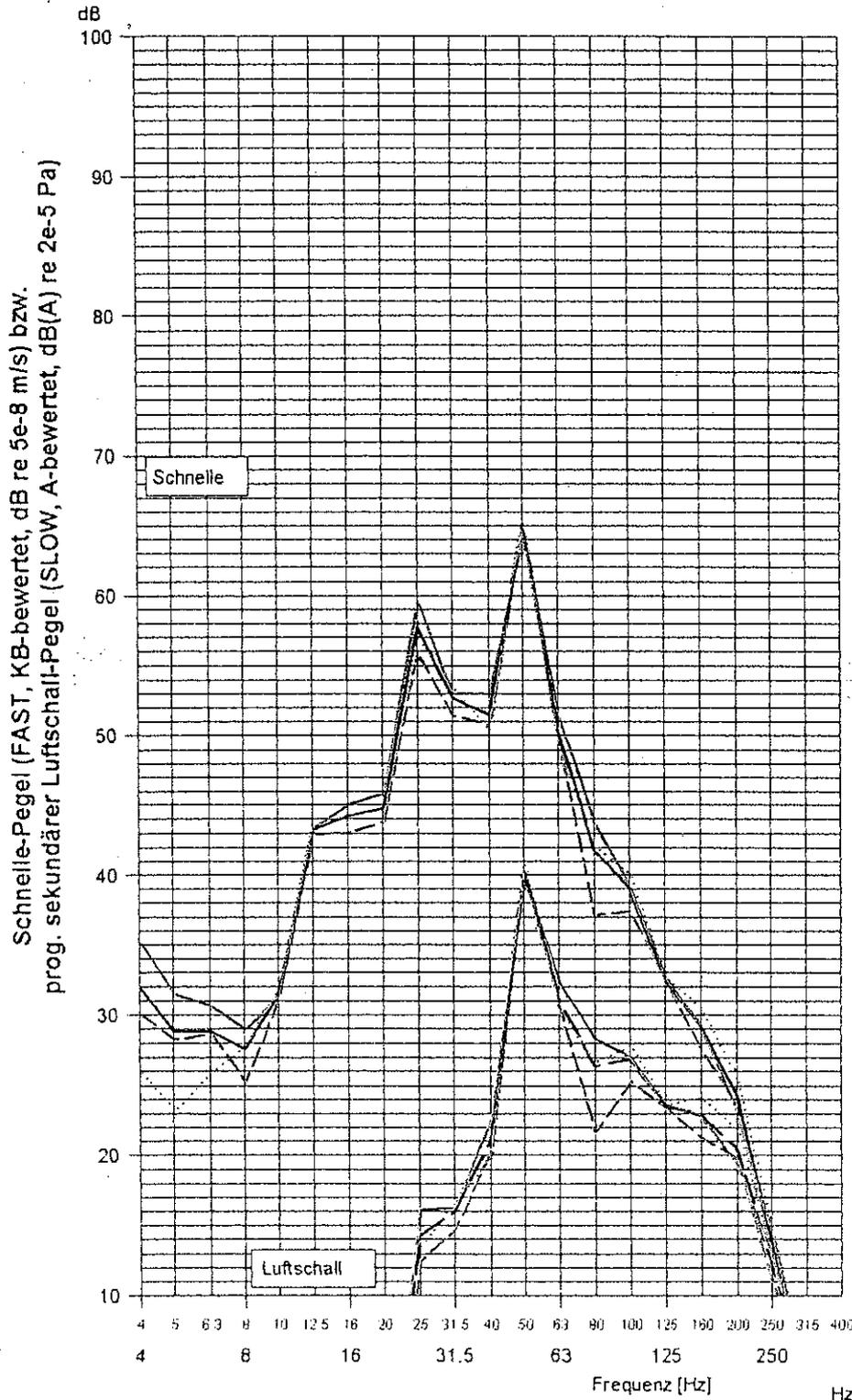
—	Messung SE
	23.09.98 18:58:14
⋯	Messung SH
	23.09.98 19:21:40
- - -	Messung SL
	23.09.98 19:59:32
—	energ. Mittel Schnelle
- - -	energ. Mittel Luftschall

Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	74 dB
KB-Fmax =	0.25
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	53 dB

DSKSA/IR1/SEC/333 05/05.10.98/14 53 44

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)
Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 04Z, vertikal



—	Messung SE
—	23.09.98 18:58:14
.....	Messung SH
.....	23.09.98 19:21:40
---	Messung SL
---	23.09.98 19:59:32
—	energ. Mittel Schnelle
---	energ. Mittel Luftschall

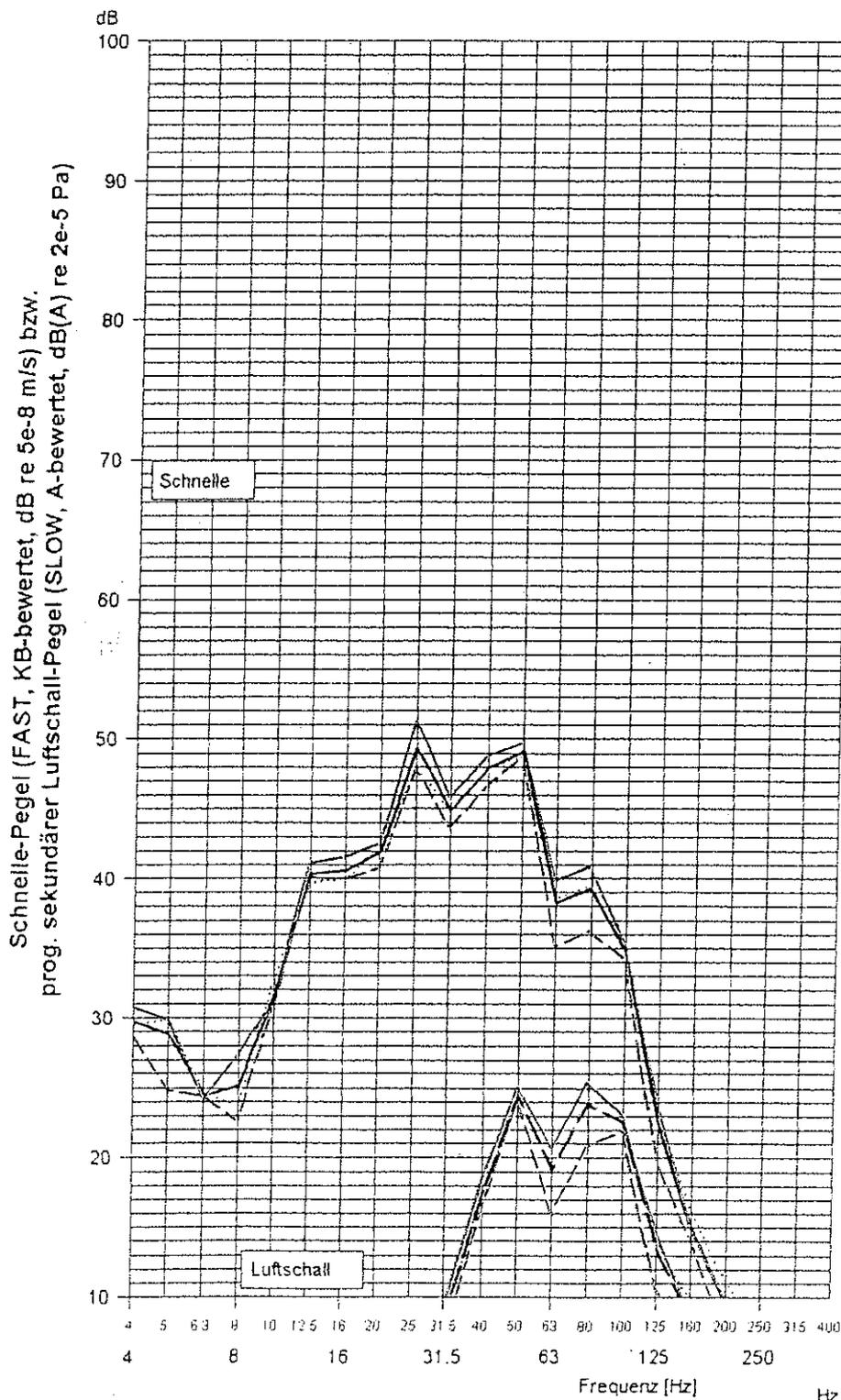
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	66 dB
KB-Fmax =	0.10
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	41 dB

DSK/SARI_SEQ_333.05_05.10.98_14.42.12

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 05Z, vertikal



—	Messung SE
	23.09.98 18:58:14
⋯	Messung SH
	23.09.98 19:21:40
- - -	Messung SL
	23.09.98 19:59:32
—	energ. Mittel
	Schnelle
- - -	energ. Mittel
	Luftschall

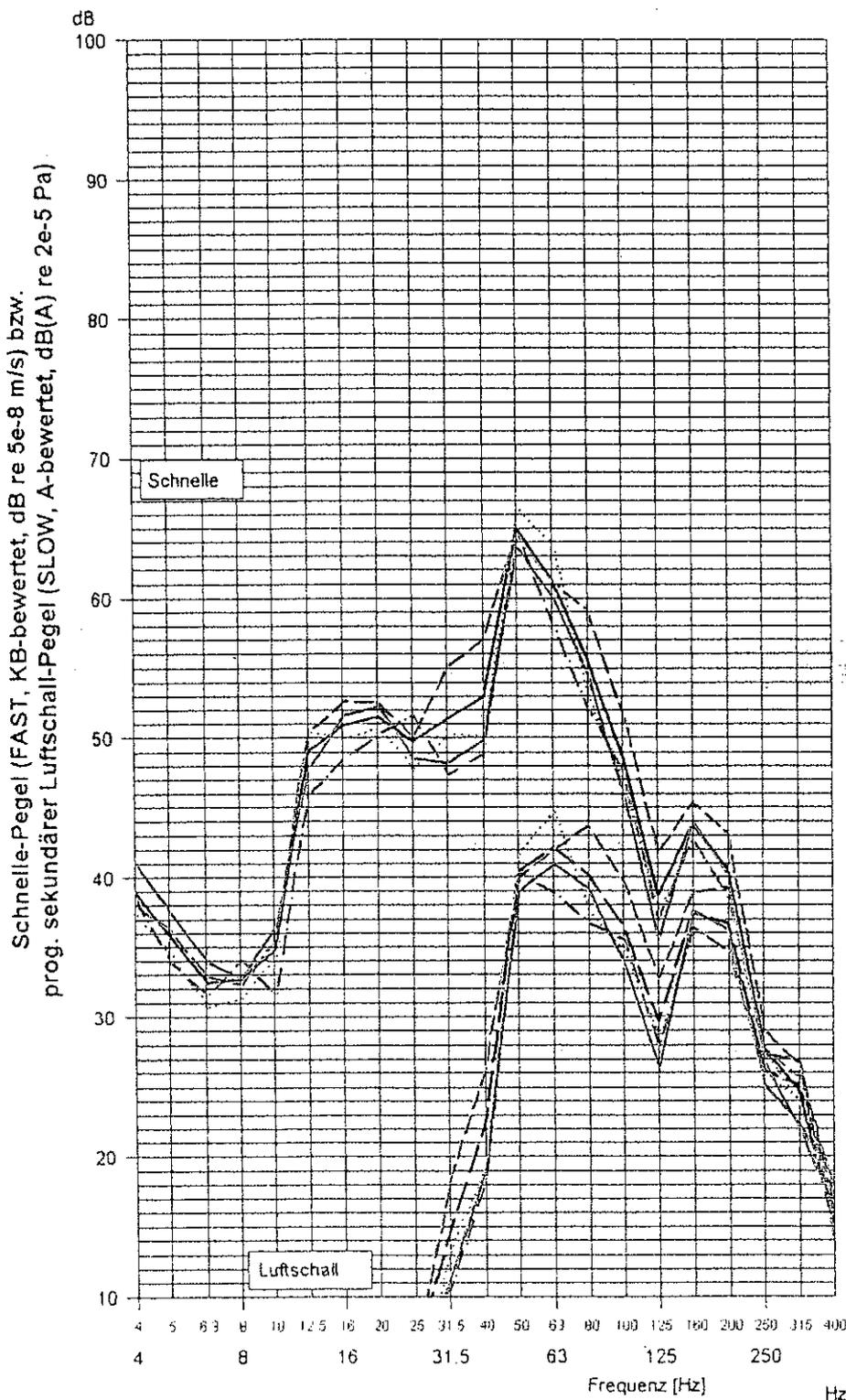
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	55 dB
KB-Fmax =	0.03
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	29 dB

ÜS-BAU/IN/SEB, 333.05, 08.10.98, 14.42.74

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 01Z, vertikal



—	Messung RA
—	23.09.98 17:43:24
⋯	Messung RC
⋯	23.09.98 19:39:02
- - -	Messung RE
- - -	23.09.98 20:33:12
- · - · -	Messung RG
- · - · -	23.09.98 18:39:21
—	
⋯	
- - -	
- · - · -	
—	energ. Mittel
⋯	Schnelle
- - -	
- · - · -	
—	energ. Mittel
⋯	Luftschall

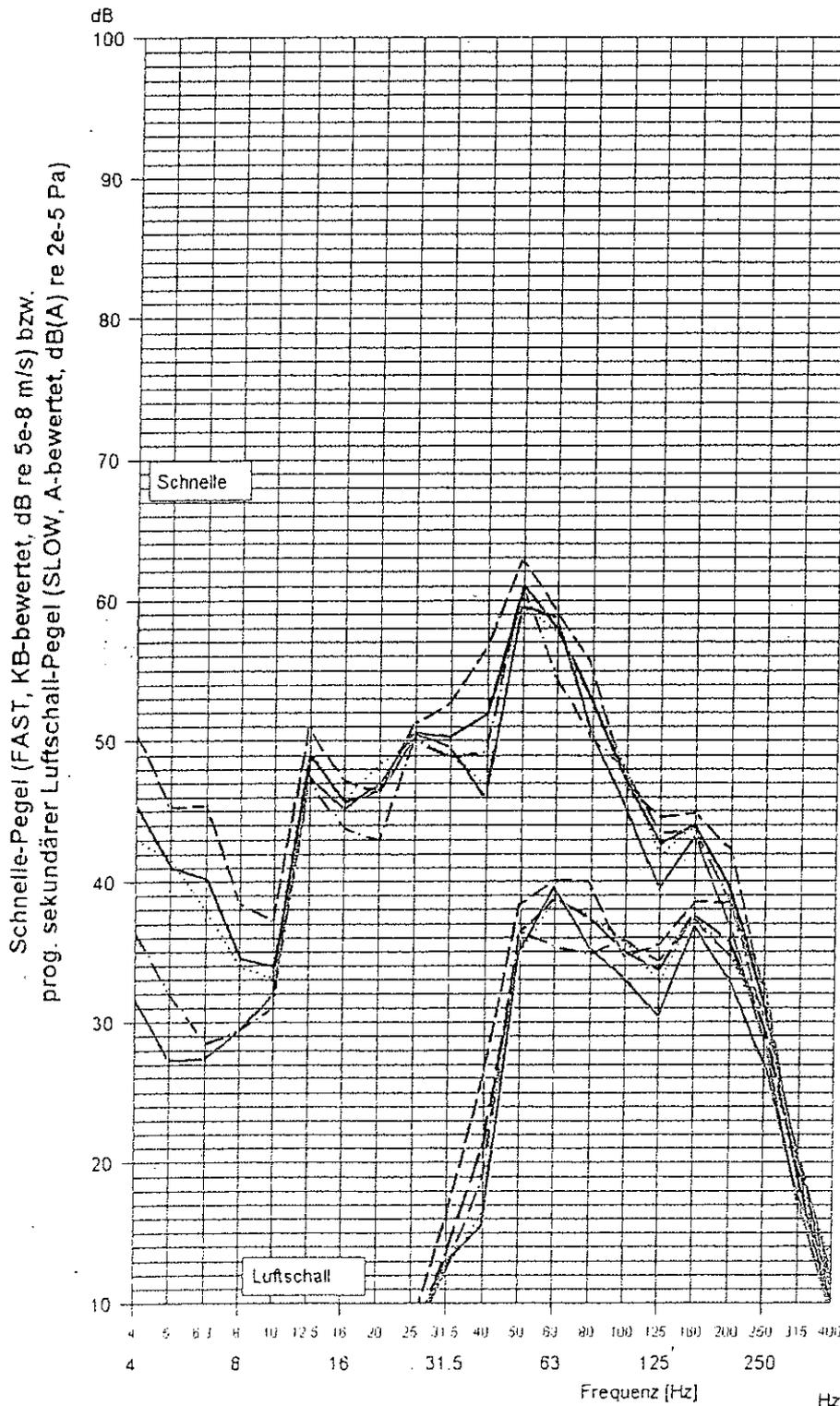
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	68 dB
KB-Fmax =	0.12
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	47 dB

DSKSAIRI, SEO, 333.05, 05.10.98, 15.35.12

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 02Z, vertikal



—	Messung RA
	23.09.98 17:43:24
⋯	Messung RC
	23.09.98 19:39:02
- - -	Messung RE
	23.09.98 20:33:12
- · - · -	Messung RG
	23.09.98 18:39:21
—	energ. Mittel
	Schnelle
- - -	energ. Mittel
	Luftschall

Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	64 dB
KB-Fmax =	0.08
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	45 dB

D:\KSA\IR1\SECO_333\05_05_10_98_15_35_29

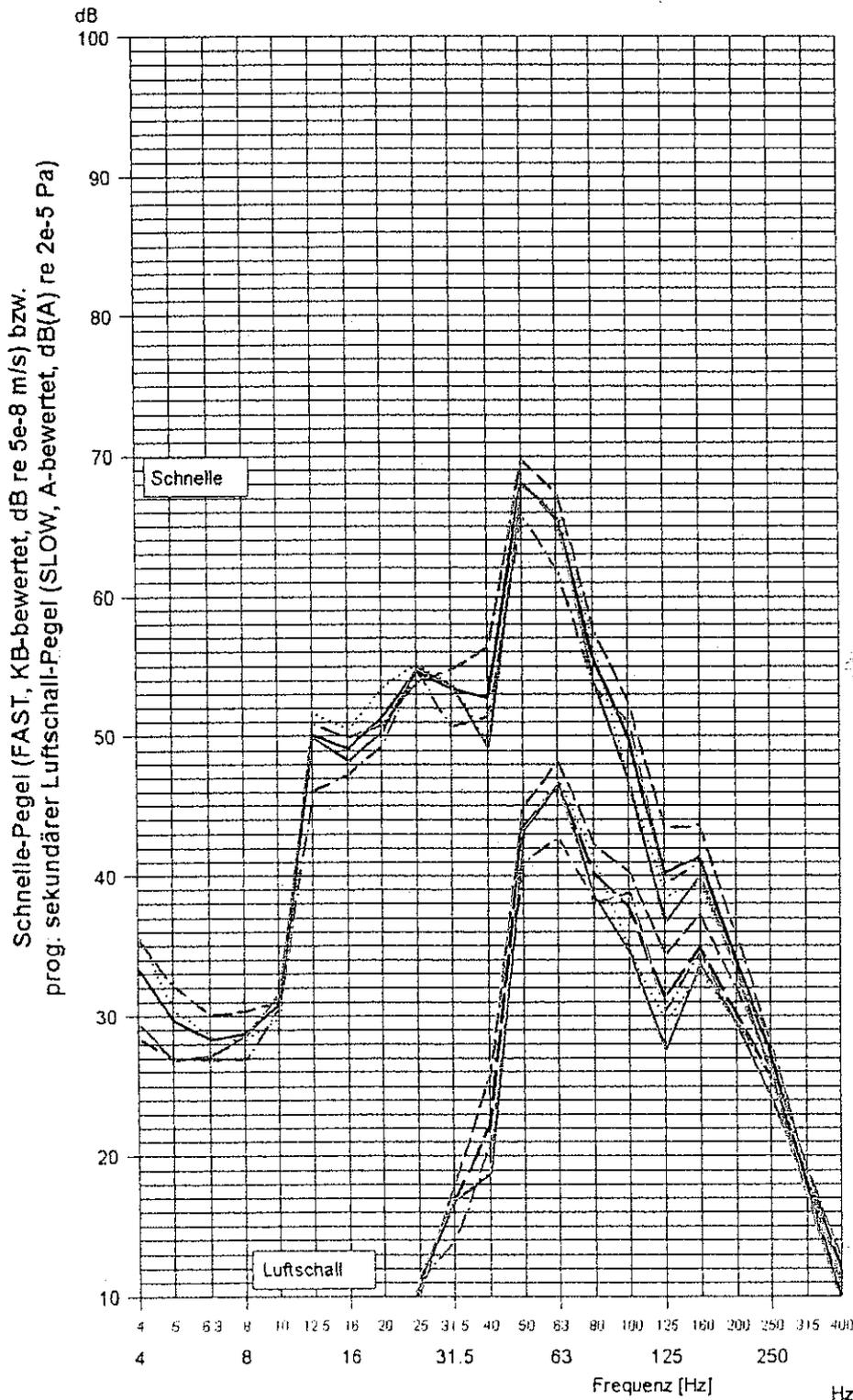
Spektren der Zugfahrten Richtung Gauting Regionalzüge

Abb. 5.2.1.03Z

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 03Z, vertikal



—	Messung RA
	23.09.98 17:43:24
.....	Messung RC
	23.09.98 19:39:02
- - -	Messung RE
	23.09.98 20:33:12
- - - -	Messung RG
	23.09.98 18:39:21
—	
.....	
- - -	
- - - -	
—	energ. Mittel
	Schnelle
- - - -	energ. Mittel
	Luftschall

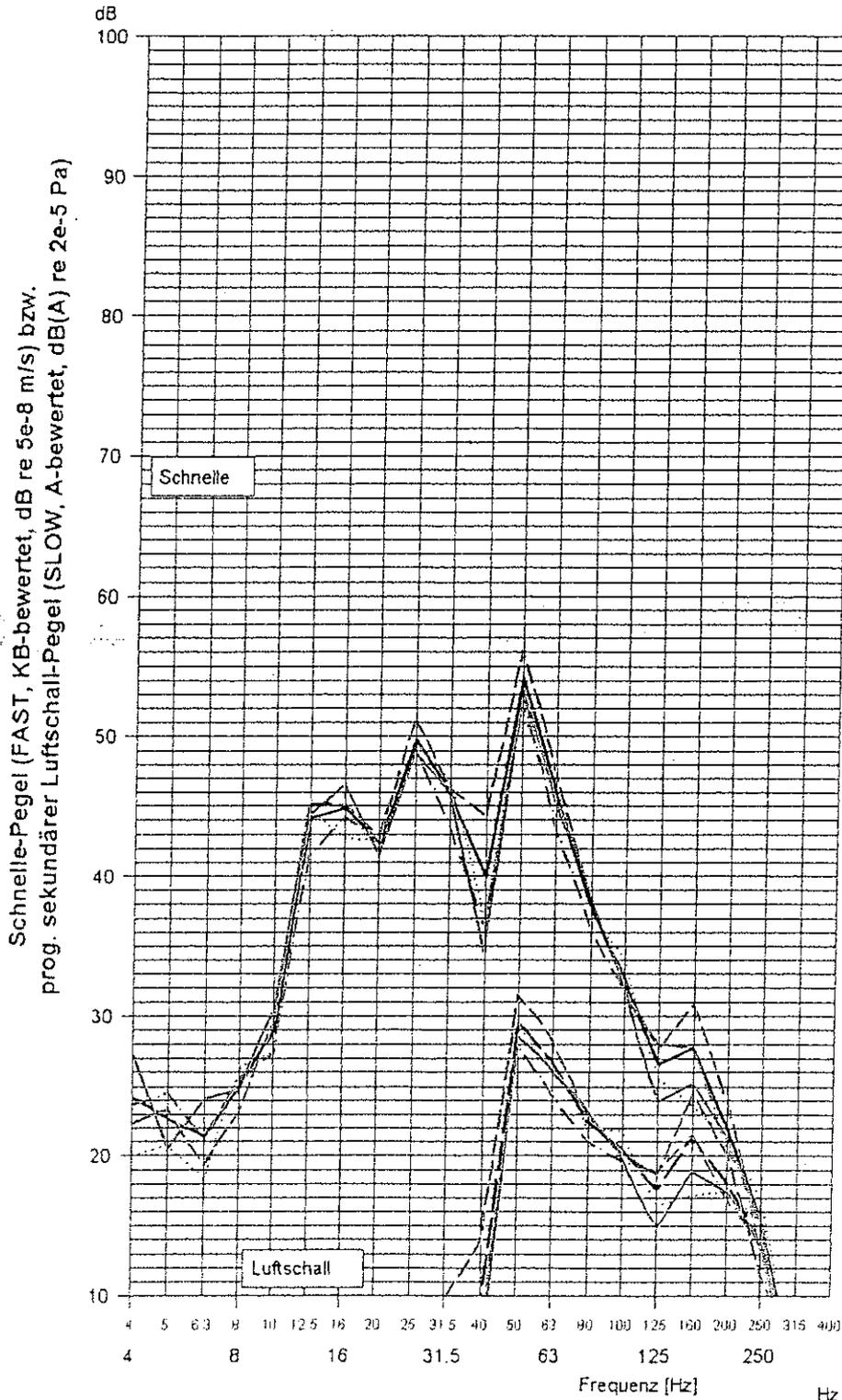
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	71 dB
KB-Fmax =	0.17
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	49 dB

DSKSA1R1.SEC; 333.05; 05.10.98; 15.35.45

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 04Z, vertikal



—	Messung RA
	23.09.98 17:43:24
⋯	Messung RC
	23.09.98 19:39:02
- - -	Messung RE
	23.09.98 20:33:12
- · - · -	Messung RG
	23.09.98 18:39:21
—	energ. Mittel
	Schnelle
- · - · -	energ. Mittel
	Luftschall

Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	57 dB
KB-Fmax =	0.04
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	33 dB

USt-Zentralstelle, 333 05, 10.10.98, 10.10.98

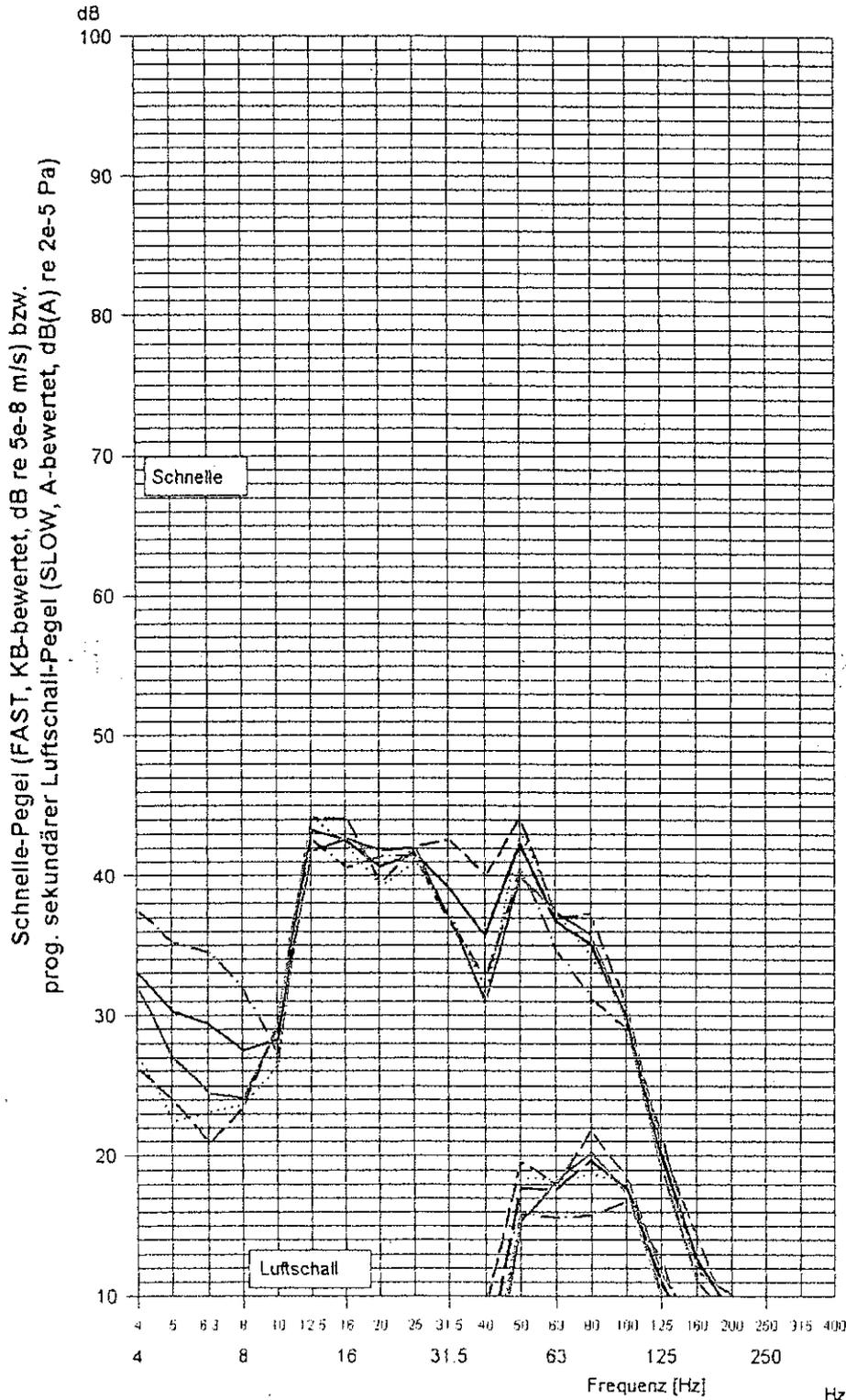
Spektren der Zugfahrten Richtung Gauting Regionalzüge

Abb. 5.2.1.05Z

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 05Z, vertikal



—	Messung RA
	23.09.98 17:43:24
⋯	Messung RC
	23.09.98 19:39:02
- - -	Messung RE
	23.09.98 20:33:12
- · - · -	Messung RG
	23.09.98 18:39:21
—	energ. Mittel
—	Schnelle
- · - · -	energ. Mittel
- · - · -	Luftschall

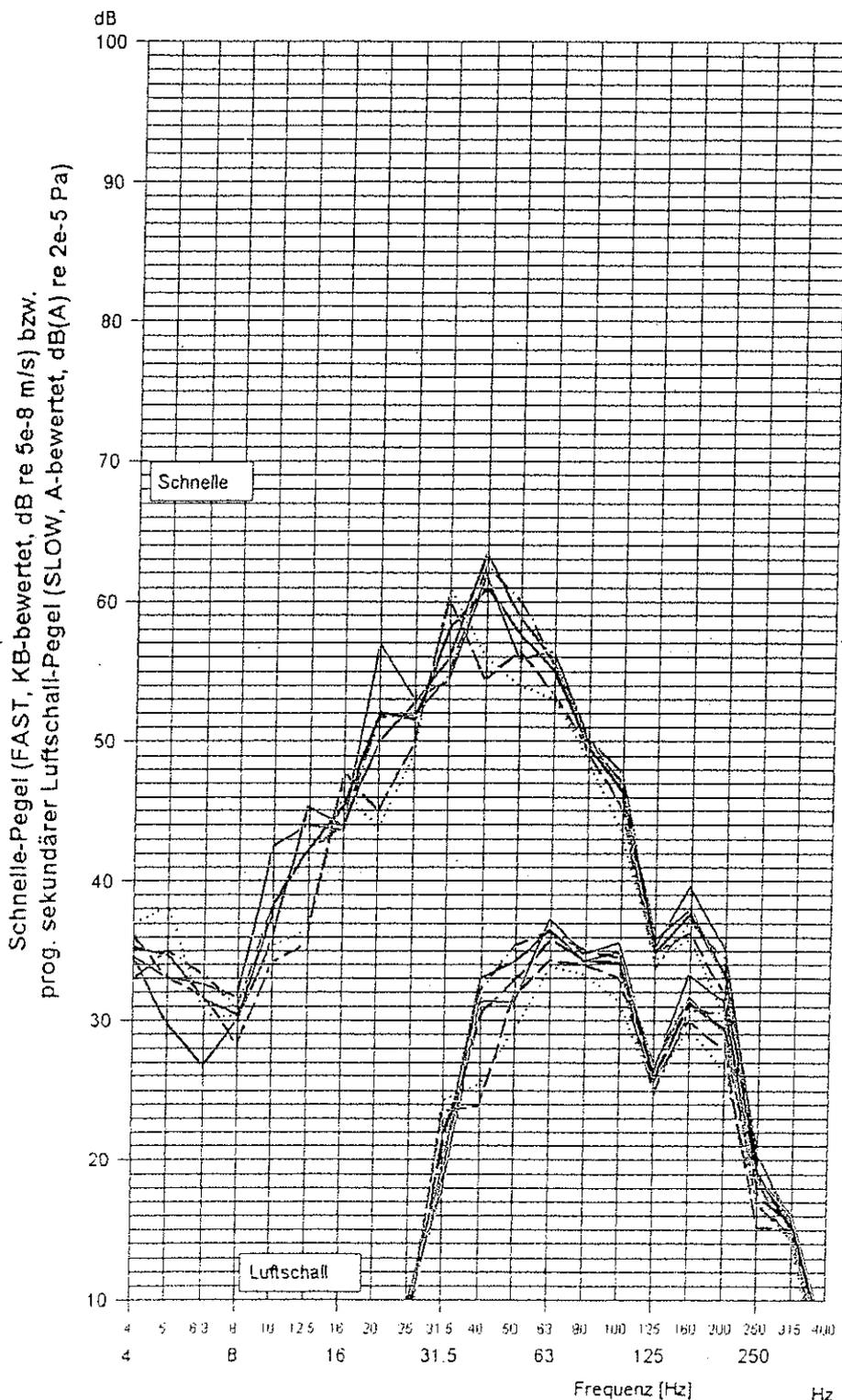
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	50 dB
KB-Fmax =	0.02
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	25 dB

DSK:SA1RTI, SEQ. 333.05, 05.10.98, 15.36.20

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 01Z, vertikal



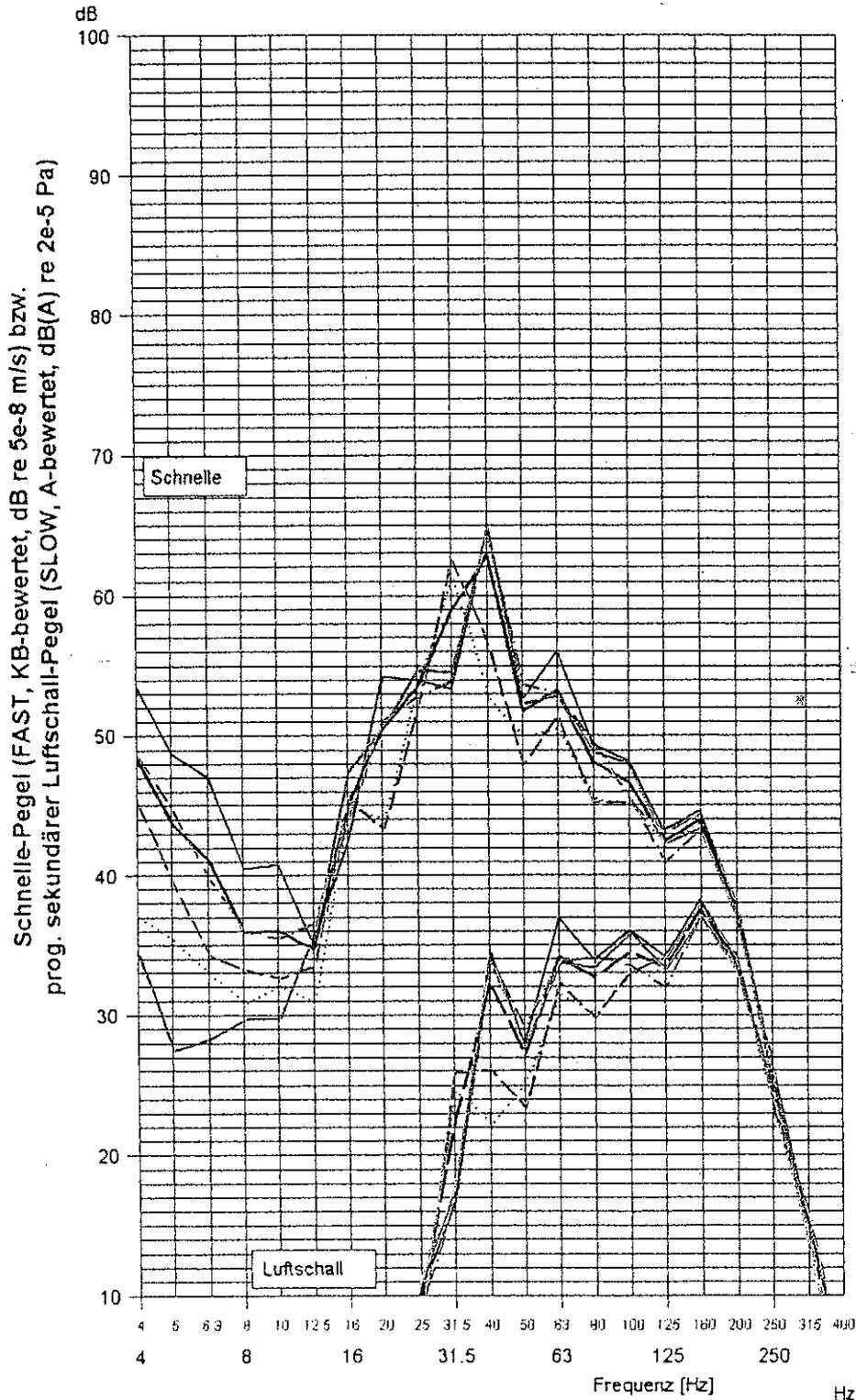
—	Messung SB
	23.09.98 18:09:22
⋯	Messung SF
	23.09.98 19:08:38
- - -	Messung SI
	23.09.98 19:29:12
- · - · -	Messung SK
	23.09.98 19:49:12
—	Messung SO
	23.09.98 20:28:56
—	energ. Mittel Schnelle
- - -	energ. Mittel Luftschall

Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	65 dB
KB-Fmax =	0.09
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	42 dB

05mSAIPI SEQ. 333.05, 05.10.98, 19.09.98

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)
Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 02Z, vertikal



—	Messung SB	23.09.98 18:09:22
⋯	Messung SF	23.09.98 19:08:38
- - -	Messung SI	23.09.98 19:29:12
- · - · -	Messung SK	23.09.98 19:49:12
—	Messung SO	23.09.98 20:28:56
—	energ. Mittel Schnelle	
- - -	energ. Mittel Luftschall	

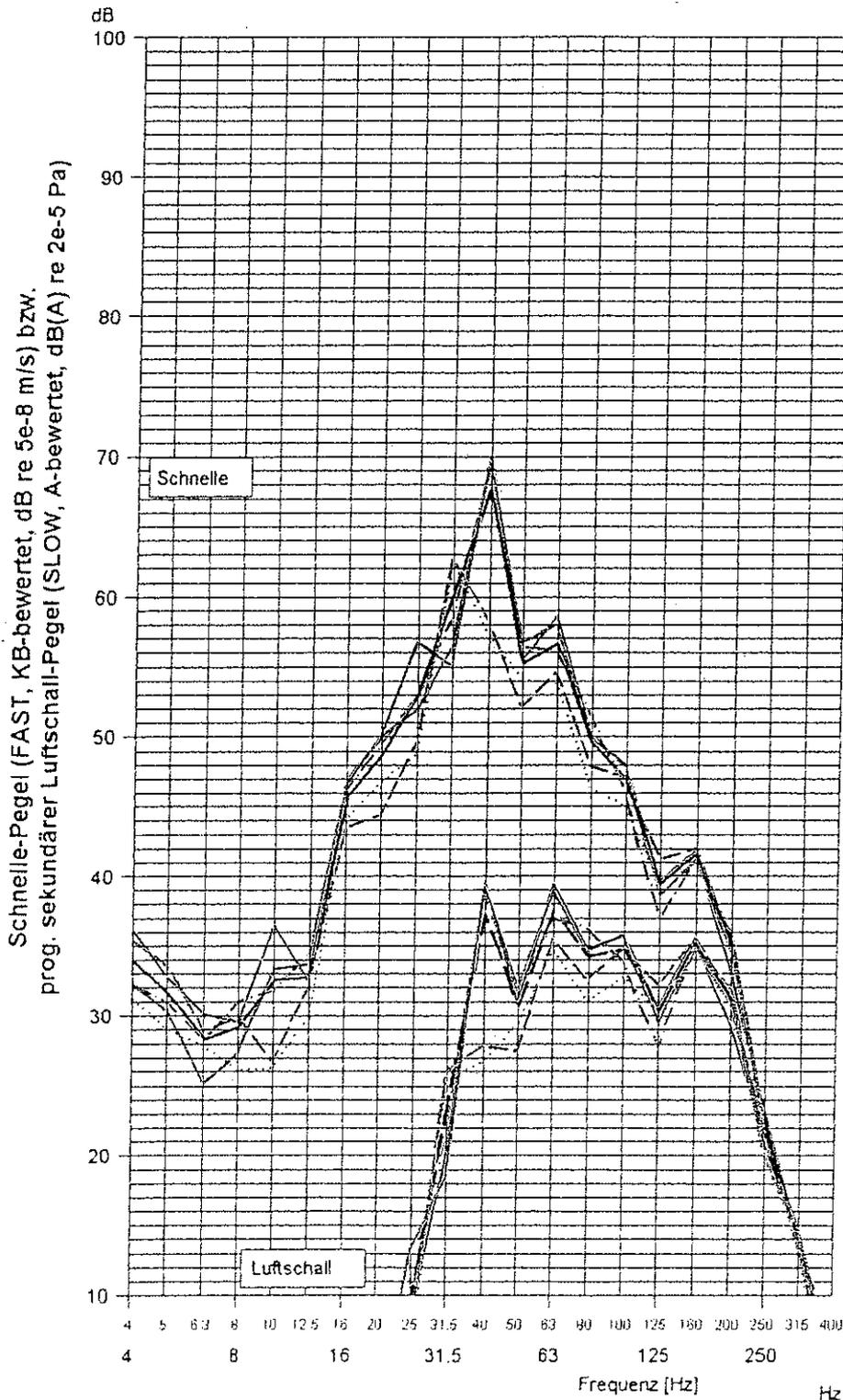
Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	66 dB
KB-Fmax =	0.10
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	43 dB

DKSA/IR1_SEQ_333.05_05.10.98_19.05.57

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 03Z, vertikal



—	Messung SB	23.09.98 18:09:22
⋯	Messung SF	23.09.98 19:08:38
- - -	Messung SI	23.09.98 19:29:12
- · - · -	Messung SK	23.09.98 19:49:12
—	Messung SO	23.09.98 20:28:56
—	energ. Mittel Schnelle	
- - -	energ. Mittel Luftschall	

Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	69 dB
KB-Fmax =	0.14
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	44 dB

DOK-SATRI SEC. 333.05, 05.10.98, 19.08.17

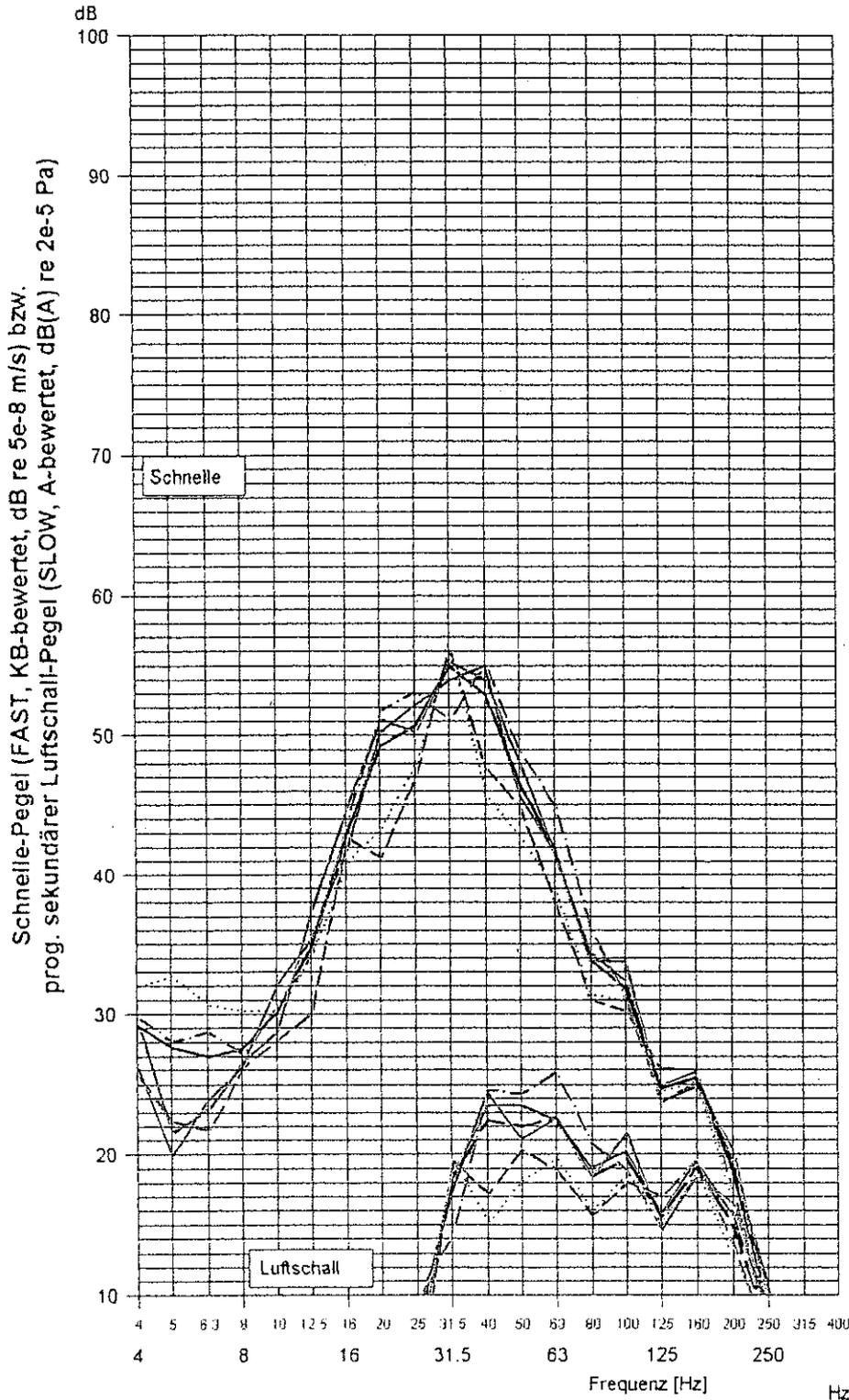
Spektren der Zugfahrten Richtung Gauting S-Bahnen

Abb. 5.2.2.04Z

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 04Z, vertikal



—	Messung SB
	23.09.98 18:09:22
⋯	Messung SF
	23.09.98 19:08:38
- - -	Messung SI
	23.09.98 19:29:12
- · - · -	Messung SK
	23.09.98 19:49:12
—	Messung SO
	23.09.98 20:28:56
—	energ. Mittel Schnelle
- · - · -	energ. Mittel Luftschall

Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	59 dB
KB-Fmax =	0.04
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	30 dB

DSK:SA1R1,SEQ, 333.05, 05.10.98, 19.06.98

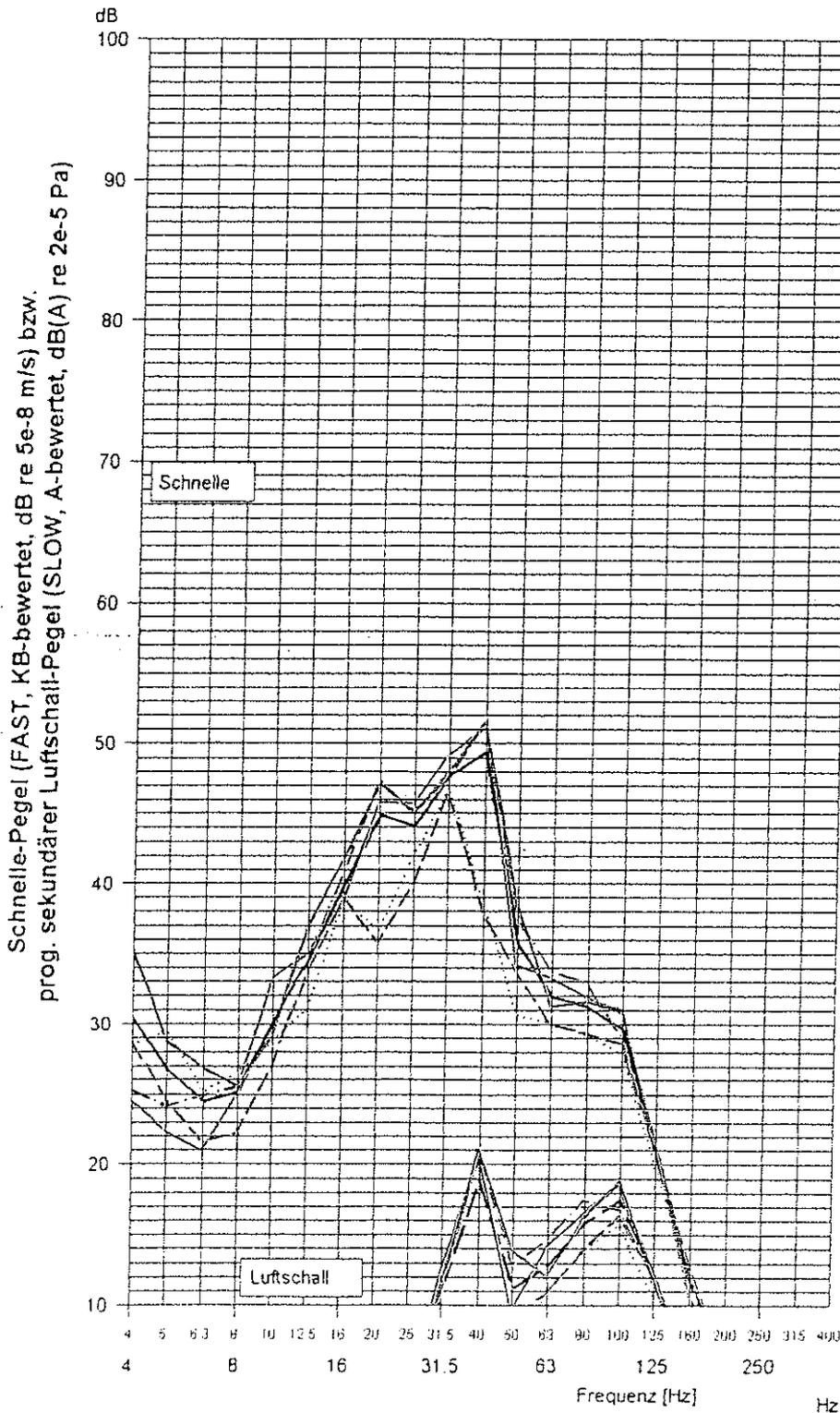
Spektren der Zugfahrten Richtung Gauting S-Bahnen

Abb. 5.2.2.05Z

Körperschall: KB-bewertete Schnelle-Spektren (Lv, KB) der ausgewerteten Zugfahrten (farbig),
sowie der energetische Mittelwert (schwarz)

Luftschall: A-bewertete, prognostizierte, sekundäre Luftschalldruck-Spektren (prog. Lp(A)) der ausgewerteten
Zugfahrten (farbig), sowie der energetische Mittelwert (schwarz gestrichelt)

Meßpunkt 05Z, vertikal



—	Messung SB
	23.09.98 18:09:22
.....	Messung SF
	23.09.98 19:08:38
- - -	Messung SI
	23.09.98 19:29:12
- · - · -	Messung SK
	23.09.98 19:49:12
—	Messung SO
	23.09.98 20:28:56
—	energ. Mittel Schnelle
- - -	energ. Mittel Luftschall

Schnelle	
Summenpegel:	
Lv, KB =	54 dB
KB-Fmax =	0.02
prog. Luftschall	
Summenpegel:	
Lp(A) =	24 dB

Druck: 333.05, 05.10.98, 19.05.99

