



Anlage 11.2.1

Prognose

Schwingungstechnik und
Erschütterungen im
Bauwesen

baudyn.de

Messung
Berechnung
Beratung
Gutachten

Projekt 2011922
Inhalt Feste Fehmarnbeltquerung mit einem Absenktunnel
Erschütterungstechnische Untersuchung
Dokument Erschütterungstechnische Untersuchungen zur Einwirkung
von Erschütterungen auf Menschen, bauliche Anlagen und
technische Anlagen infolge der Herstellung und des Betriebs
der Festen Fehmarnbeltquerung mit einem Absenktunnel

Vorhabenträger
Femern A/S
Vester Søgade 10
DK - 1601 Kopenhagen V
Auftraggeber
TGP Trüper Gondesen Partner
Landschaftsarchitekten bdla
An der Untertrave 17
D-23552 Lübeck

Seitenanzahl 66
Datum 03.06.2016
baudyn GmbH

S. 1-66
Grundlage der Entscheidung

vom 31.01.2019

Az.: APV-622.228-16.1-1

Dieser Plan ist Bestandteil der vorbezeichneten Entscheidung. Für die Angabe der Rechtsgrundlage und deren Fundstelle wird auf die Entscheidung verwiesen.

Kiel, den 31.01.2019

Am für Planfeststellung Verkehr
-Planfeststellungsbehörde-

gez. Dörte Hansen

baudyn GmbH
Baudynamik &
Strukturmonitoring

Mühlenkamp 43
D-22303 Hamburg
Fon +49 40 460 911 38
Fax +49 40 460 911 39

www.baudyn.de

Dipl.-Ing. Marc Oliver Rosenquist
- Geschäftsführer baudyn GmbH -

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. M.O. Rosenquist
Dr.-Ing. K. Holtzendorff

Sitz der Gesellschaft
Hamburg HRB 110933

USt-IdNr.: DE266720694

HypoVereinsbank
BLZ 200 300 00
Konto 606 944 288

Inhaltsverzeichnis

1	Lagepläne	5
1.1	Immissionspunkte	5
1.2	Verkehr	6
1.2.1	Schienenverkehr – FBQ Absenktunnel	6
1.2.2	Straßenverkehr – FBQ Absenktunnel	7
1.3	Baubetrieb	8
1.3.1	Schlagrammen Absenktunnel	8
1.3.2	Rüttelwalze Absenktunnel	9
1.3.3	Baustellenverkehr Absenktunnel	10
1.4	Messungen Ausbreitung Schienenverkehrserschütterungen	11
1.4.1	Messquerschnitte an der Bestandsstrecke	11
2	Prognose Erschütterungen	12
2.1	Schienenverkehrserschütterungen	12
2.1.1	Emissionen	12
2.1.1.1	Güterzug (140 km/h)	12
2.1.1.2	Personenzug (160 km/h)	13
2.1.1.3	Personenzug (200 km/h)	14
2.1.2	Messungen Ausbreitung Schienenverkehrserschütterungen	15
2.1.2.1	Messquerschnitt Bannedorf	15
2.1.2.2	Messquerschnitt Presen	16
2.2	Übertragungsfunktion Fundament-Holzbalkendecke	17
2.3	Übertragungsfunktion Fundament-Betondecke	18
2.4	Standard-Übertragungsfunktionen Gelände-Stockwerksdecke	19
2.4.1	Kurvenschar für Holzbalken-Deckenaufbau (DB-Leitfaden)	19
2.4.2	Wertetabelle für Holzbalken-Deckenaufbau (DB-Leitfaden)	20
2.4.3	Kurvenschar für Beton-Deckenaufbau (DB-Leitfaden)	21
2.4.4	Wertetabelle für Beton-Deckenaufbau (DB-Leitfaden)	22
2.5	Verkehr – Bewertete Schwingstärke KBFmax	23
2.5.1	Schienenverkehr – FBQ Güterzüge 140 km/h Absenktunnel	23
2.5.1.1	IP1 Betriebsgebäude	23
2.5.1.2	IP2 Puttgarden Nord	23
2.5.1.3	IP3 Marienleuchte	24
2.5.1.4	IP4 Puttgarden Süd	24
2.5.1.5	IP5 Todendorf	25
2.5.1.6	IP6 Presen	25
2.5.2	Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 160 km/h Absenktunnel	26
2.5.2.1	IP1 Betriebsgebäude	26
2.5.2.2	IP2 Puttgarden Nord	26
2.5.2.3	IP3 Marienleuchte	27
2.5.2.4	IP4 Puttgarden Süd	27
2.5.2.5	IP5 Todendorf	28
2.5.2.6	IP6 Presen	28
2.5.3	Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 200 km/h Absenktunnel	29
2.5.3.1	IP1 Betriebsgebäude	29
2.5.3.2	IP2 Puttgarden Nord	29
2.5.3.3	IP3 Marienleuchte	30
2.5.3.4	IP4 Puttgarden Süd	30
2.5.3.5	IP5 Todendorf	31
2.5.3.6	IP6 Presen	31
2.5.4	Straßenverkehr – FBQ Absenktunnel	32
2.5.4.1	IP1 Betriebsgebäude	32
2.5.4.2	IP2 Puttgarden Nord	32
2.5.4.3	IP3 Marienleuchte	33
2.5.4.4	IP4 Puttgarden Süd	33
2.5.4.5	IP5 Todendorf	34

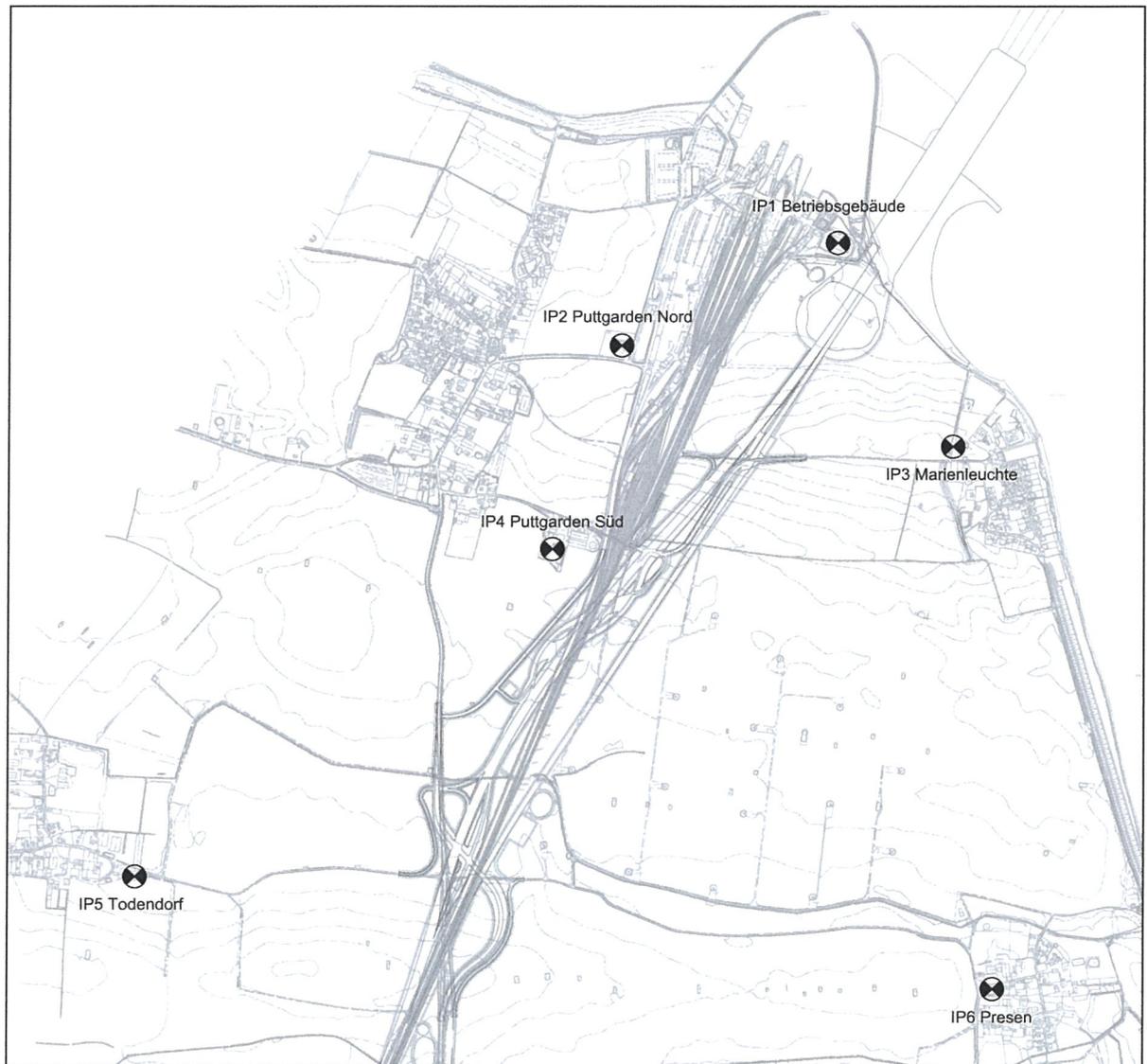
2.5.4.6	IP6 Presen	34
2.6	Baubetrieb - Maximale Bewertete Schwingstärke KBFmax	35
2.6.1	Schlagramme Absenktunnel	35
2.6.1.1	IP1 Betriebsgebäude	35
2.6.1.2	IP2 Puttgarden Nord	35
2.6.1.3	IP3 Marienleuchte	36
2.6.1.4	IP4 Puttgarden Süd	36
2.6.1.5	IP5 Todendorf	37
2.6.1.6	IP6 Presen	37
2.6.2	Rüttelwalze Betrieb Absenktunnel	38
2.6.2.1	IP1 Betriebsgebäude	38
2.6.2.2	IP2 Puttgarden Nord	38
2.6.2.3	IP3 Marienleuchte	39
2.6.2.4	IP4 Puttgarden Süd	39
2.6.2.5	IP5 Todendorf	40
2.6.2.6	IP6 Presen	40
2.6.3	Rüttelwalze Abschaltvorgang Absenktunnel	41
2.6.3.1	IP1 Betriebsgebäude	41
2.6.3.2	IP2 Puttgarden Nord	41
2.6.3.3	IP3 Marienleuchte	42
2.6.3.4	IP4 Puttgarden Süd	42
2.6.3.5	IP5 Todendorf	43
2.6.3.6	IP6 Presen	43
2.6.4	Baustellenverkehr LKW Absenktunnel	44
2.6.4.1	IP1 Betriebsgebäude	44
2.6.4.2	IP2 Puttgarden Nord	44
2.6.4.3	IP3 Marienleuchte	45
2.6.4.4	IP4 Puttgarden Süd	45
2.6.4.5	IP5 Todendorf	46
2.6.4.6	IP6 Presen	46
2.6.5	Baustellenverkehr Radlader Absenktunnel	47
2.6.5.1	IP1 Betriebsgebäude	47
2.6.5.2	IP2 Puttgarden Nord	47
2.6.5.3	IP3 Marienleuchte	48
2.6.5.4	IP4 Puttgarden Süd	48
2.6.5.5	IP5 Todendorf	49
2.6.5.6	IP6 Presen	49
3	Prognose sekundärer Luftschall nach Said, Grütz, Garburg 2006	50
3.1	A-Bewertungskurve der Gehörempfindlichkeit	50
3.2	Verfahren: Ausgehend von Schnellepegel-Summen L_{VA} 25 Hz bis 100 Hz	51
3.3	Schienenverkehr – mittlerer Maximalpegel $L_{p,m}$	52
3.3.1	Schienenverkehr – FBQ Güterzüge 140 km/h Absenktunnel	52
3.3.1.1	IP1 Betriebsgebäude	52
3.3.2	Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 160 km/h Absenktunnel	52
3.3.2.1	IP1 Betriebsgebäude	52
3.3.3	Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 200 km/h Absenktunnel	53
3.3.3.1	IP1 Betriebsgebäude	53
4	Ergebnistabellen	54
4.1	Verkehr - Bewertete Schwingstärke KBFmax u. Beurteilungs-Schwingstärke KBFT _r	54
4.1.1	Schienenverkehr – FBQ Güterzüge	54
4.1.2	Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 160 km/h	55
4.1.3	Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 200 km/h	56
4.1.4	Straßenverkehr – FBQ	57
4.2	Baubetrieb - Bewertete Schwingstärke KBFmax u. Beurteilungs-Schwingst. KBFT _r	58
4.2.1	Schlagramme	58
4.2.2	Rüttelwalze Betrieb	59
4.2.3	Rüttelwalze Abschaltvorgang	60

Feste Fehmarnbeltquerung mit einem Absenktunnel – Erschütterungstechnische Untersuchung

4.2.4	Baustellenverkehr LKW	61
4.2.5	Baustellenverkehr Radlader	62
5	Anforderungen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“	63
5.1	Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“	63
5.1.1	Tabelle 1: Gebietsabhängige Anforderungen	63
5.1.2	Tabelle 2: Baumaßnahmen außer Sprengungen	64
5.1.3	Anhang D: Erläuterung zur subjektiven Wahrnehmung	64
5.2	Teil 3 „Einwirkung auf bauliche Anlagen“	65
5.2.1	Kurzzeitige Erschütterungen	65
5.2.1.1	Anhaltswerte für Fundament und oberste Deckenebene horizontal	65
5.2.1.2	Anhaltswerte für Deckenschwingungen	65
5.2.2	Dauererschütterungen	66
5.2.2.1	Anhaltswerte für die oberste Deckenebene horizontal	66
5.2.2.2	Anhaltswerte für Geschossdecken	66

1 Lagepläne

1.1 Immissionspunkte



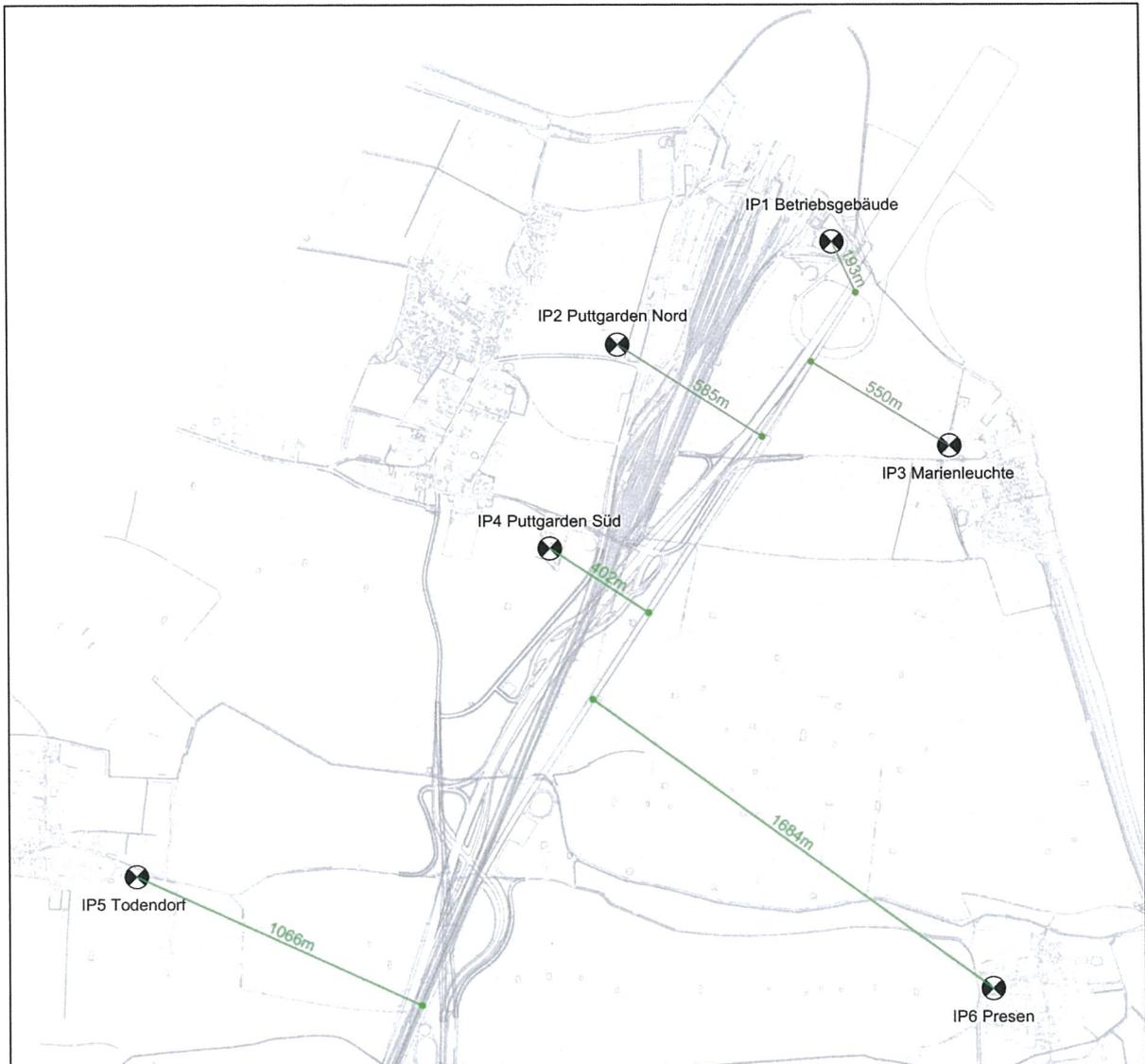
PROJEKT:
Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Erschütterungstechnische Untersuchung

ZEICHNUNG: 28.02.2012
Planungsvarianten Tunnel
Immissionspunkte



1.2 Verkehr

1.2.1 Schienenverkehr – FBQ Absenktunnel

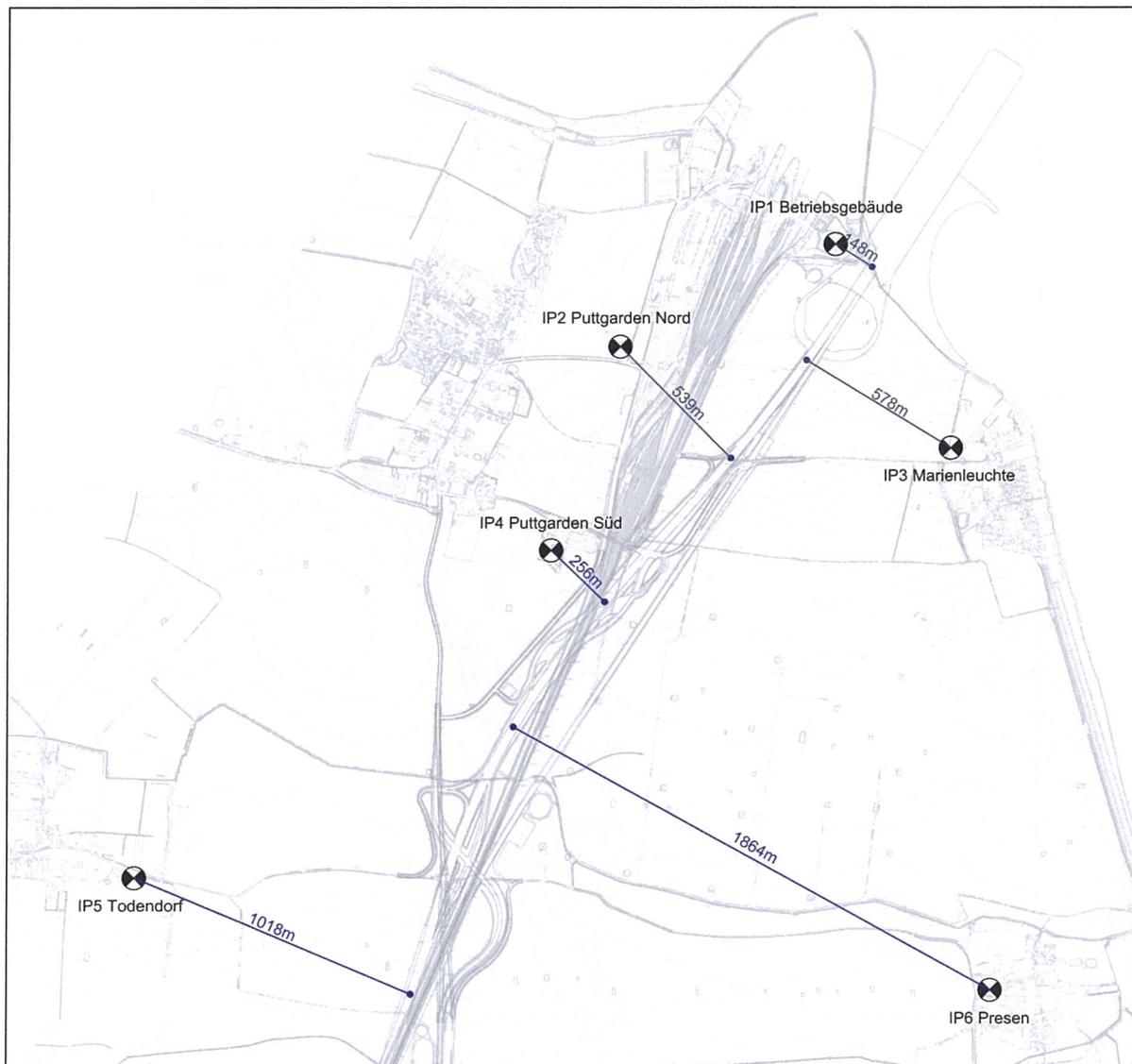


PROJEKT:
Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Erschütterungstechnische Untersuchung

ZEICHNUNG: 28.02.2012
Planungsvarianten Tunnel
Immissions- und Emissionspunkte
Schienenverkehr FBQ

baudyn GmbH 

1.2.2 Straßenverkehr – FBQ Absenktunnel



PROJEKT:
Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Erschütterungstechnische Untersuchung

ZEICHNUNG: 28.02.2012
Planungsvarianten Tunnel
Immissions- und Emissionspunkte
Straßenverkehr FBQ



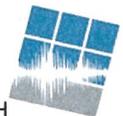
1.3 Baubetrieb

1.3.1 Schlagrammen Absenktunnel



PROJEKT:
Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Erschütterungstechnische Untersuchung

ZEICHNUNG: 15.09.2015
Planungsvarianten Tunnel
Immissions- und Emissionspunkte Schlagrammen
baudyn GmbH



1.3.2 Rüttelwalze Absenktunnel



PROJEKT:
Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Erschütterungstechnische Untersuchung

ZEICHNUNG: 28.02.2012
Planungsvarianten Tunnel
Immissions- und Emissionspunkte Rüttelwalze



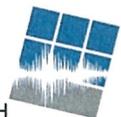
1.3.3 Baustellenverkehr Absenktunnel



PROJEKT:
Feste Fehmarnbeltquerung (FBQ)
Erschütterungstechnische Untersuchung

ZEICHNUNG: 28.02.2012
Planungsvarianten Tunnel
Immissions- und Emissionspunkte
Baustellenverkehr Radlader und LKW

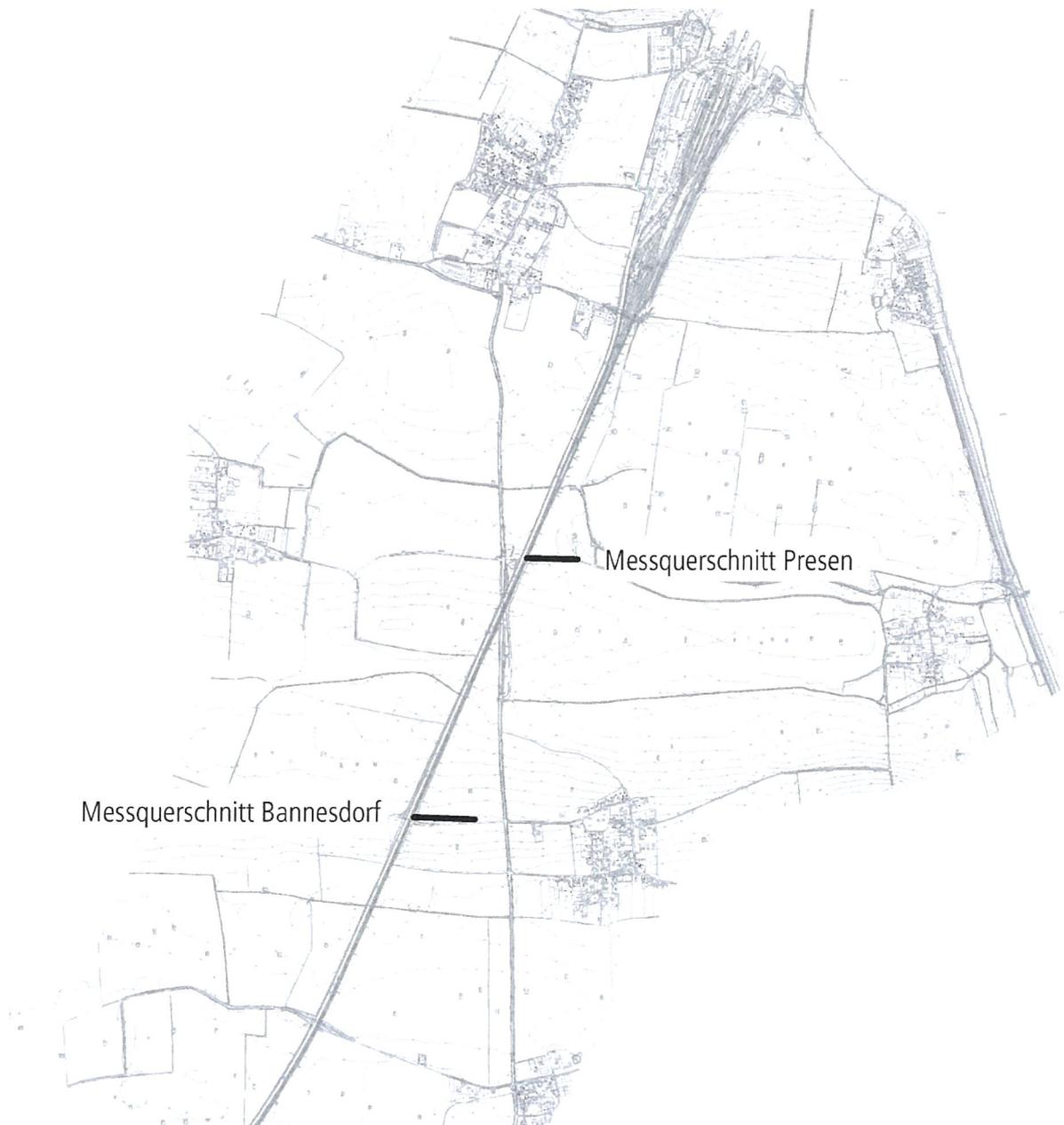
baudyn GmbH



Baustellenverkehr auf Baustraßen und am Rand von Baustelleneinrichtungsflächen

1.4 Messungen Ausbreitung Schienenverkehrserschütterungen

1.4.1 Messquerschnitte an der Bestandsstrecke

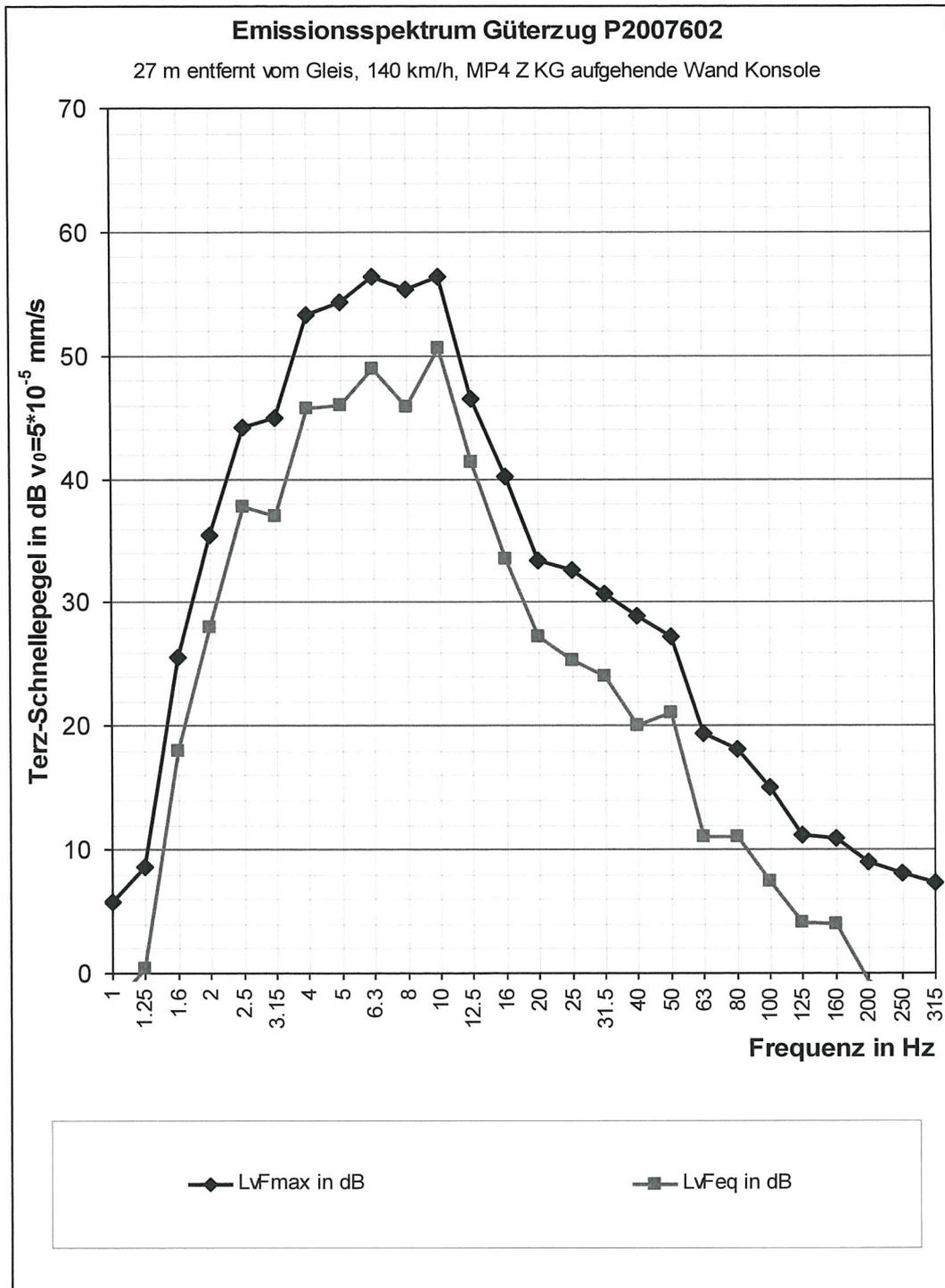


2 Prognose Erschütterungen

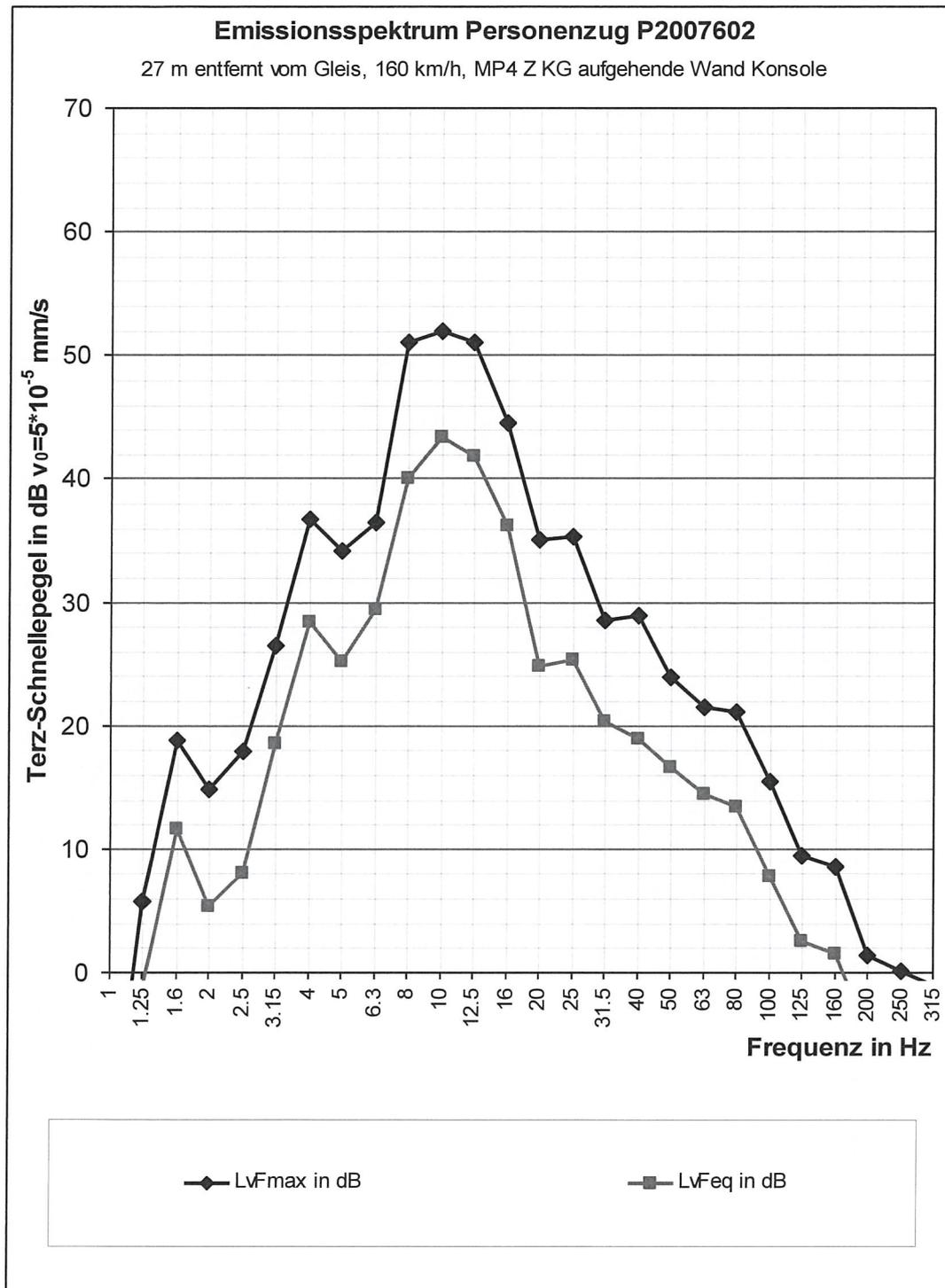
2.1 Schienenverkehrserschütterungen

2.1.1 Emissionen

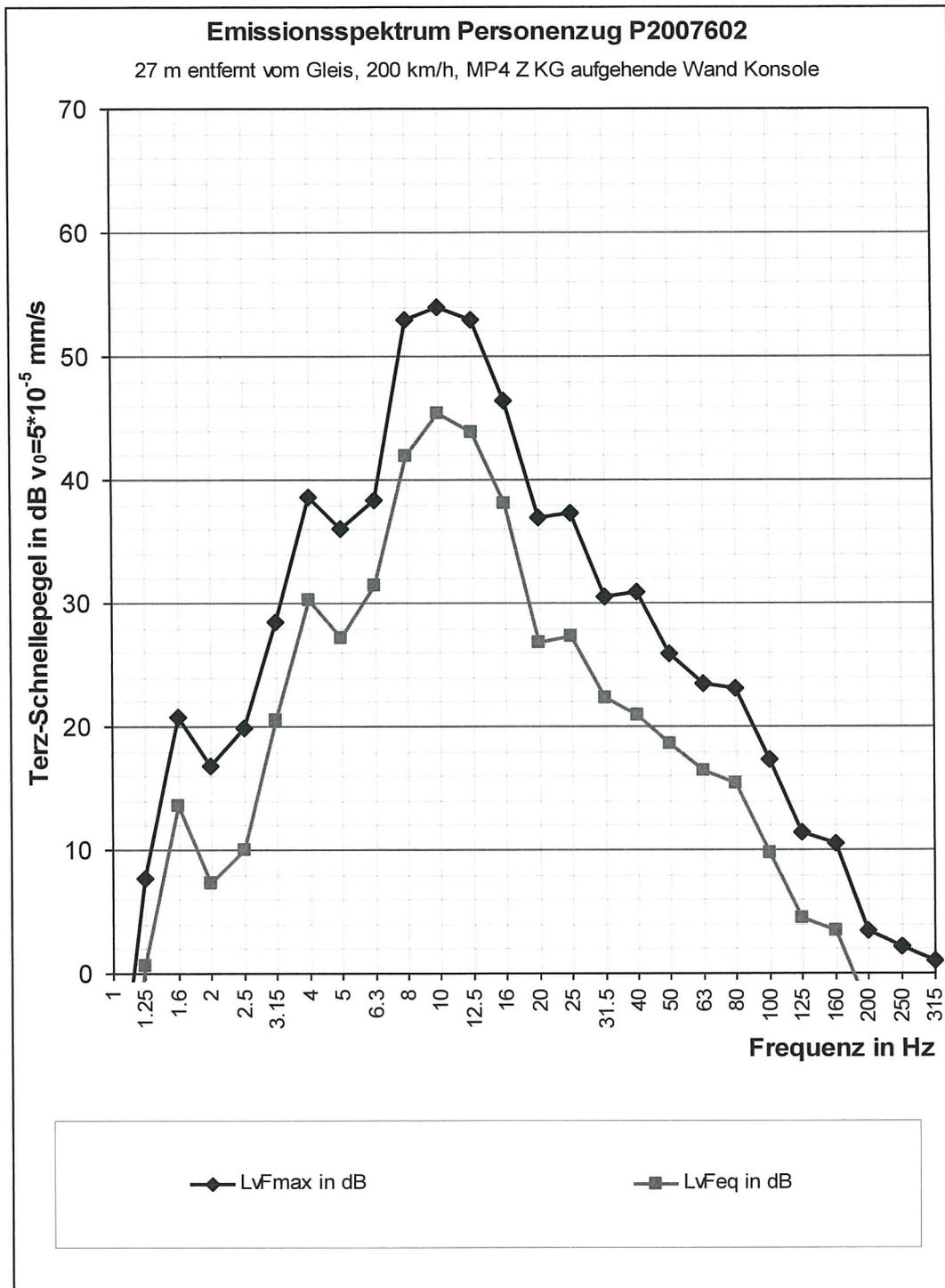
2.1.1.1 Güterzug (140 km/h)



2.1.1.2 Personenzug (160 km/h)



2.1.1.3 Personenzug (200 km/h)

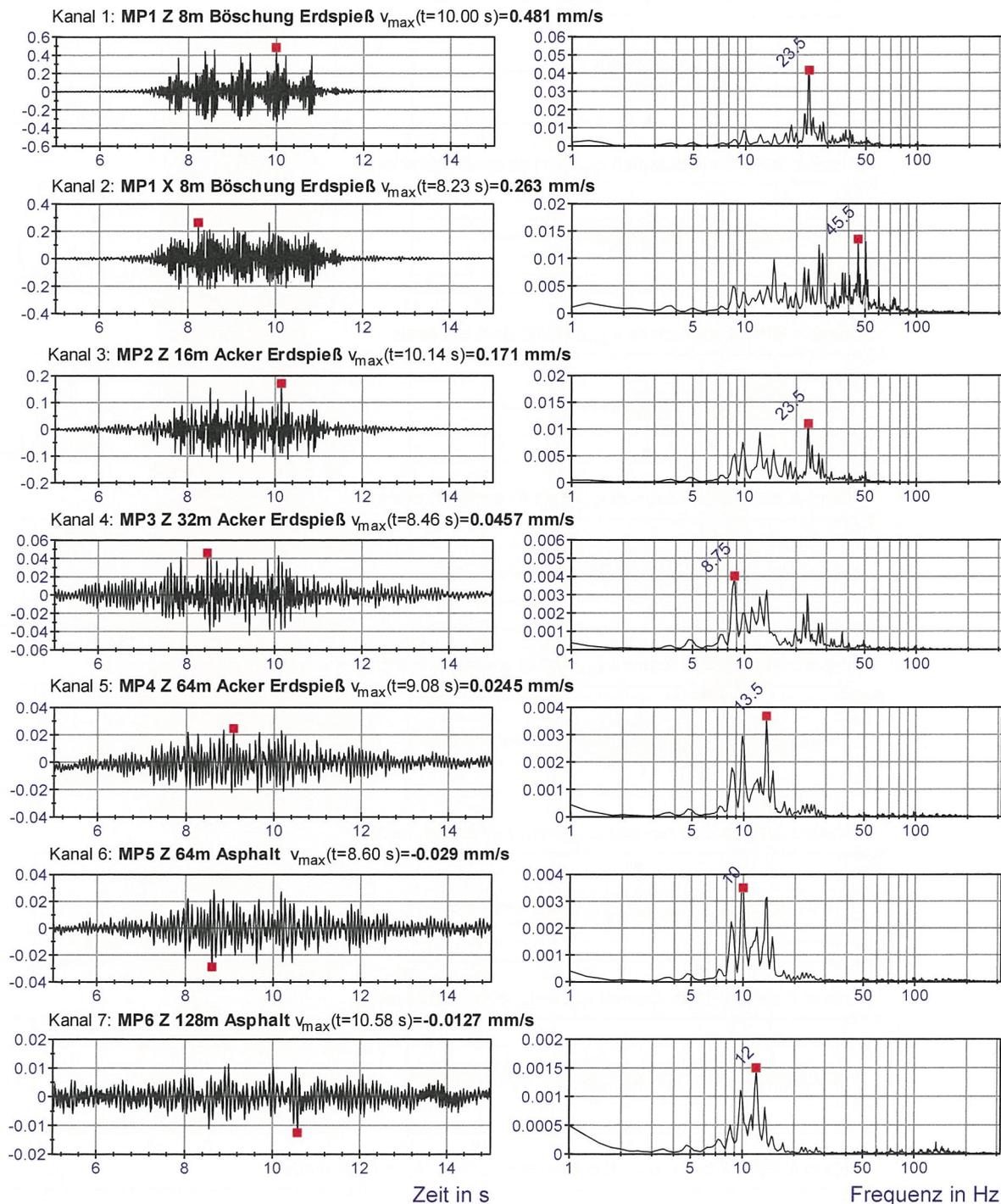


2.1.2 Messungen Ausbreitung Schienenverkehrserschütterungen

2.1.2.1 Messquerschnitt Bannesdorf

Projekt: 2011922 Fehmahrbelt Querung Messung: Schne001 13.5.2011 10:45:58

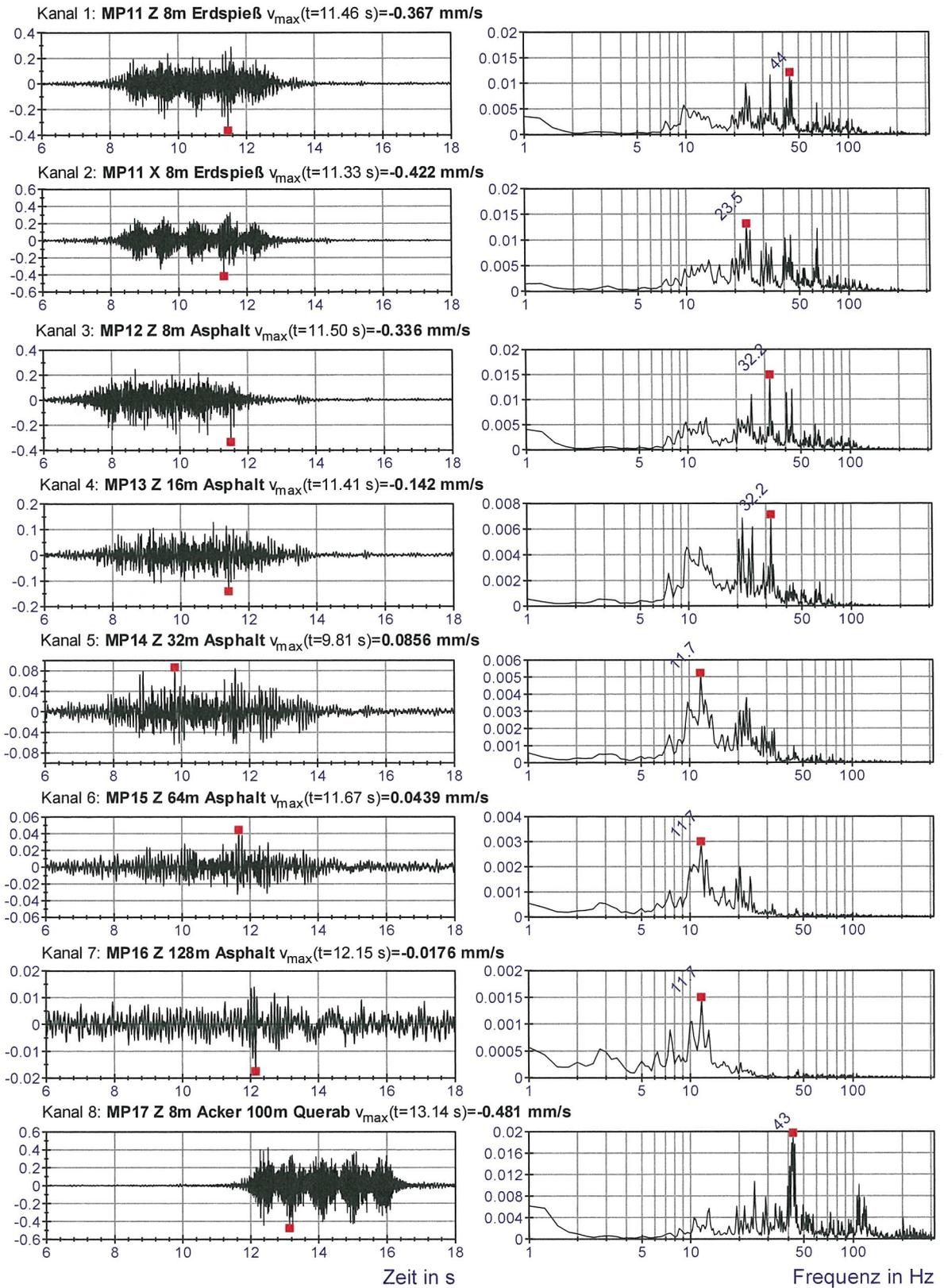
Schienenverkehrserschütterungen



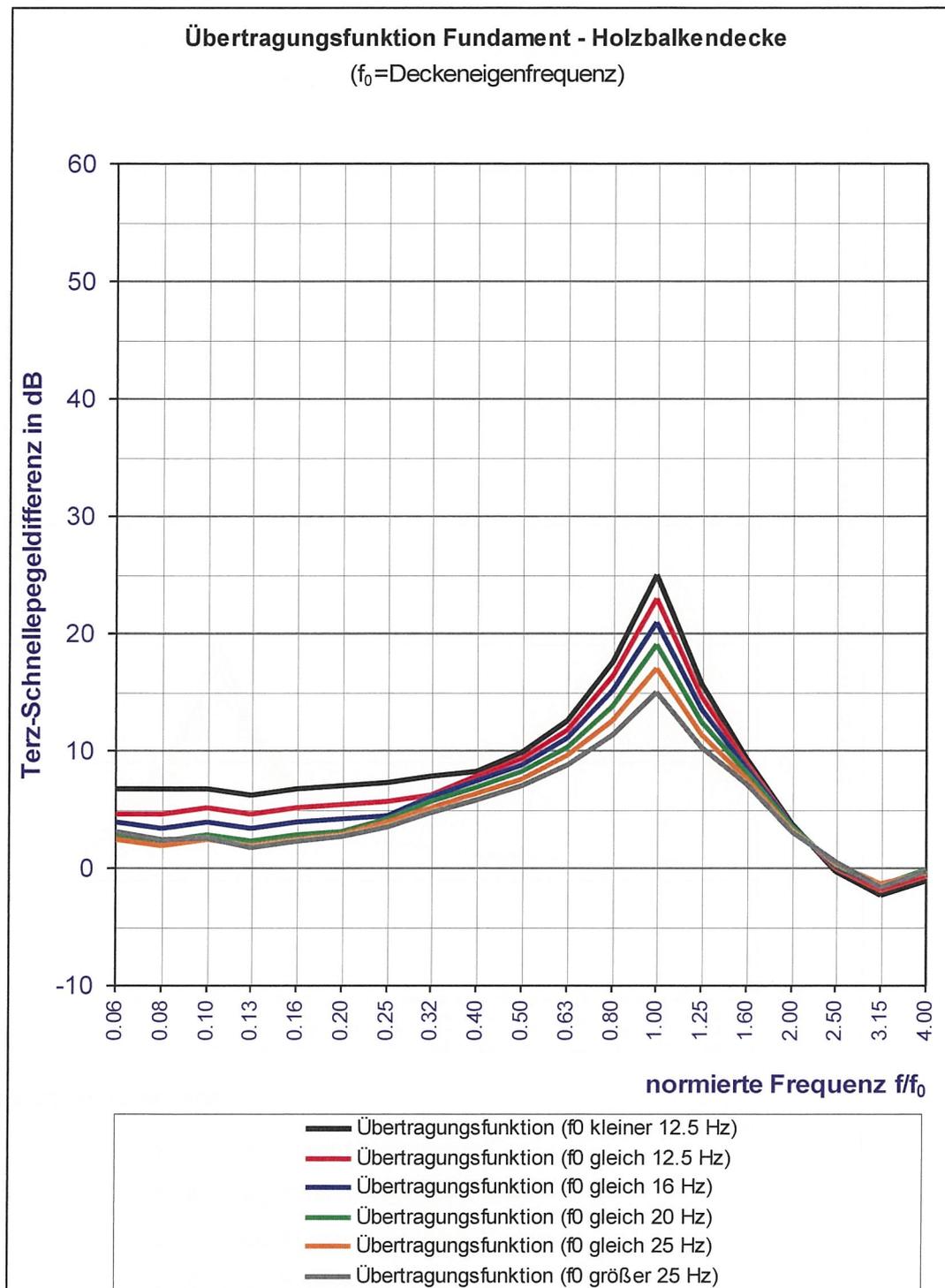
2.1.2.2 Messquerschnitt Presen

Projekt: 2011922 Fehmarnbelt Querung Messung: Schne045 13.5.2011 15:02:05

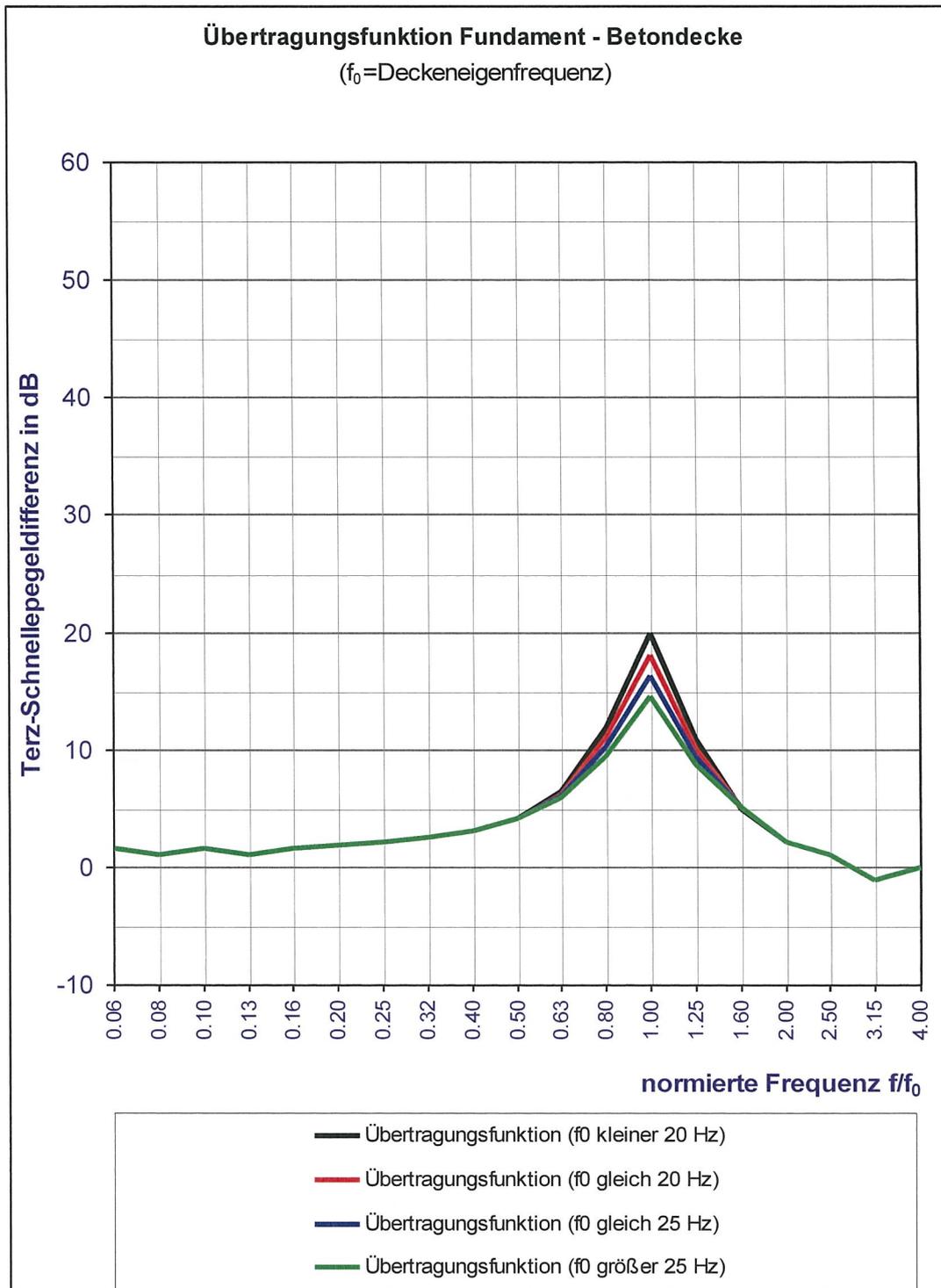
Schienenverkehrserschütterungen



2.2 Übertragungsfunktion Fundament-Holzbalkendecke



2.3 Übertragungsfunktion Fundament-Betondecke

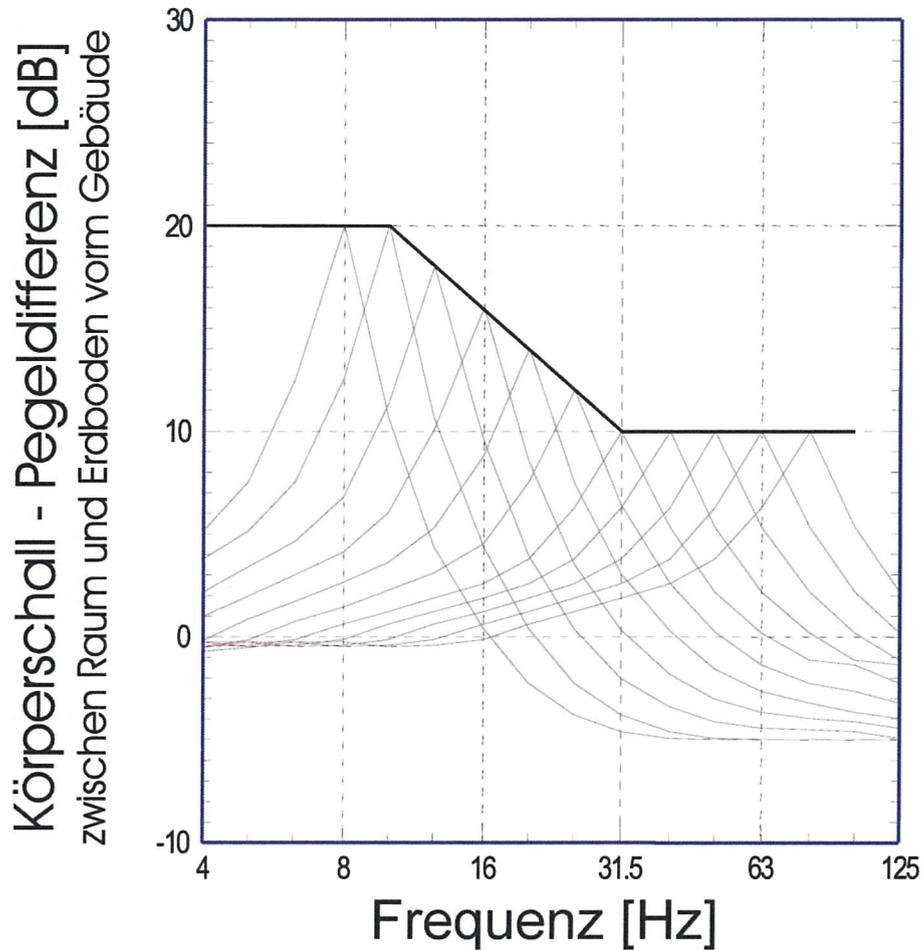


2.4 Standard-Übertragungsfunktionen Gelände-Stockwerksdecke

2.4.1 Kurvenschar für Holzbalken-Deckenaufbau (DB-Leitfaden)

Übertragungspegeldifferenzen \ddot{U} für Gebäude mit Holzbalkendecken für verschiedene Deckeneigenresonanzen zwischen 8 und 80 Hz

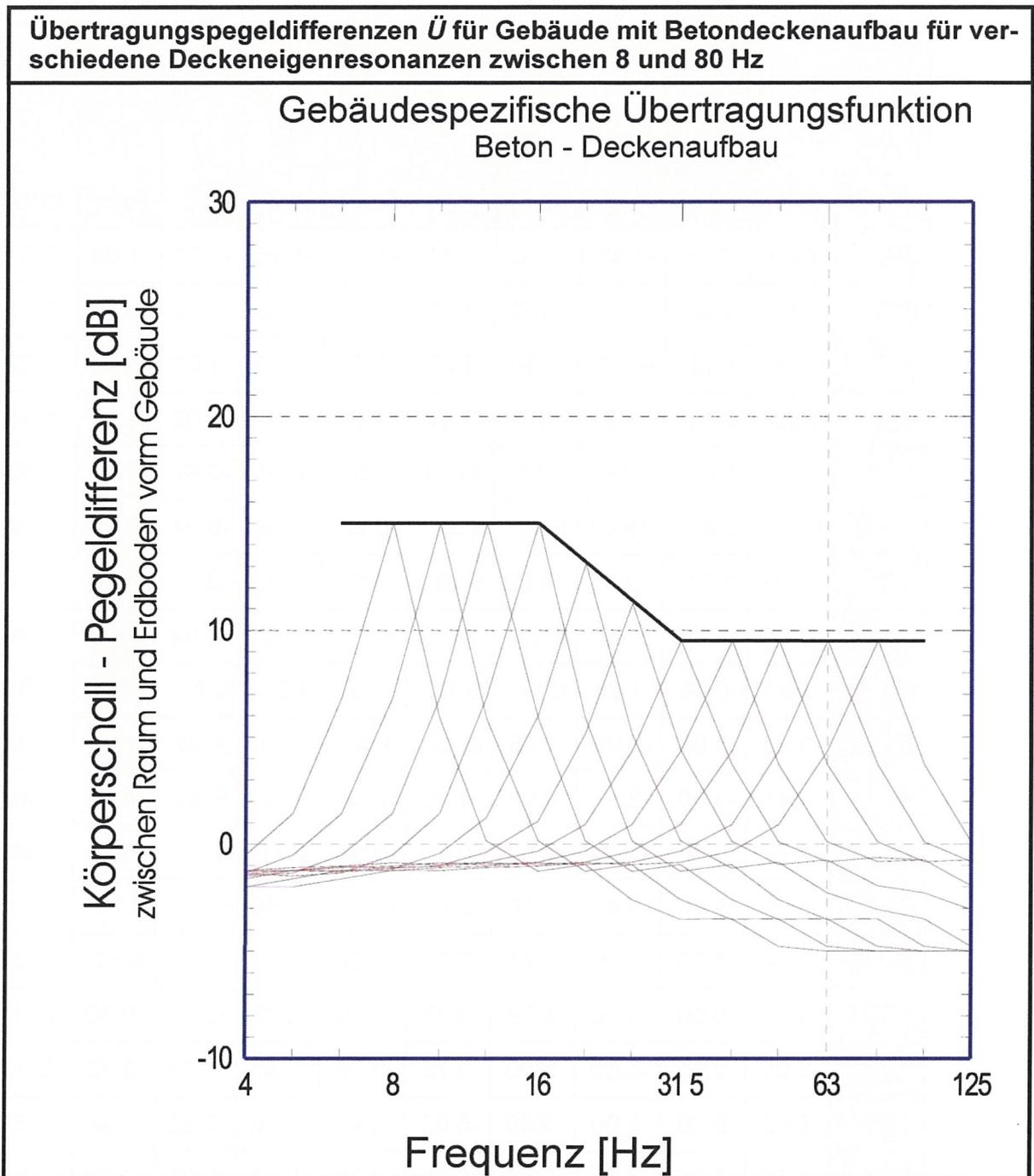
Gebäudespezifische Übertragungsfunktion
Holzbalken - Deckenaufbau



2.4.2 Wertetabelle für Holzbalken-Deckenaufbau (DB-Leitfaden)

Deckeneigenresonanz f_r [Hz] Holzbalkendecken											
	8.0	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	50.0	62.5	80.0
Freq.	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü	Ü
[Hz]	[dB]										
4.0	5.14	3.77	2.19	0.99	-0.18	-0.49	-0.49	-0.24	-0.26	-0.5	-0.7
5.0	7.55	5.14	3.39	1.95	0.87	-0.16	-0.41	-0.49	-0.24	-0.26	-0.5
6.3	12.59	7.55	4.62	3.01	1.71	0.74	-0.13	-0.41	-0.49	-0.24	-0.26
8.0	20.00	12.59	6.79	4.11	2.64	1.46	0.62	-0.13	-0.41	-0.49	-0.24
10.0	10.64	20.00	11.33	6.03	3.60	2.26	1.22	0.62	-0.13	-0.41	-0.49
12.5	4.36	10.64	18.00	10.07	5.28	3.08	1.88	1.22	0.62	-0.13	-0.41
16.0	0.41	4.36	9.57	16.00	8.81	4.53	2.57	1.88	1.22	0.62	-0.13
20.0	-2.25	0.41	3.92	8.51	14.00	7.55	3.77	2.57	1.88	1.22	0.62
25.0	-3.78	-2.25	0.37	3.49	7.45	12.00	6.29	3.77	2.57	1.88	1.22
31.5	-4.60	-3.78	-2.03	0.33	3.05	6.38	10.00	6.29	3.77	2.57	1.88
40.0	-4.94	-4.60	-3.40	-1.80	0.29	2.61	5.32	10.00	6.29	3.77	2.57
50.0	-5.00	-4.94	-4.14	-3.02	-1.58	0.24	2.18	5.32	10.00	6.29	3.77
62.5	-5.00	-5.00	-4.44	-3.67	-2.65	-1.35	0.20	2.18	5.32	10.00	6.29
80.0	-5.00	-5.00	-4.51	-3.95	-3.22	-2.27	-1.13	0.20	2.18	5.32	10.00
100	-5.00	-5.00	-4.60	-4.14	-3.67	-2.65	-1.35	-1.13	0.20	2.18	5.32
125	-5.00	-5.00	-4.94	-4.44	-3.95	-3.22	-2.27	-1.35	-1.13	0.20	2.18
160	-5.00	-5.00	-5.00	-4.51	-4.14	-3.67	-2.65	-2.27	-1.35	-1.13	0.20
200	-5.00	-5.00	-5.00	-4.60	-4.44	-3.95	-3.22	-2.65	-2.27	-1.35	-1.13
250	-5.00	-5.00	-5.00	-4.94	-4.51	-4.14	-3.67	-3.22	-2.65	-2.27	-1.35

2.4.3 Kurvenschar für Beton-Deckenaufbau (DB-Leitfaden)



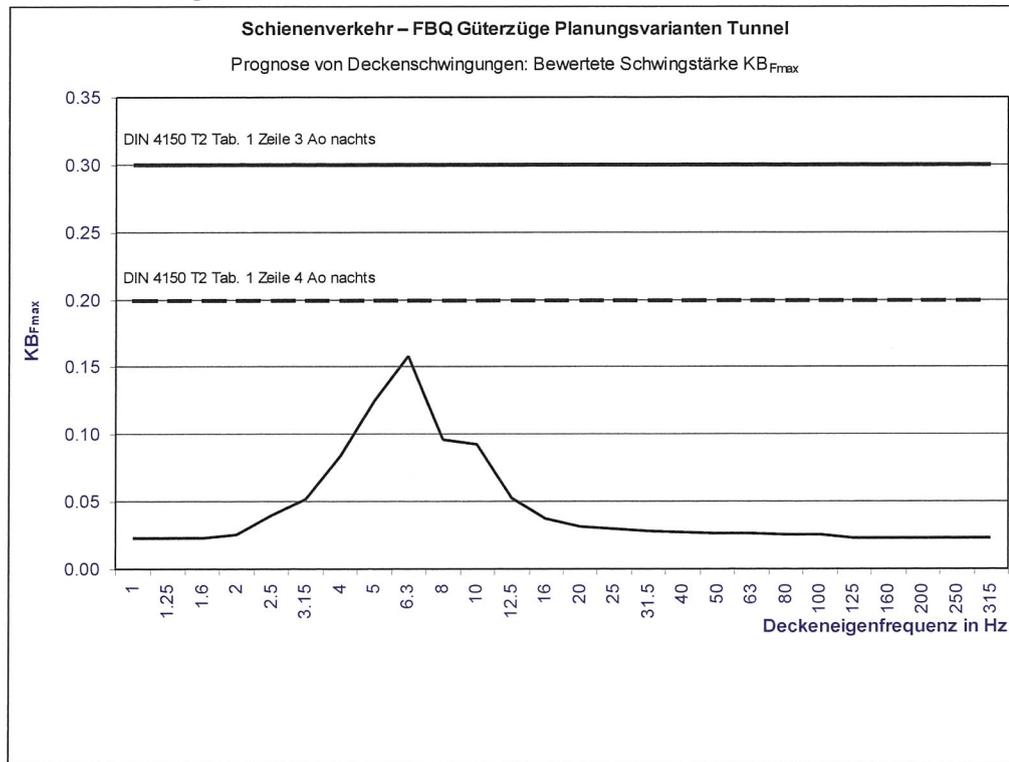
2.4.4 Wertetabelle für Beton-Deckenaufbau (DB-Leitfaden)

Deckeneigenresonanz f_r [Hz], Massivbetondecken											
	8.0	10.0	12.5	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	50.0	62.5	80.0
Freq.	\ddot{U}_t	\ddot{U}									
[Hz]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
4.0	-0.51	-1.34	-1.48	-1.38	-1.41	-1.3	-1.25	-1.22	-1.63	-2.0	-2.5
5.0	1.42	-0.51	-1.34	-1.48	-1.21	-1.21	-1.09	-1.25	-1.22	-1.63	-2.0
6.3	6.88	1.42	-0.51	-1.34	-1.30	-1.04	-1.02	-1.09	-1.25	-1.22	-1.63
8.0	15.00	6.88	1.42	-0.51	-1.17	-1.11	-0.87	-1.02	-1.09	-1.25	-1.22
10.0	5.87	15.00	6.88	1.42	-0.44	-1.00	-0.94	-0.87	-1.02	-1.09	-1.25
12.5	0.17	5.87	15.00	6.88	1.24	-0.38	-0.85	-0.94	-0.87	-1.02	-1.09
16.0	-1.26	0.17	5.87	15.00	6.02	1.07	-0.32	-0.85	-0.94	-0.87	-1.02
20.0	-0.96	-1.26	0.17	5.87	13.12	5.17	0.90	-0.32	-0.85	-0.94	-0.87
25.0	-2.58	-0.96	-1.26	0.17	5.13	11.26	4.36	0.90	-0.32	-0.85	-0.94
31.5	-3.50	-2.58	-0.96	-1.26	0.15	4.40	9.50	4.36	0.90	-0.32	-0.85
40.0	-3.47	-3.50	-2.58	-0.96	-1.10	0.13	3.72	9.50	4.36	0.90	-0.32
50.0	-4.78	-3.47	-3.50	-2.58	-0.84	-0.95	0.11	3.72	9.50	4.36	0.90
62.5	-5.00	-4.78	-3.47	-3.50	-2.26	-0.72	-0.80	0.11	3.72	9.50	4.36
80.0	-5.00	-5.00	-4.78	-3.47	-3.06	-1.94	-0.61	-0.80	0.11	3.72	9.50
100	-5.00	-5.00	-5.00	-4.78	-3.47	-2.26	-0.72	-0.72	-0.80	0.11	3.72
125	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-4.78	-3.06	-1.94	-1.94	-0.72	-0.80	0.11
160	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-3.47	-2.26	-2.26	-1.94	-0.72	-0.80
200	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-4.78	-3.06	-3.06	-2.26	-1.94	-0.72
250	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-5.00	-3.47	-3.47	-3.06	-2.26	-1.94

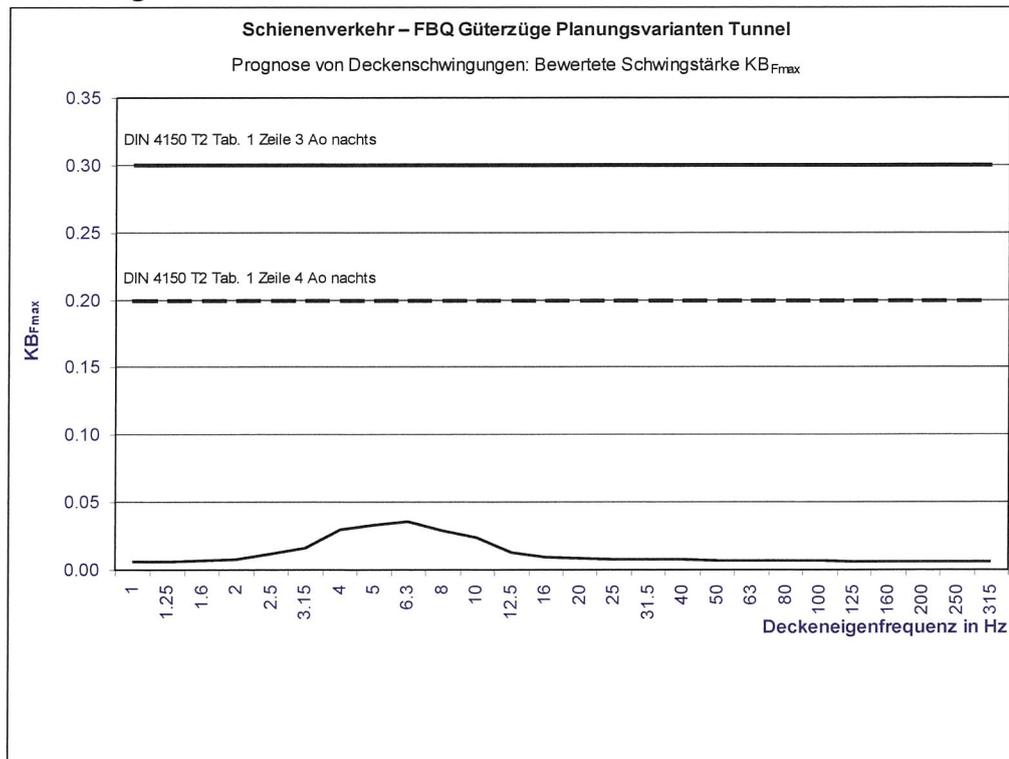
2.5 Verkehr – Bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}

2.5.1 Schienenverkehr – FBQ Güterzüge 140 km/h Absenktunnel

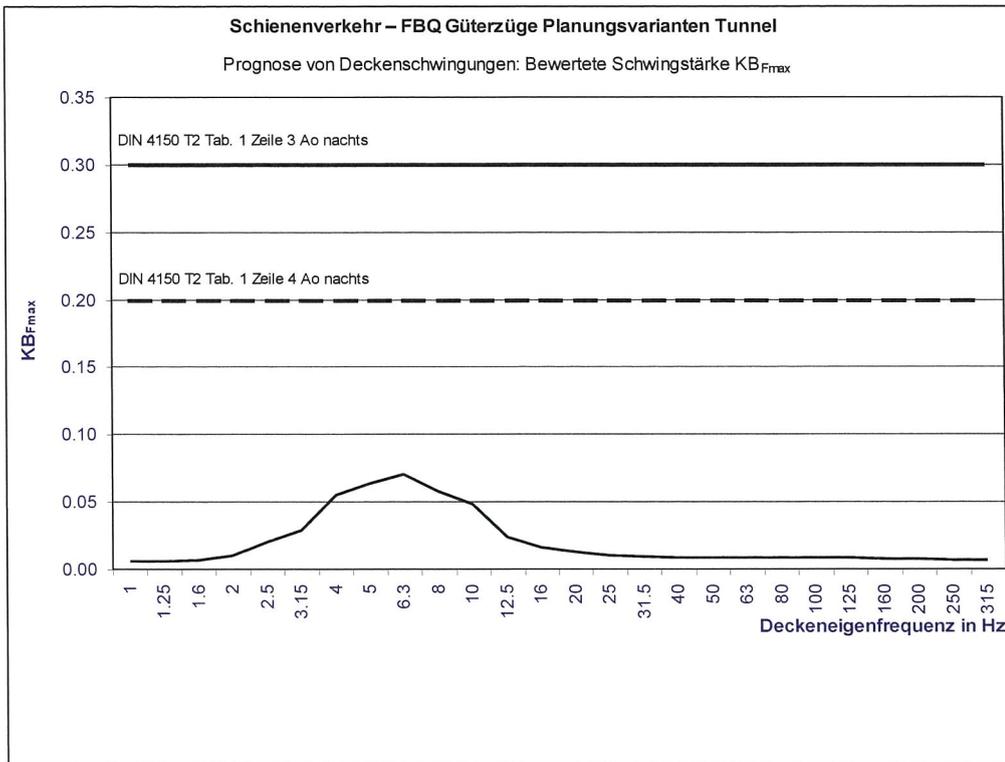
2.5.1.1 IP1 Betriebsgebäude



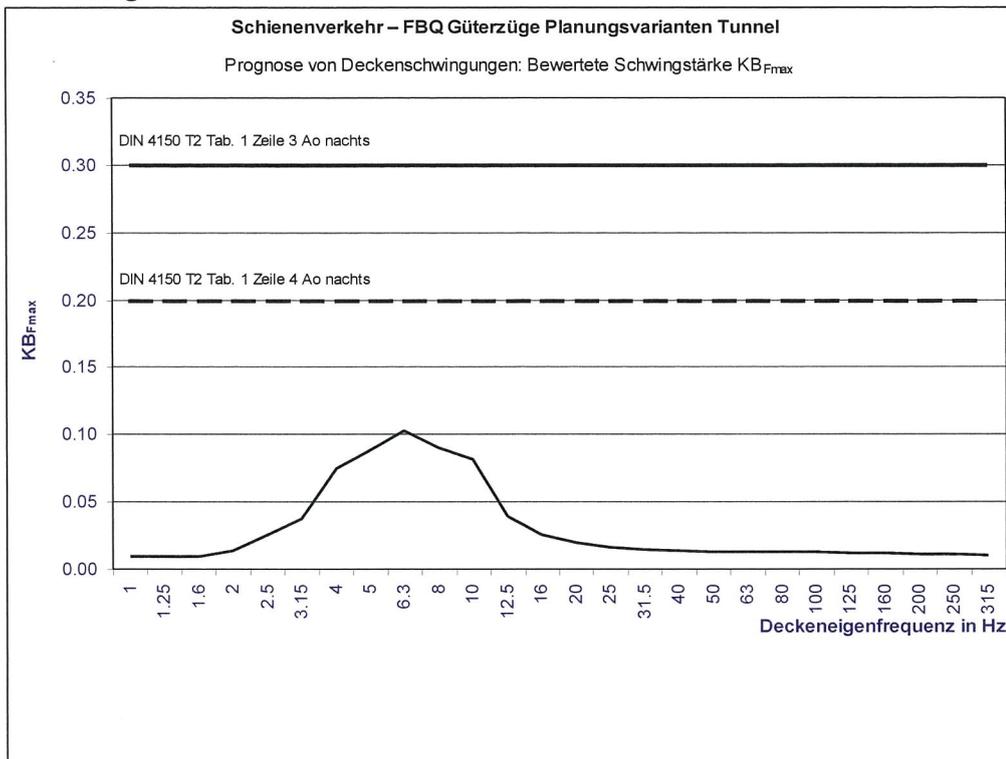
2.5.1.2 IP2 Puttgarden Nord



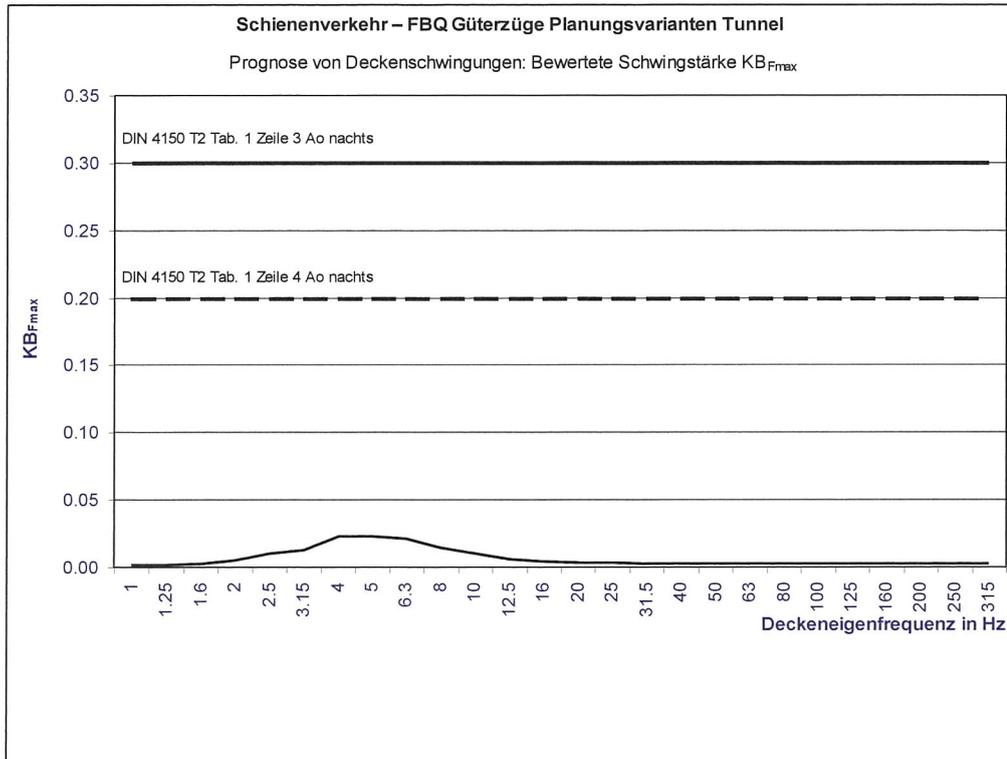
2.5.1.3 IP3 Marienleuchte



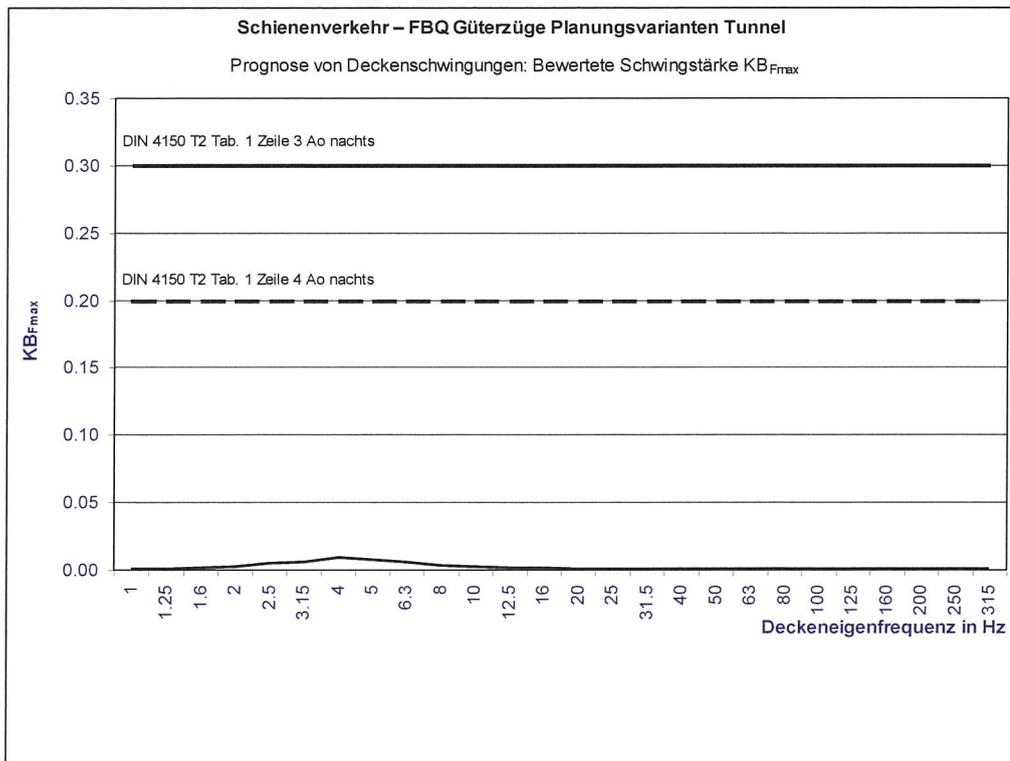
2.5.1.4 IP4 Puttgarden Süd



2.5.1.5 IP5 Todendorf

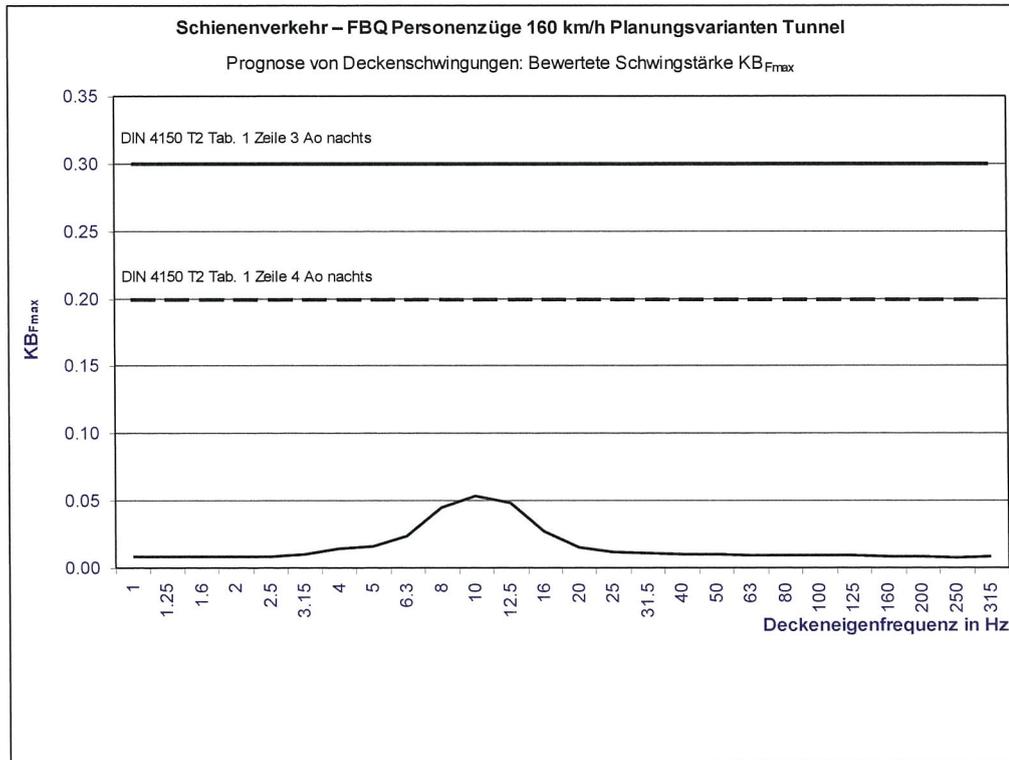


2.5.1.6 IP6 Presen

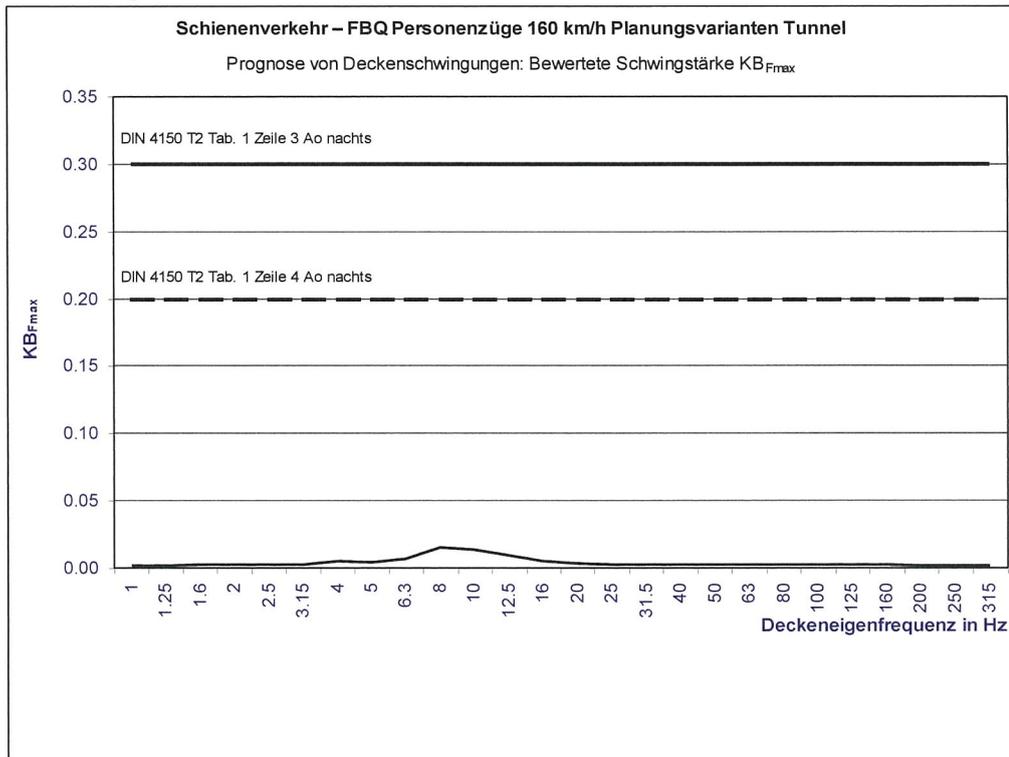


2.5.2 Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 160 km/h Absenktunnel

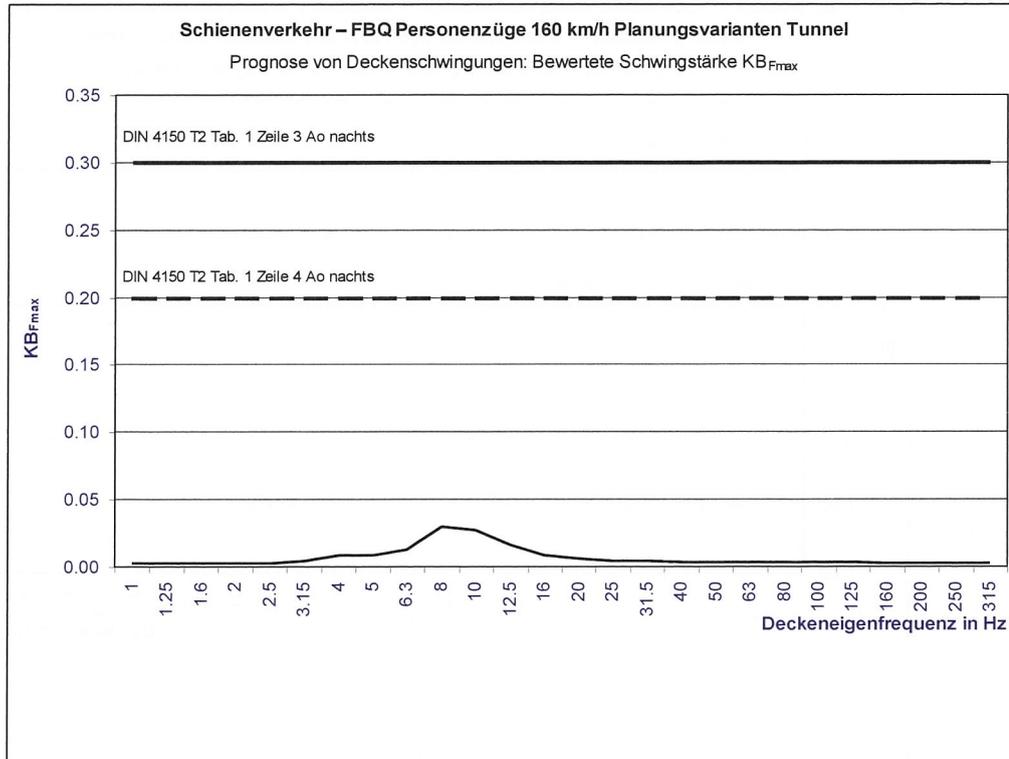
2.5.2.1 IP1 Betriebsgebäude



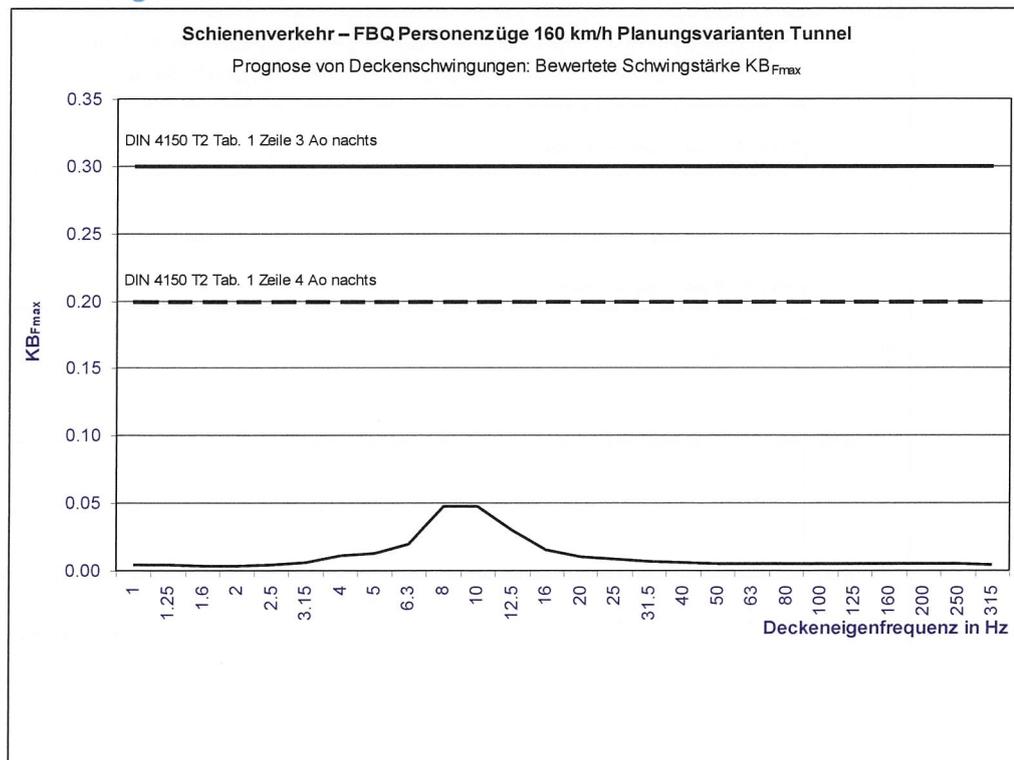
2.5.2.2 IP2 Puttgarden Nord



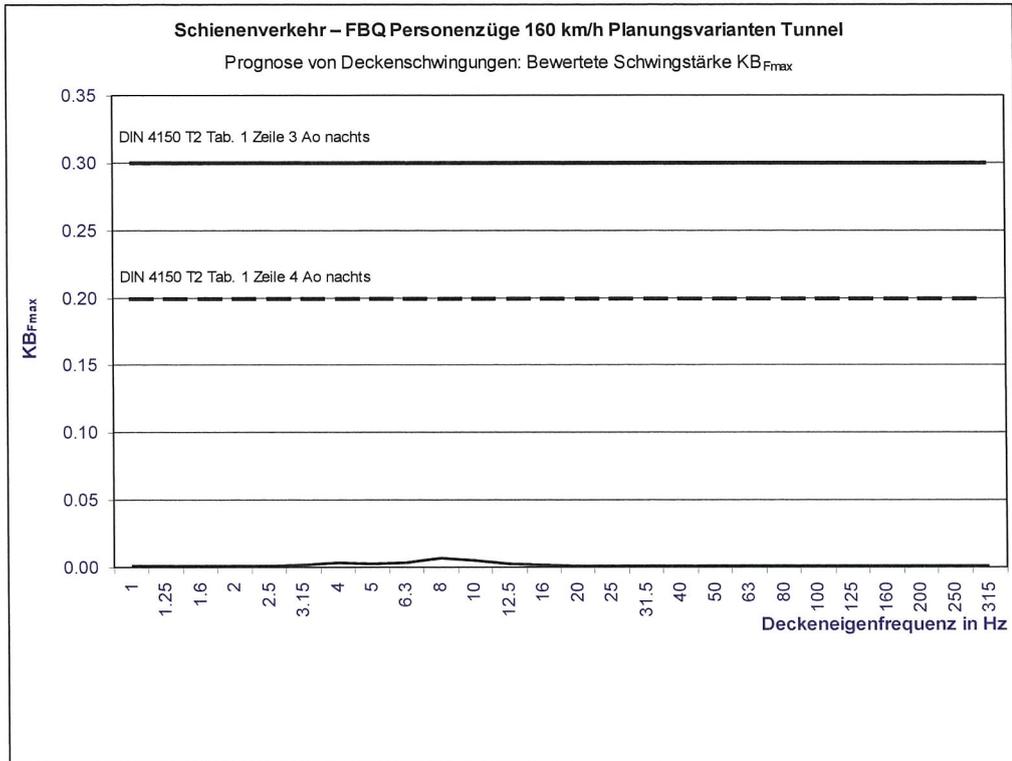
2.5.2.3 IP3 Marienleuchte



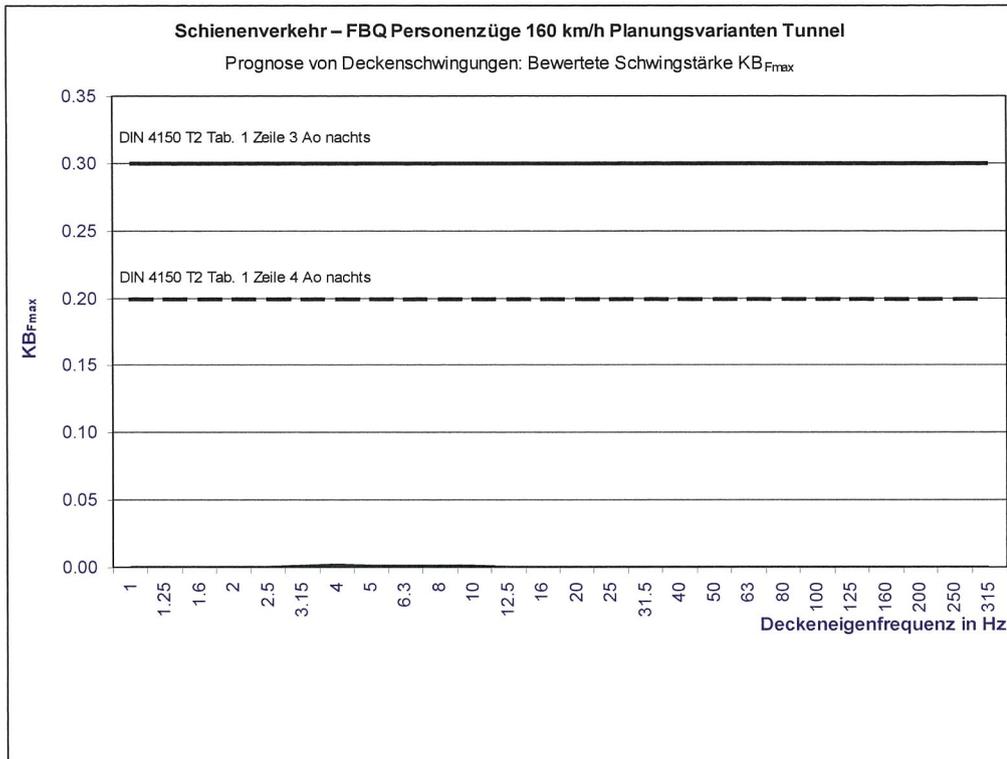
2.5.2.4 IP4 Puttgarden Süd



2.5.2.5 IP5 Todendorf

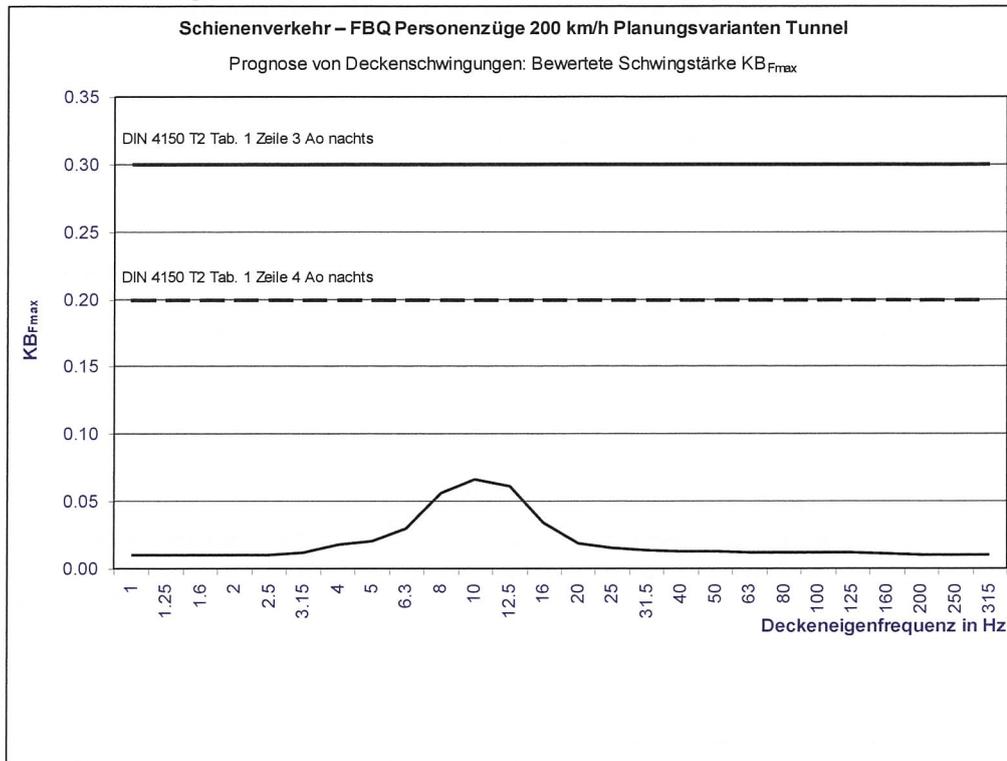


2.5.2.6 IP6 Presen

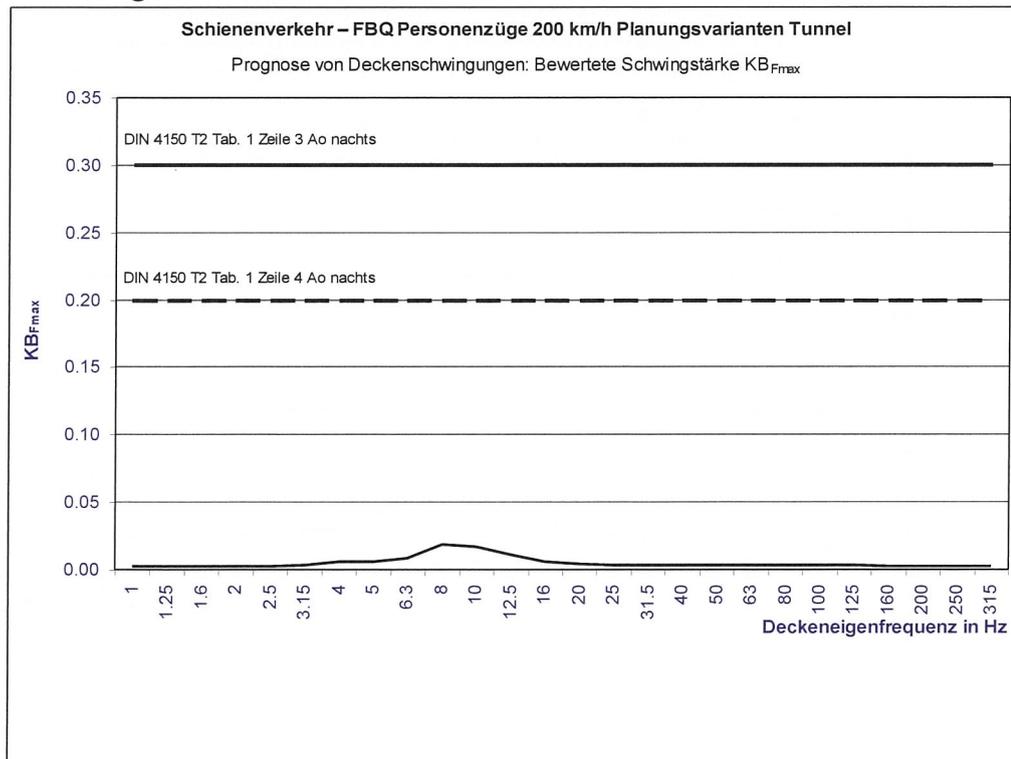


2.5.3 Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 200 km/h Absenktunnel

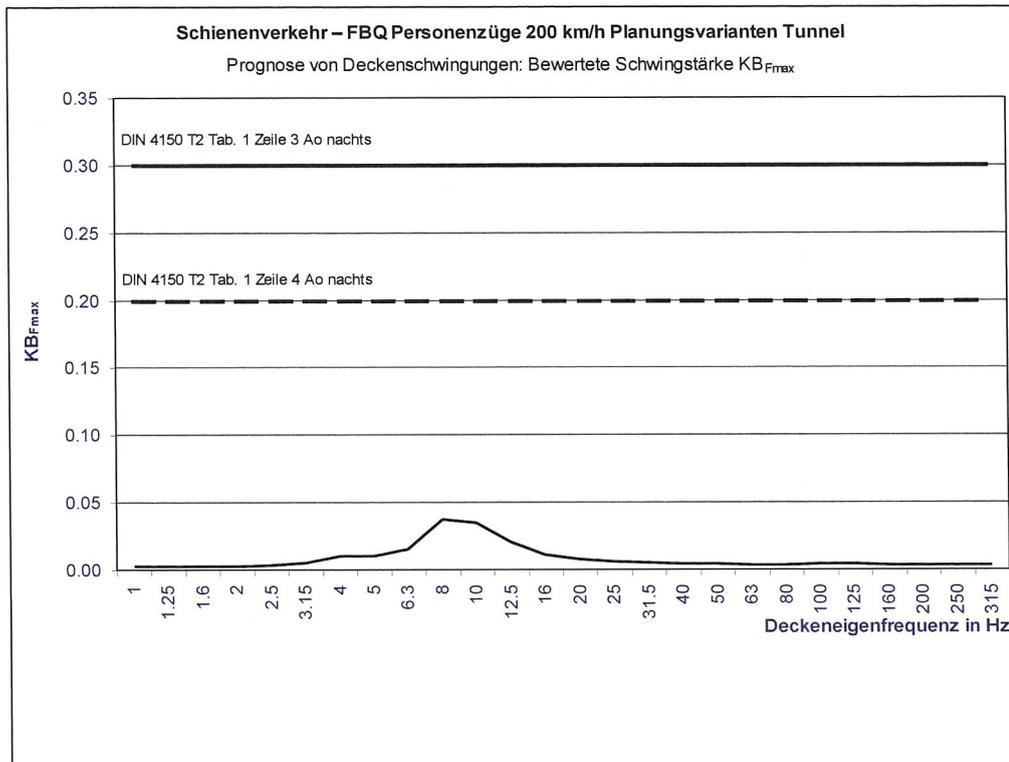
2.5.3.1 IP1 Betriebsgebäude



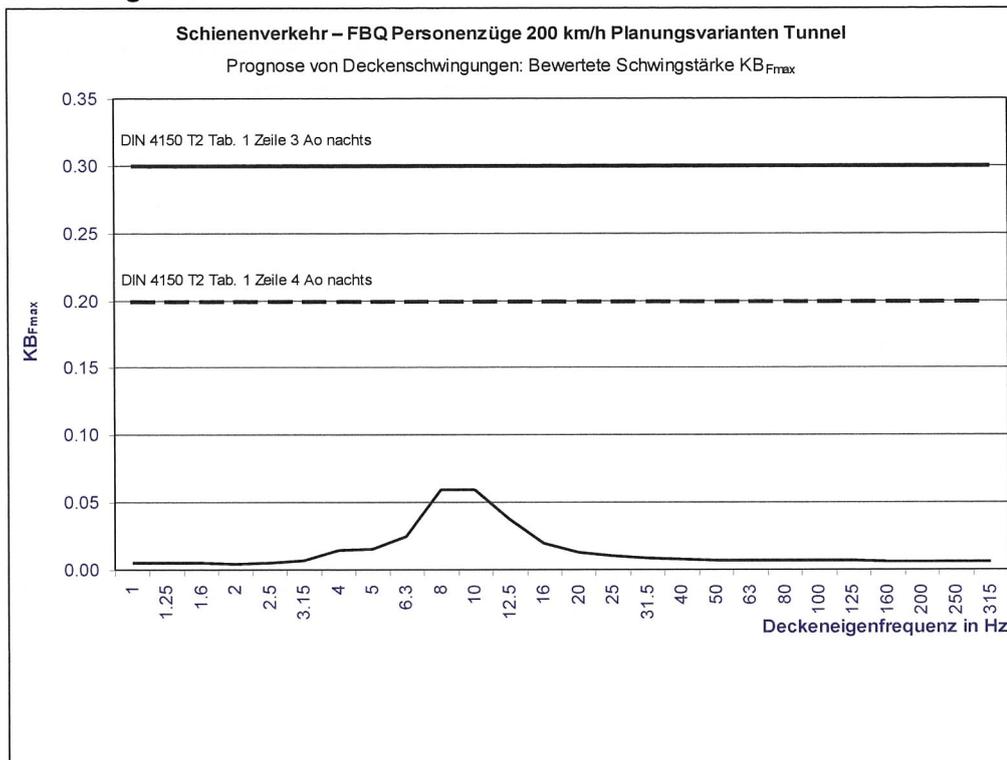
2.5.3.2 IP2 Puttgarden Nord



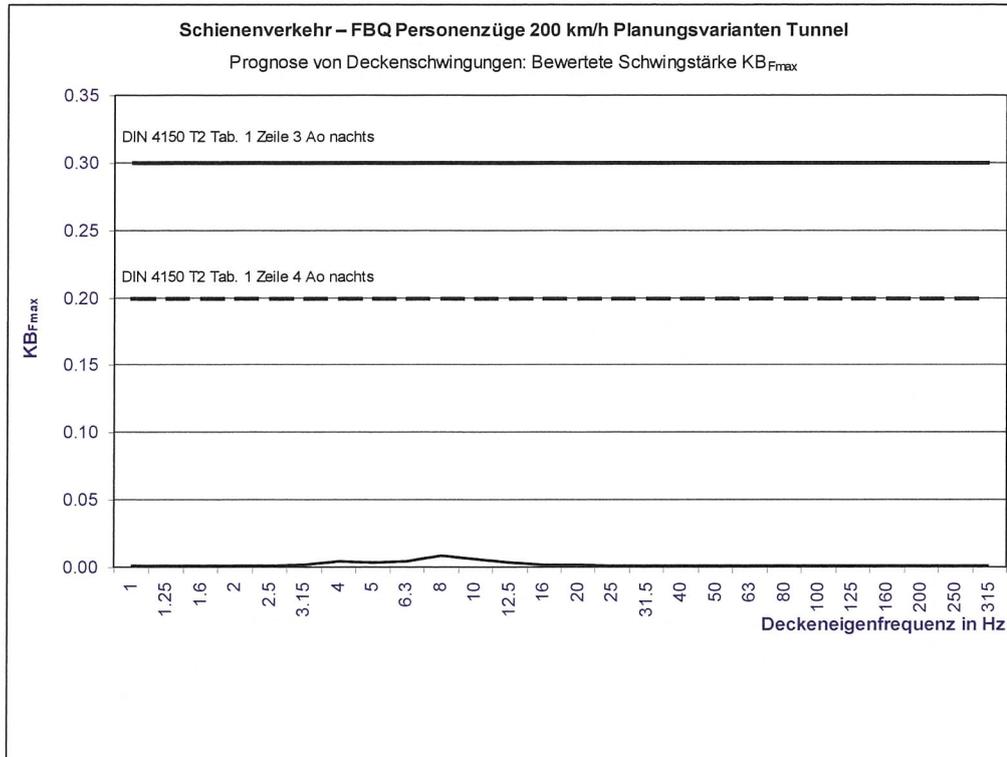
2.5.3.3 IP3 Marienleuchte



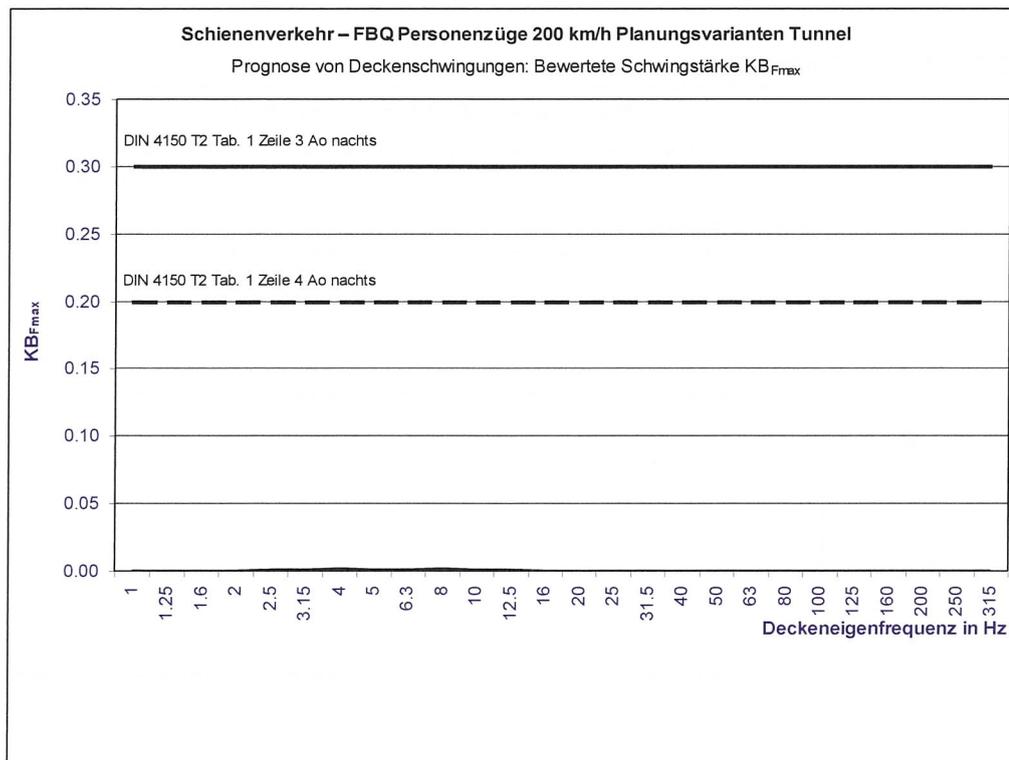
2.5.3.4 IP4 Puttgarden Süd



2.5.3.5 IP5 Todendorf

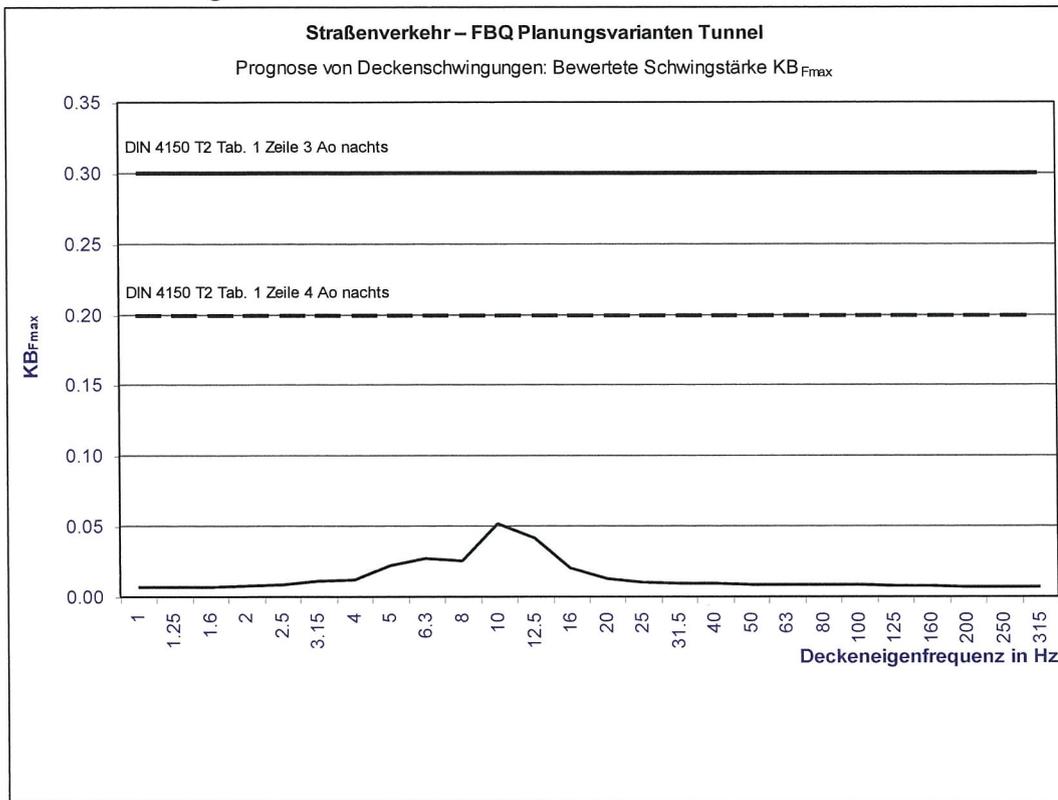


2.5.3.6 IP6 Presen

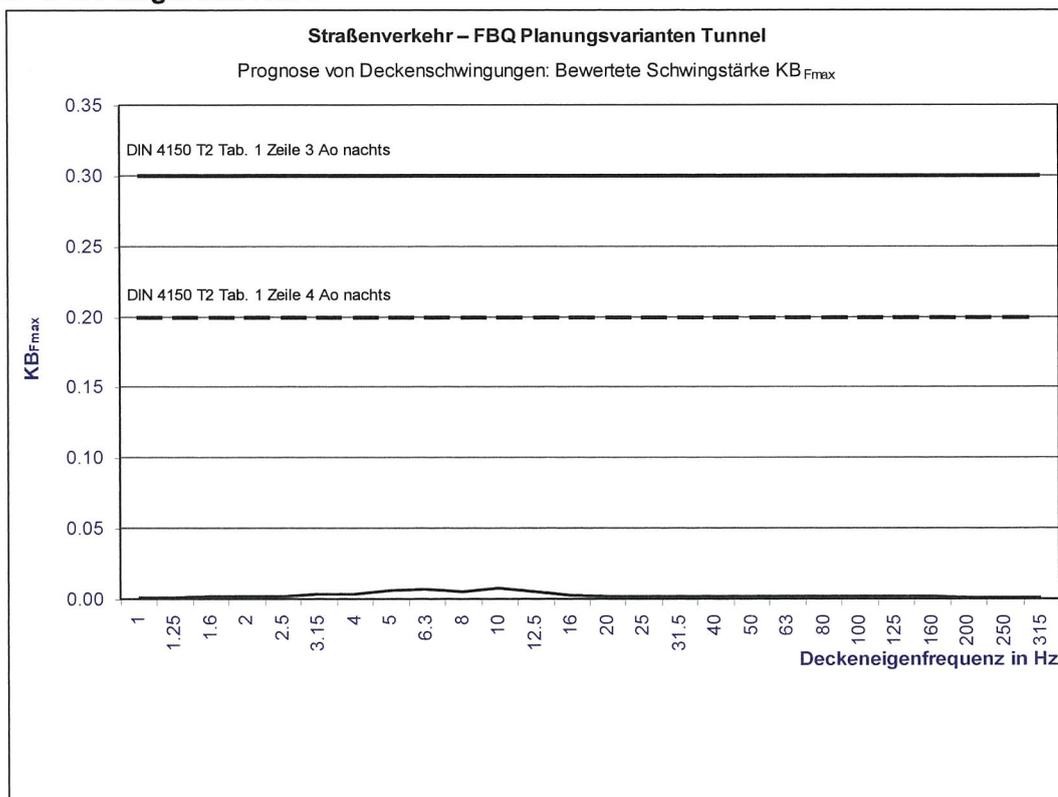


2.5.4 Straßenverkehr – FBQ Absenktunnel

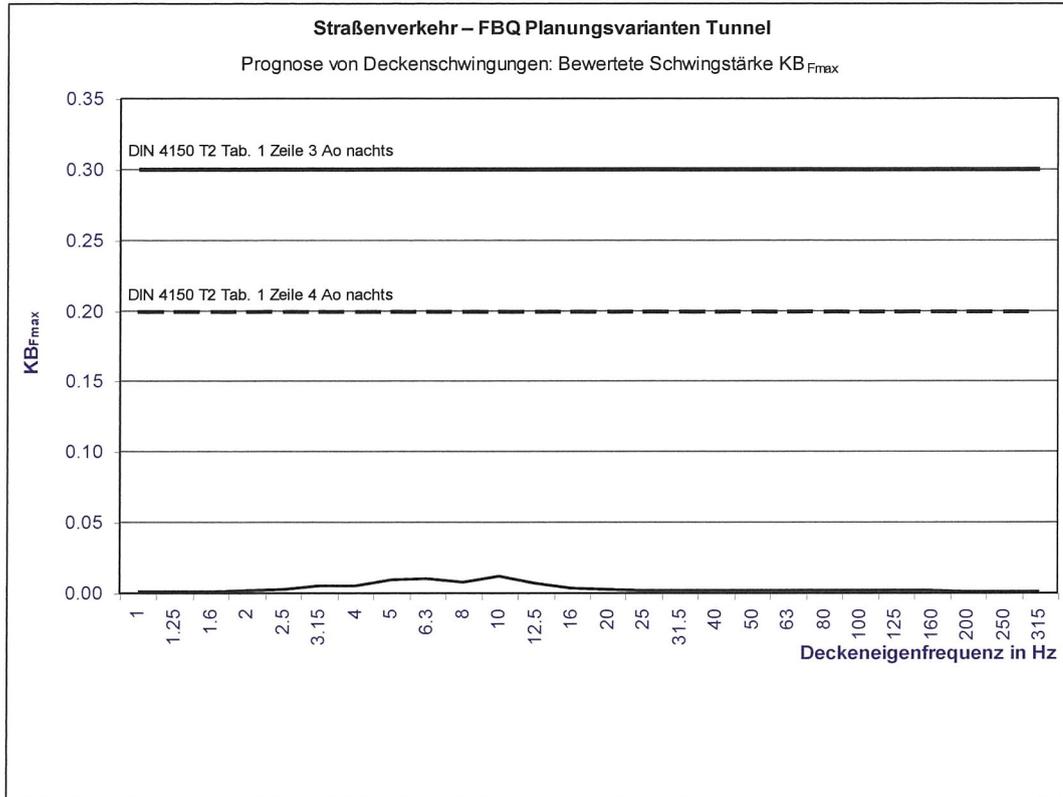
2.5.4.1 IP1 Betriebsgebäude



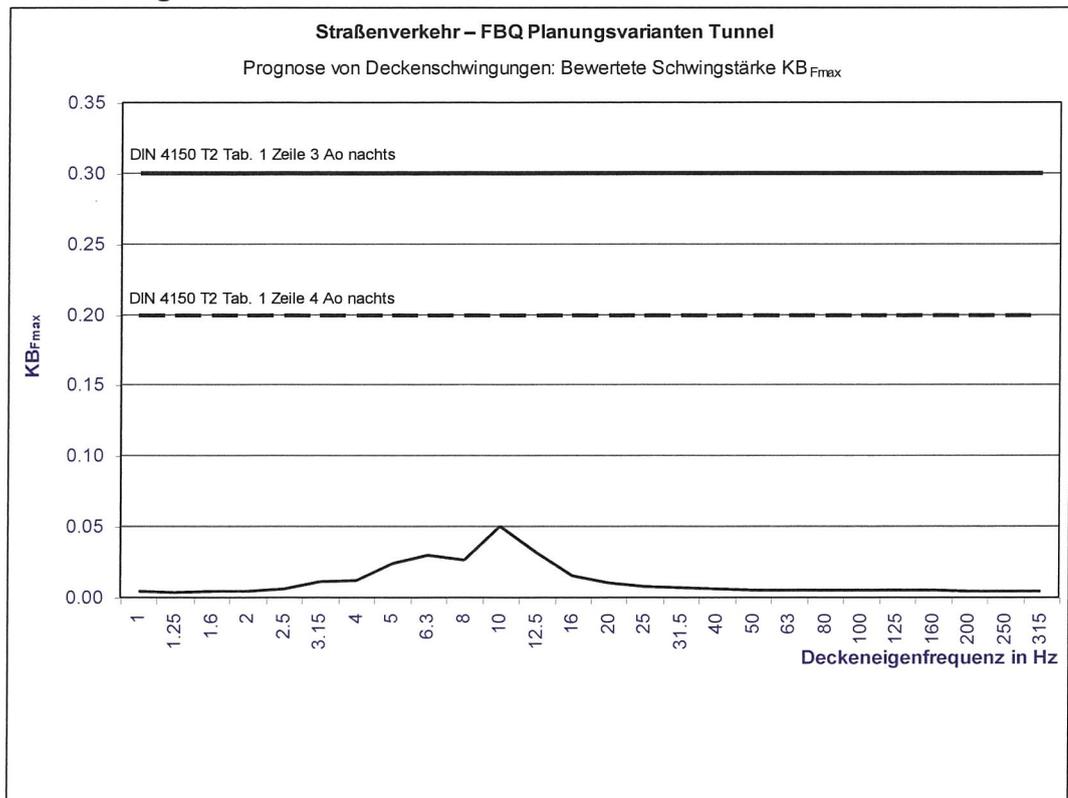
2.5.4.2 IP2 Puttgarden Nord



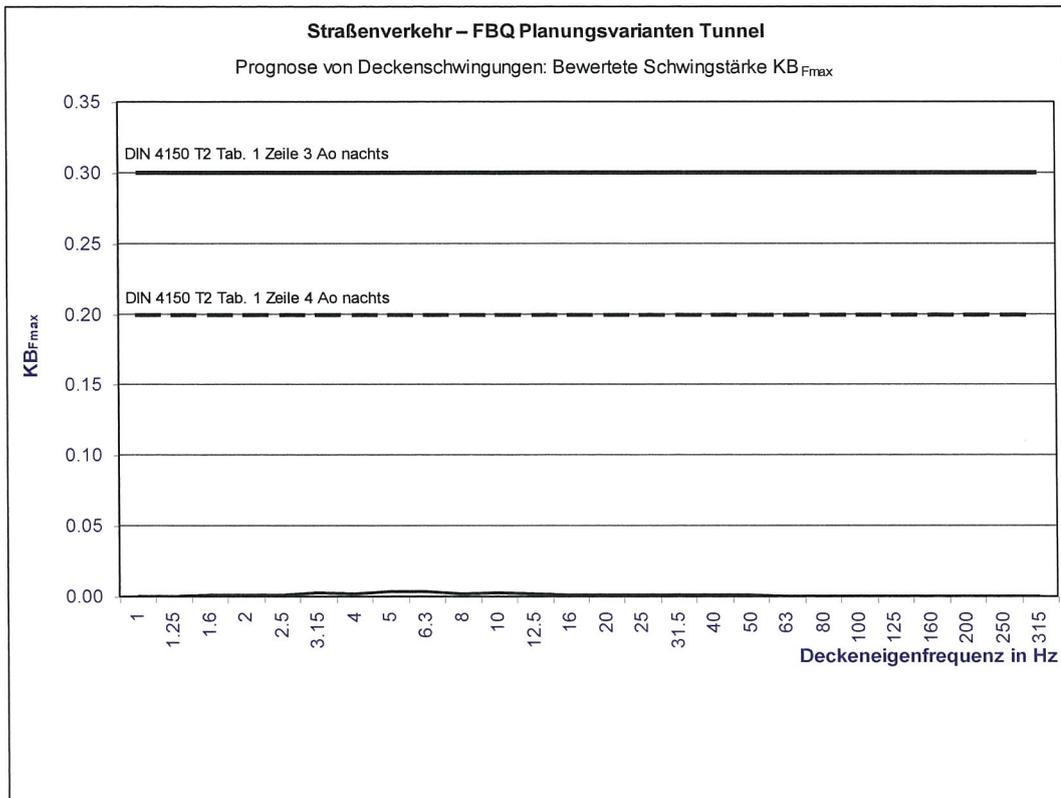
2.5.4.3 IP3 Marienleuchte



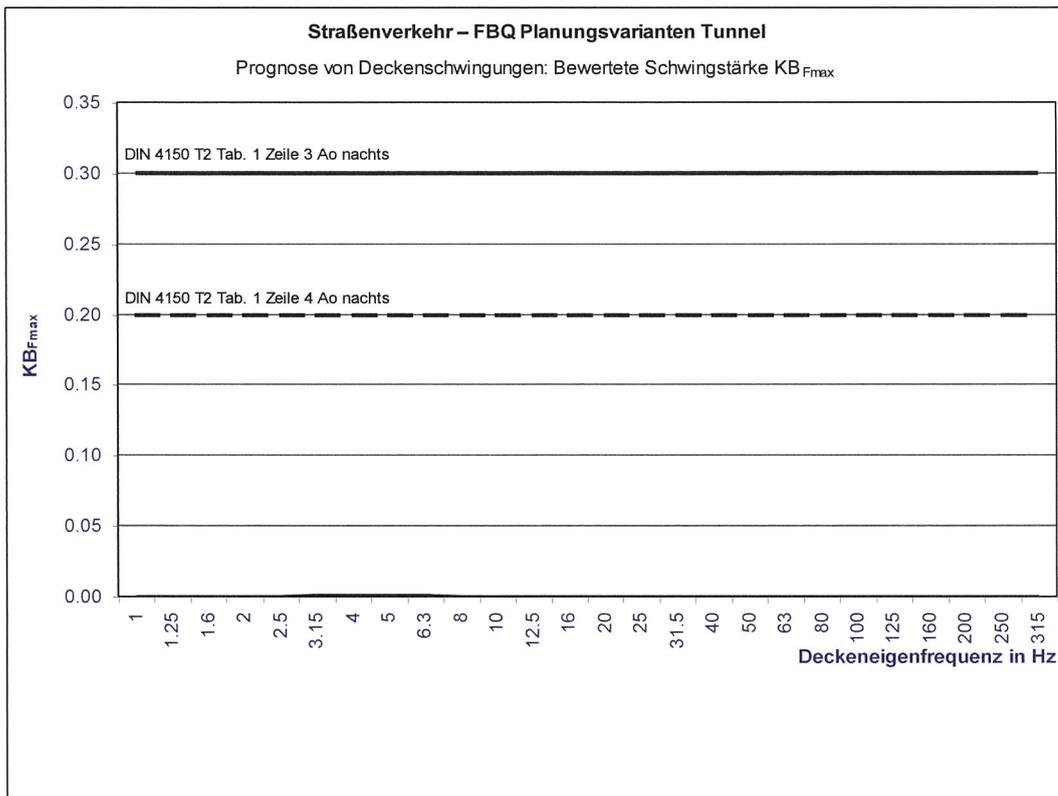
2.5.4.4 IP4 Puttgarden Süd



2.5.4.5 IP5 Todendorf



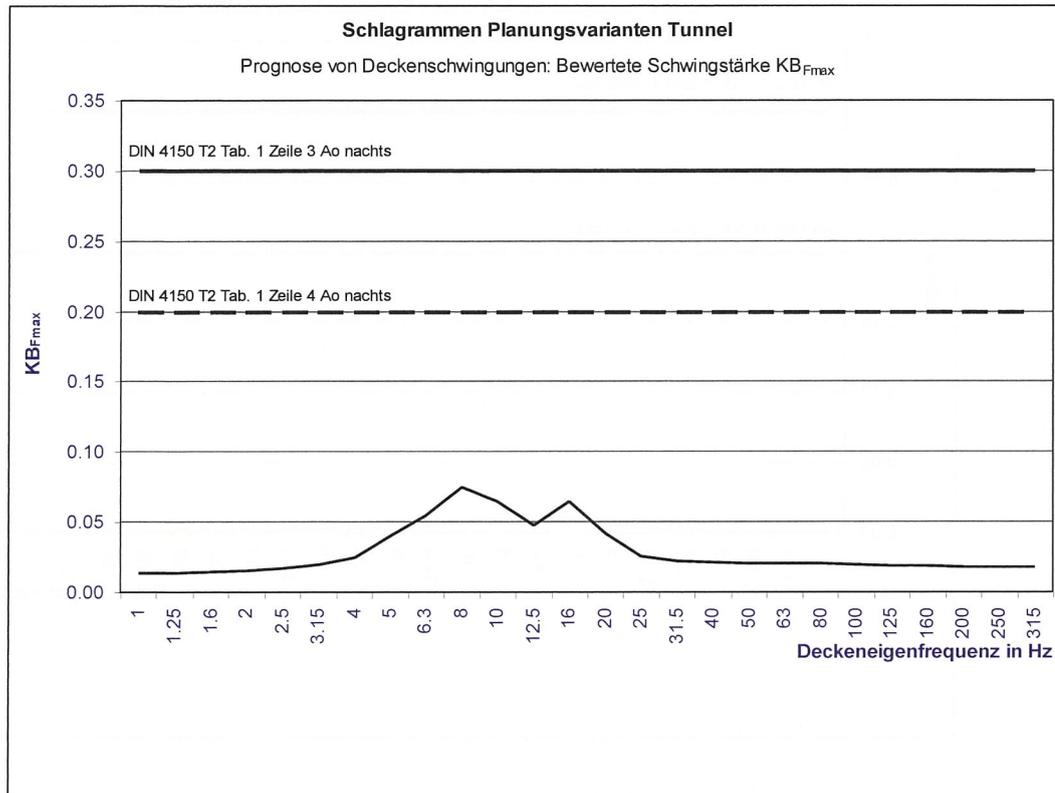
2.5.4.6 IP6 Presen



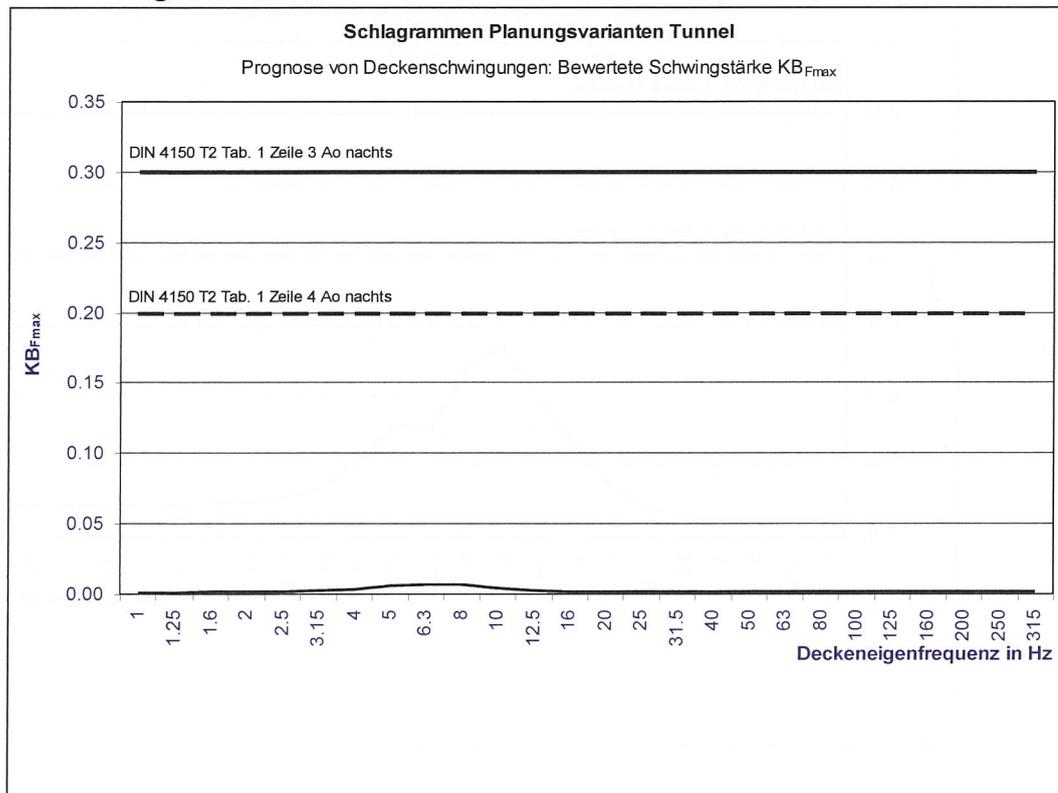
2.6 Baubetrieb - Maximale Bewertete Schwingstärke KB_{Fmax}

2.6.1 Schlagramme Absenktunnel

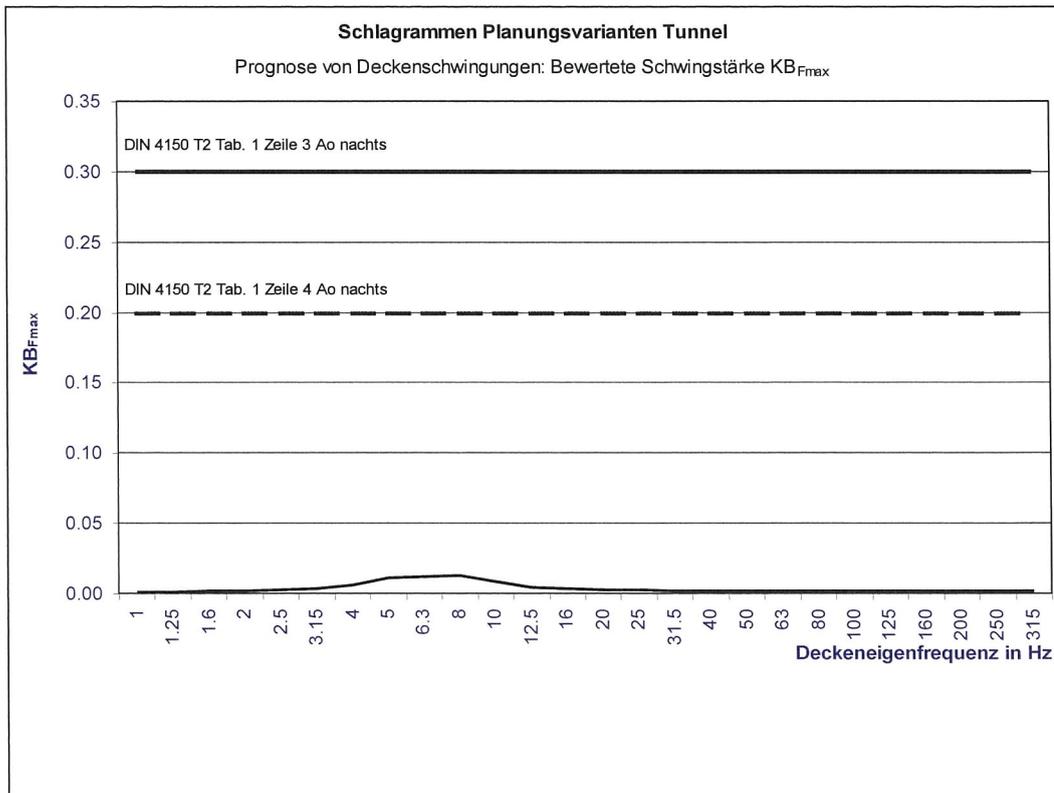
2.6.1.1 IP1 Betriebsgebäude



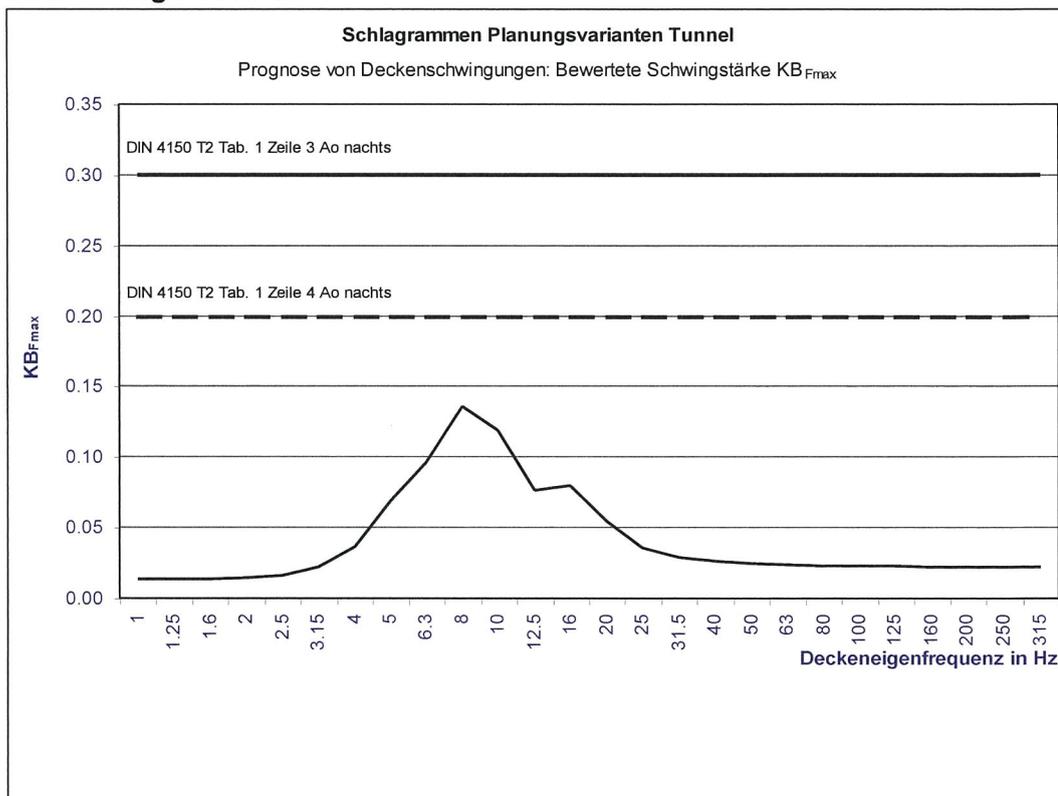
2.6.1.2 IP2 Puttgarden Nord



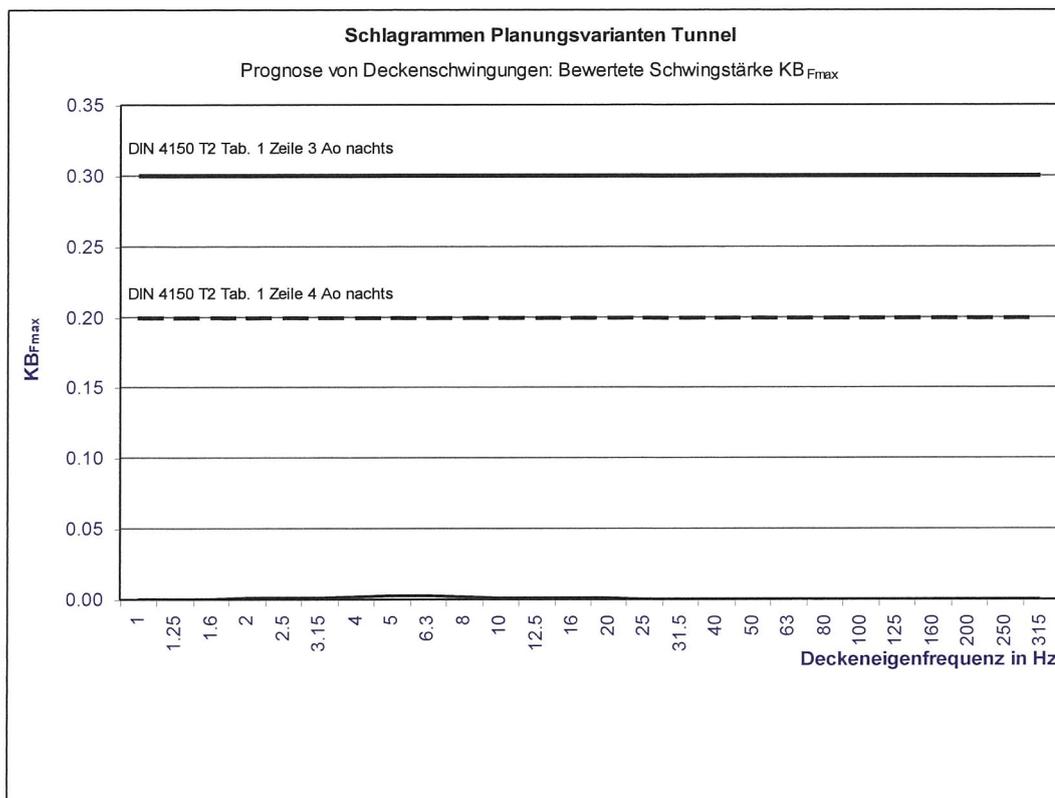
2.6.1.3 IP3 Marienleuchte



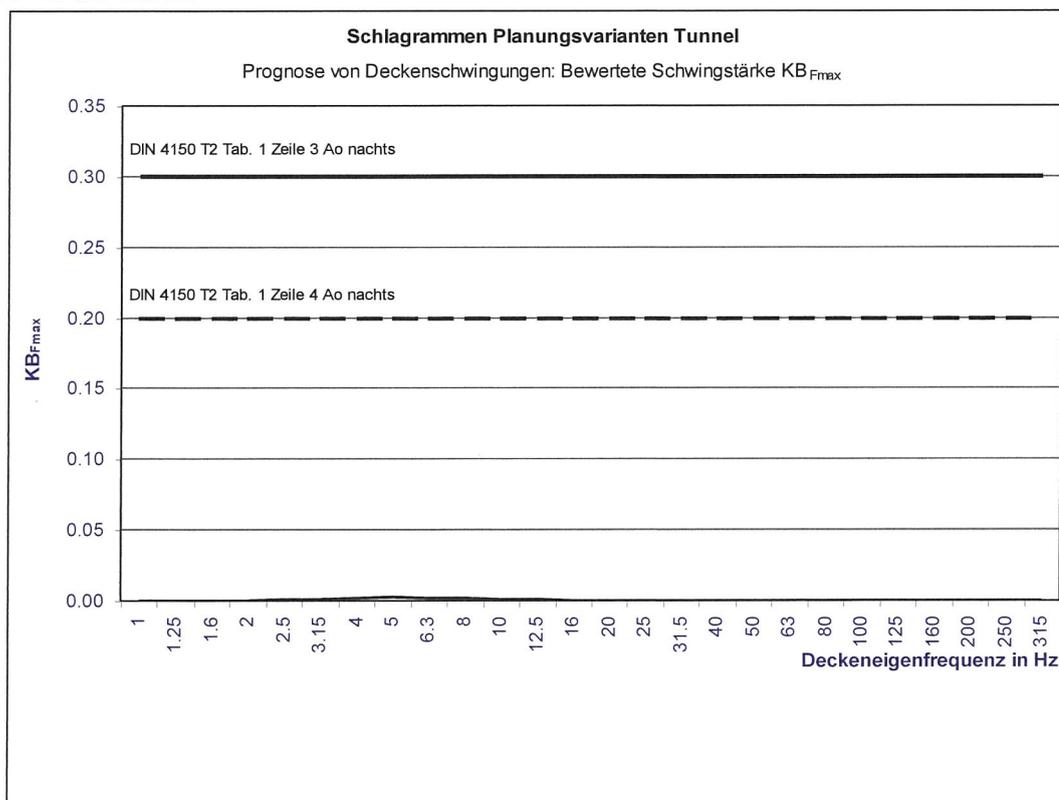
2.6.1.4 IP4 Puttgarden Süd



2.6.1.5 IP5 Todendorf

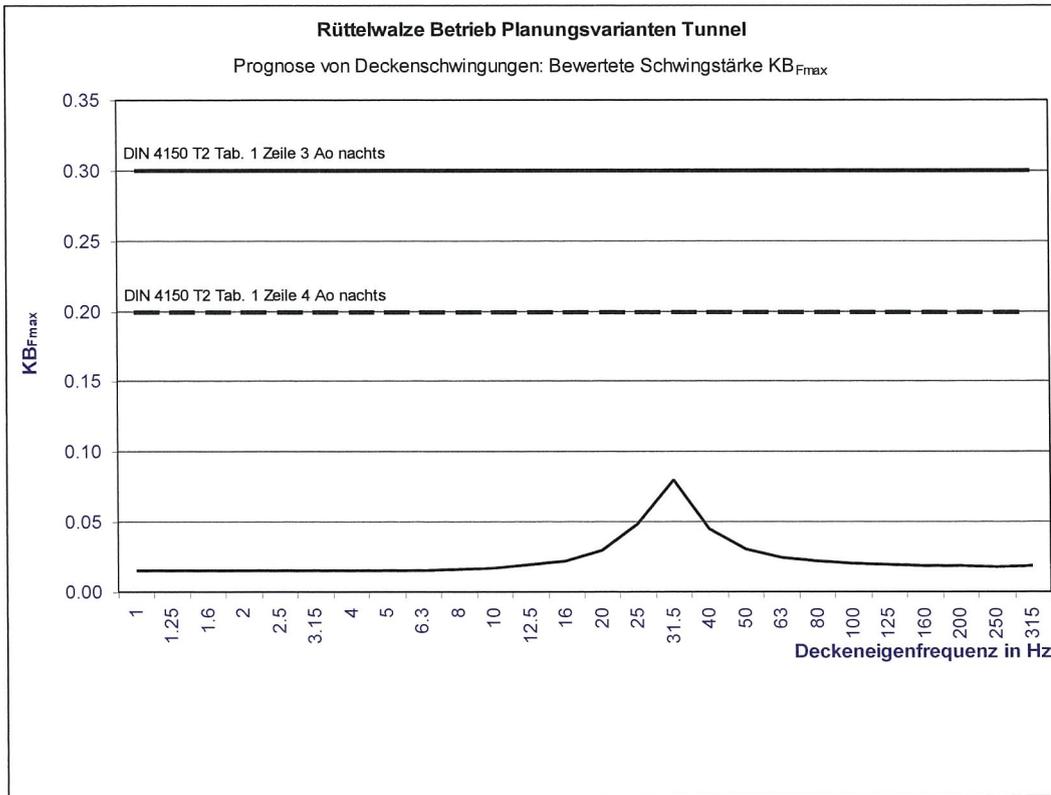


2.6.1.6 IP6 Presen

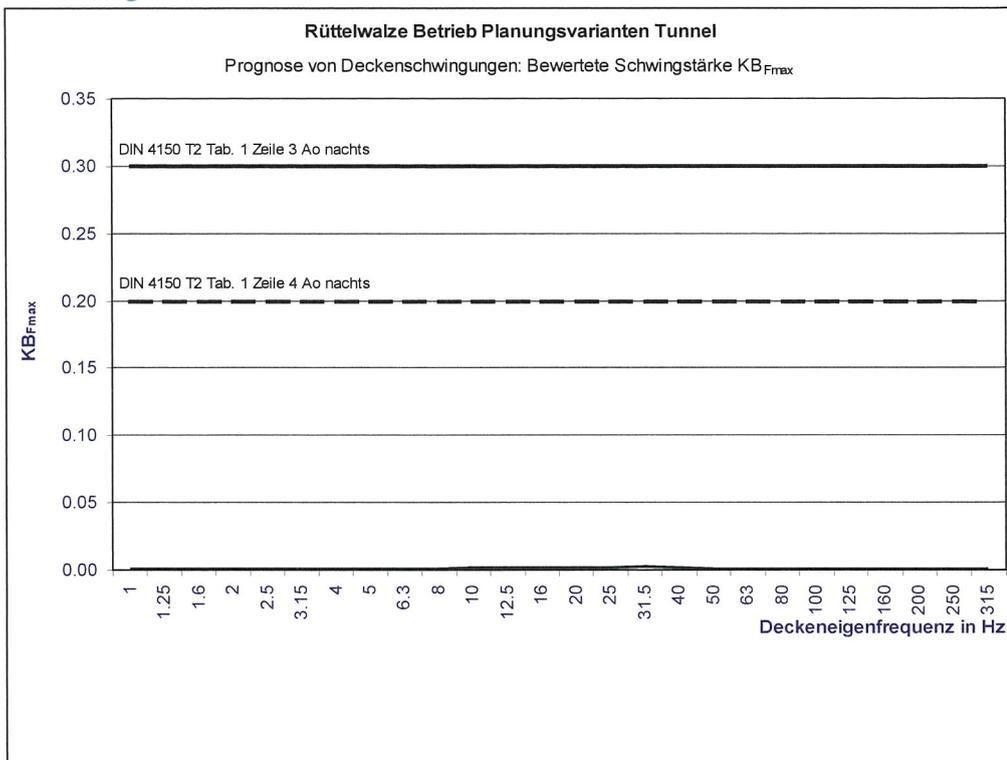


2.6.2 Rüttelwalze Betrieb Absenktunnel

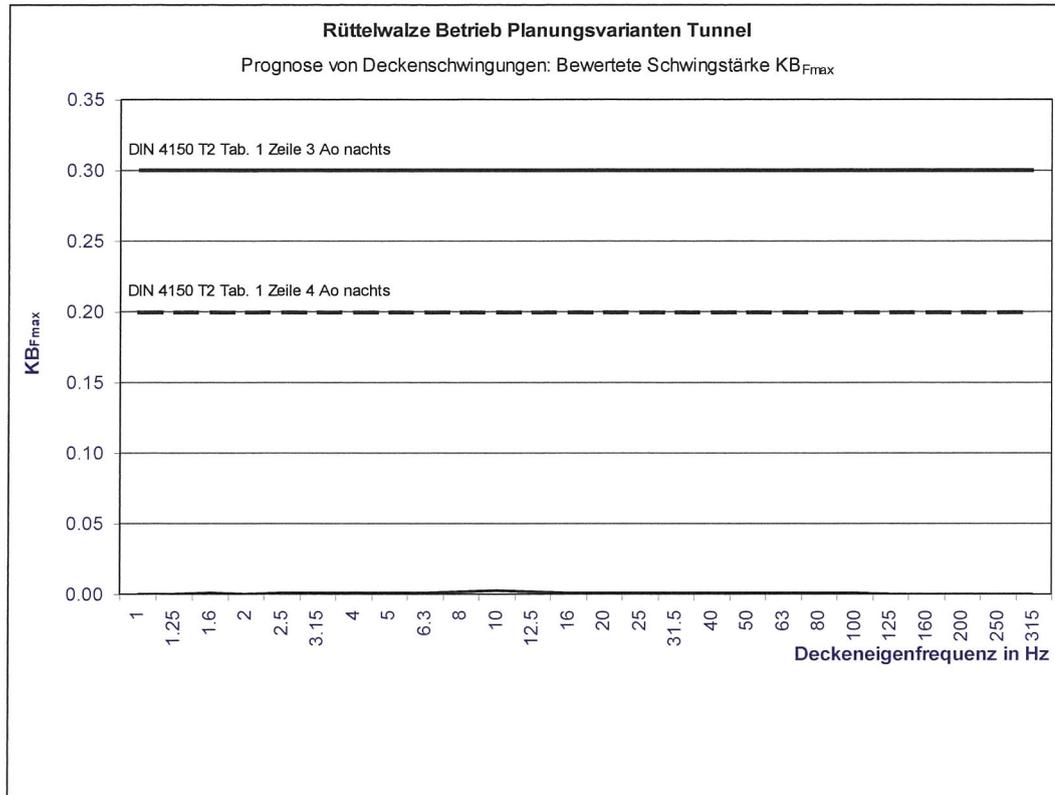
2.6.2.1 IP1 Betriebsgebäude



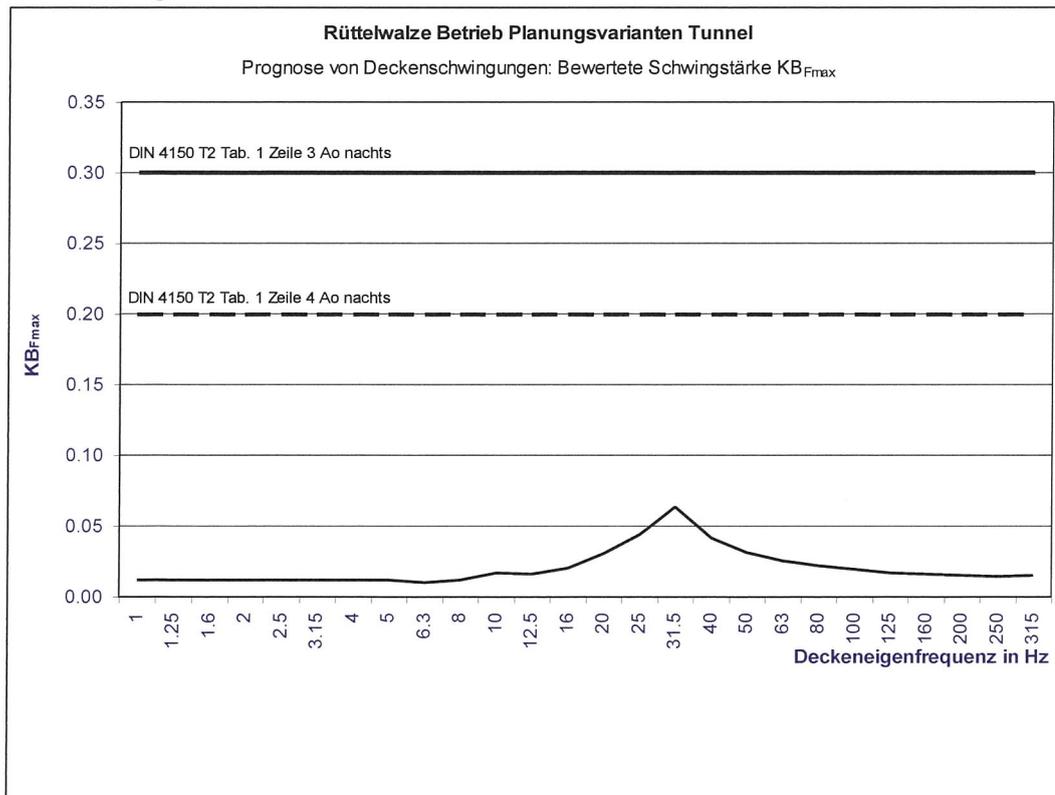
2.6.2.2 IP2 Puttgarden Nord



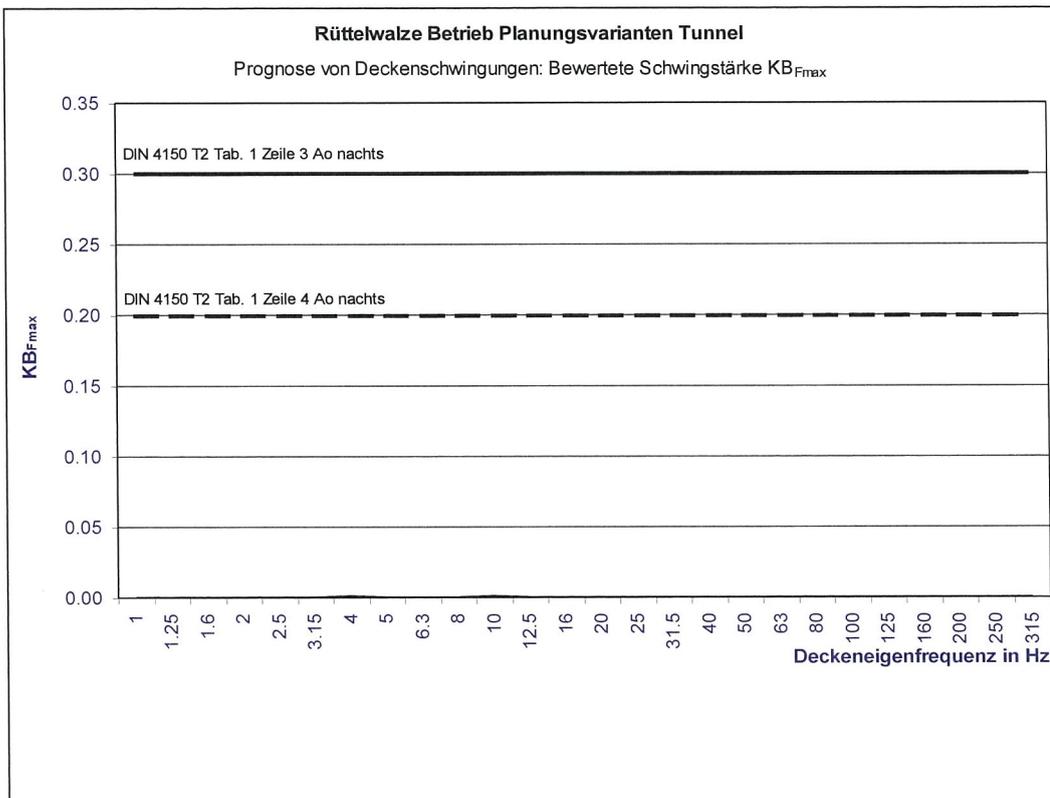
2.6.2.3 IP3 Marienleuchte



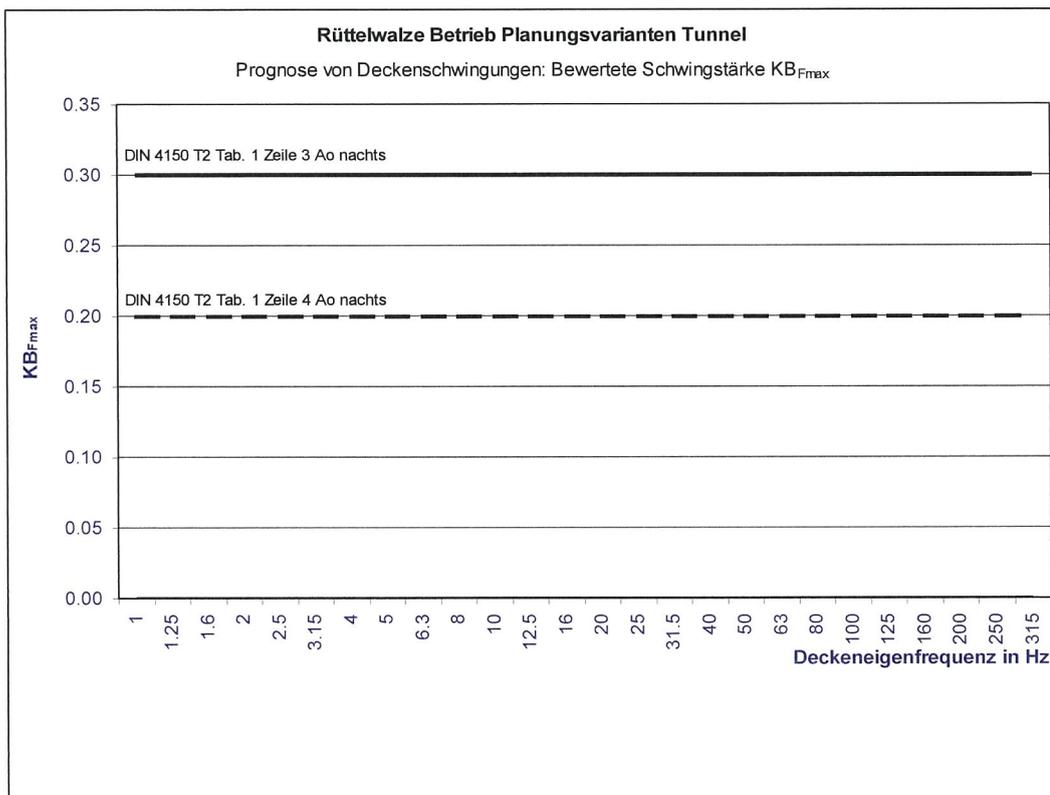
2.6.2.4 IP4 Puttgarden Süd



2.6.2.5 IP5 Todendorf

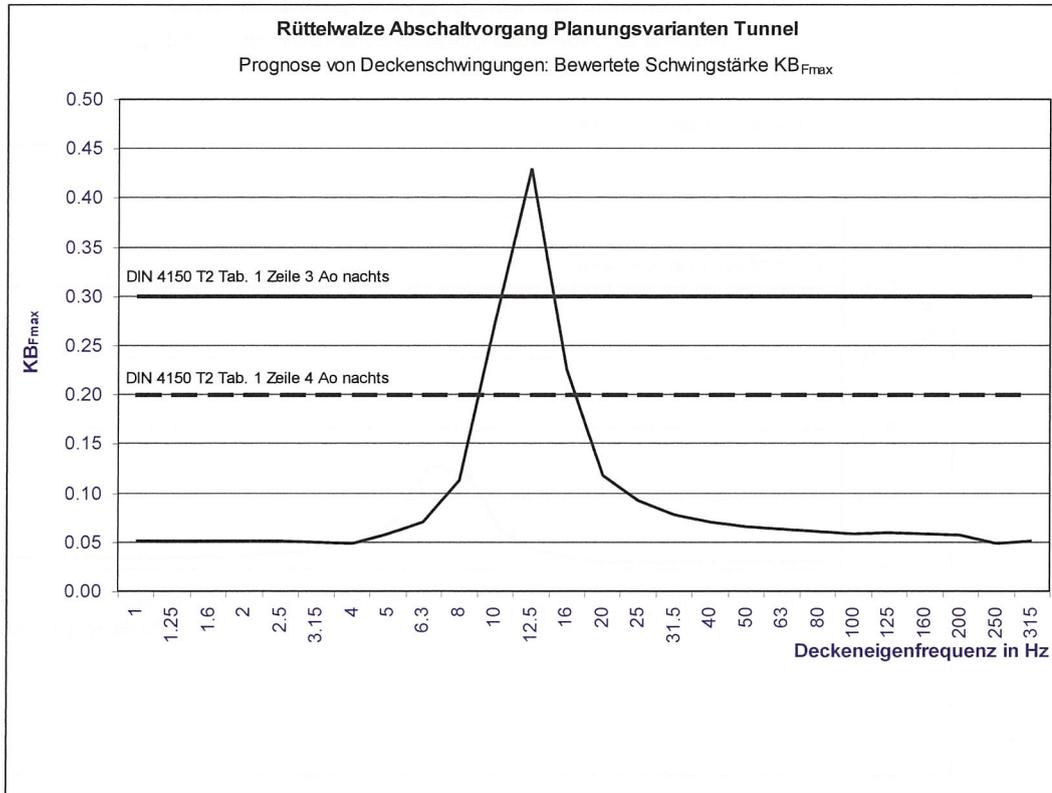


2.6.2.6 IP6 Presen

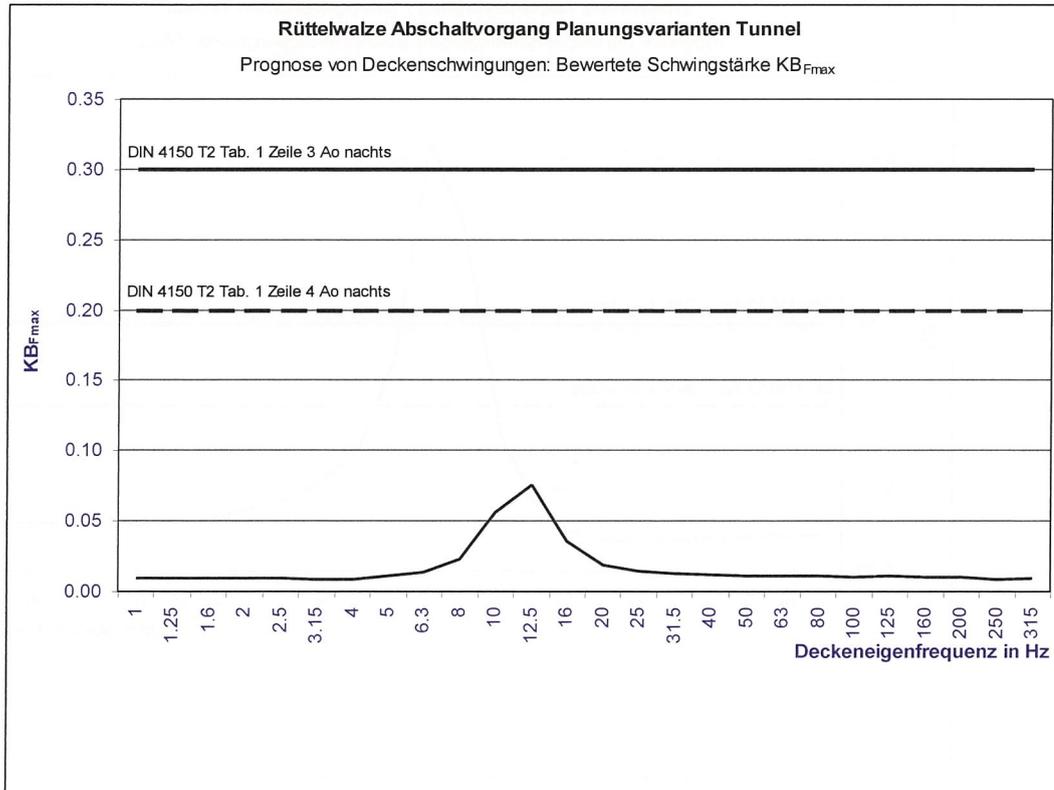


2.6.3 Rüttelwalze Abschaltvorgang Absenktunnel

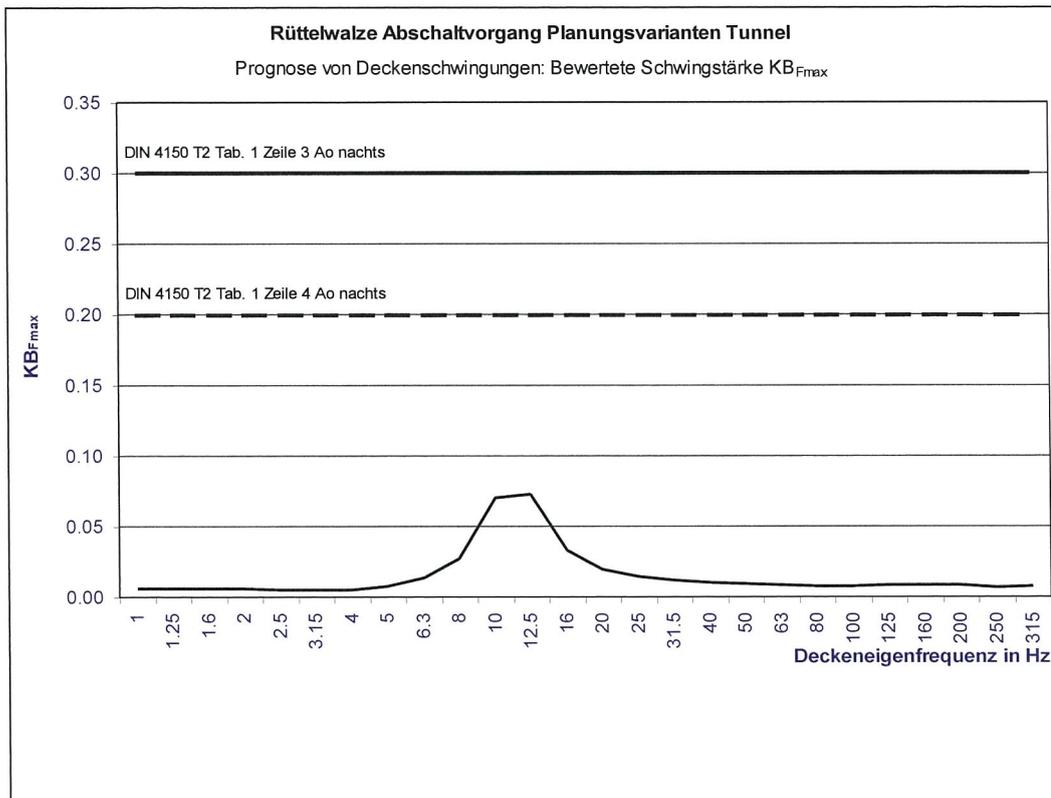
2.6.3.1 IP1 Betriebsgebäude



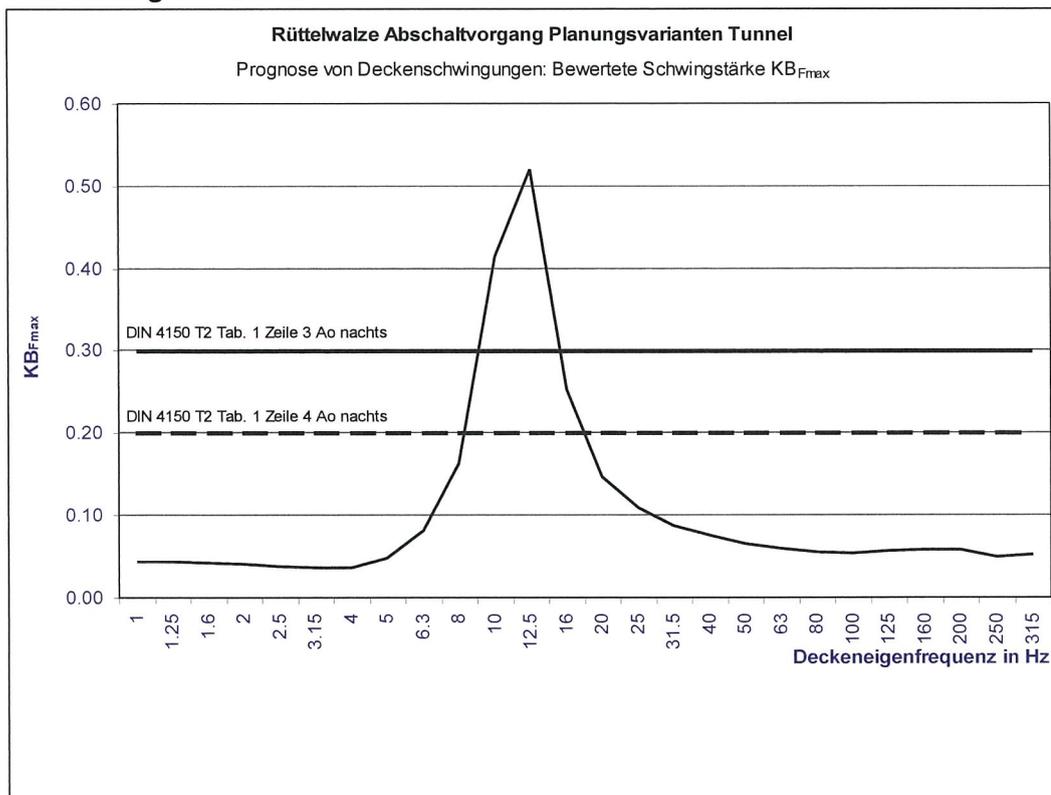
2.6.3.2 IP2 Puttgarden Nord



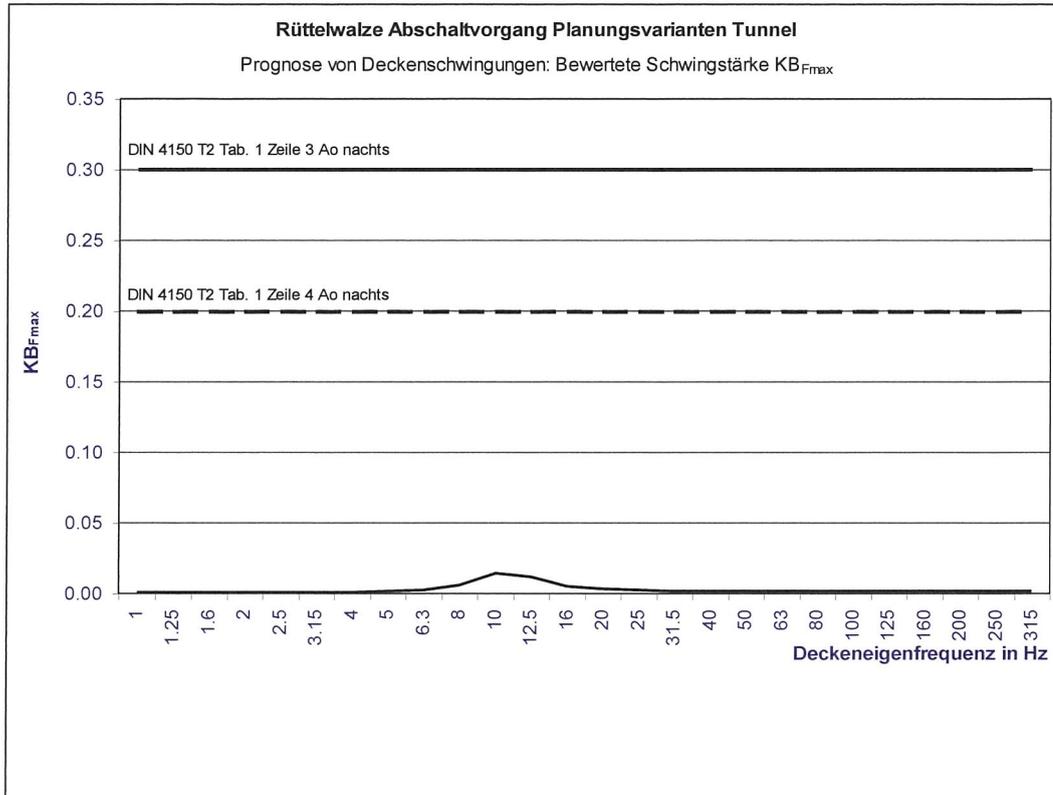
2.6.3.3 IP3 Marienleuchte



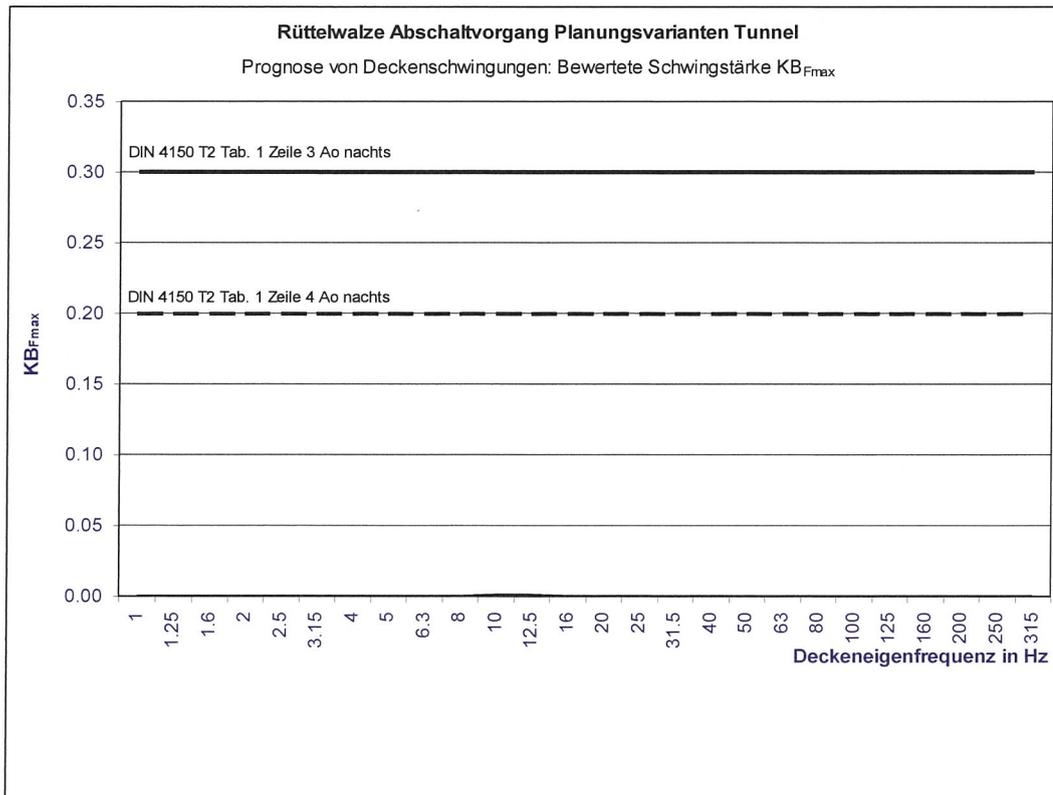
2.6.3.4 IP4 Puttgarden Süd



2.6.3.5 IP5 Todendorf

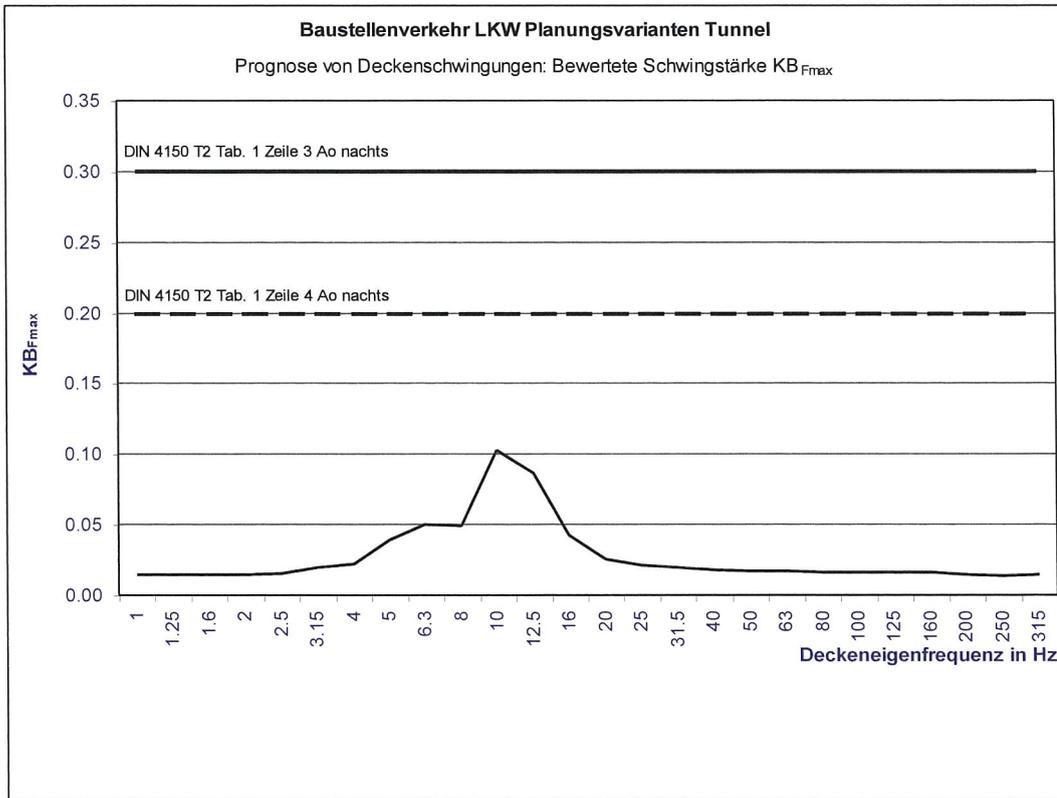


2.6.3.6 IP6 Presen

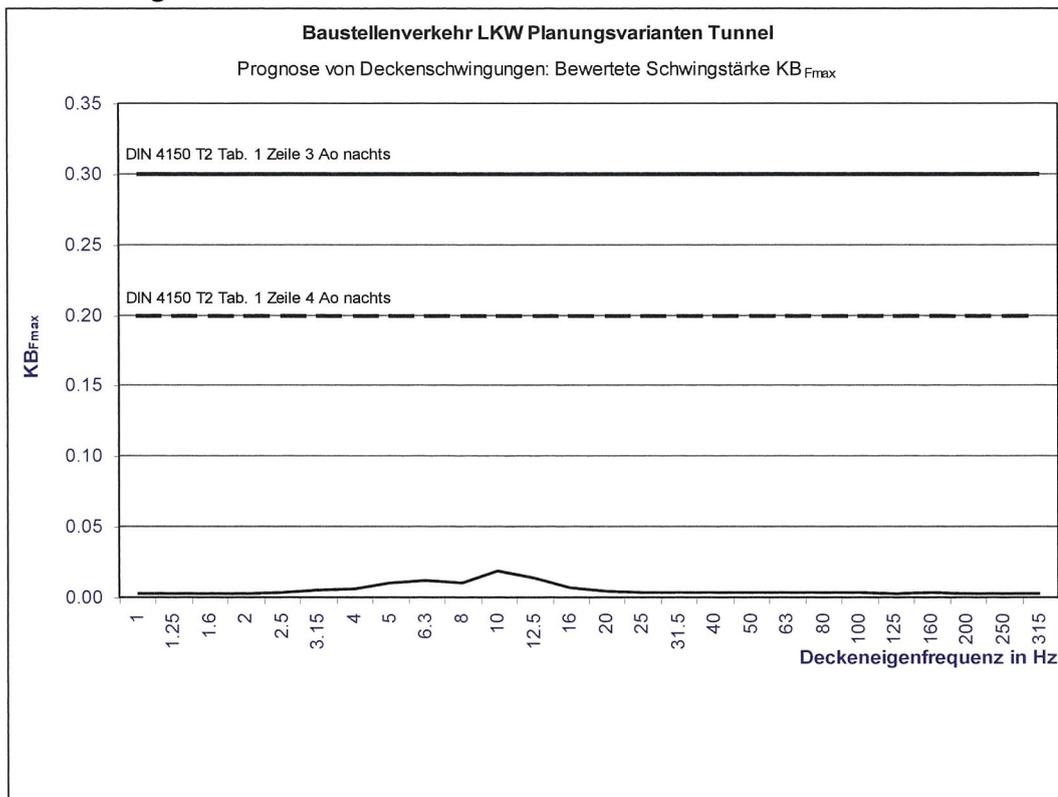


2.6.4 Baustellenverkehr LKW Absenktunnel

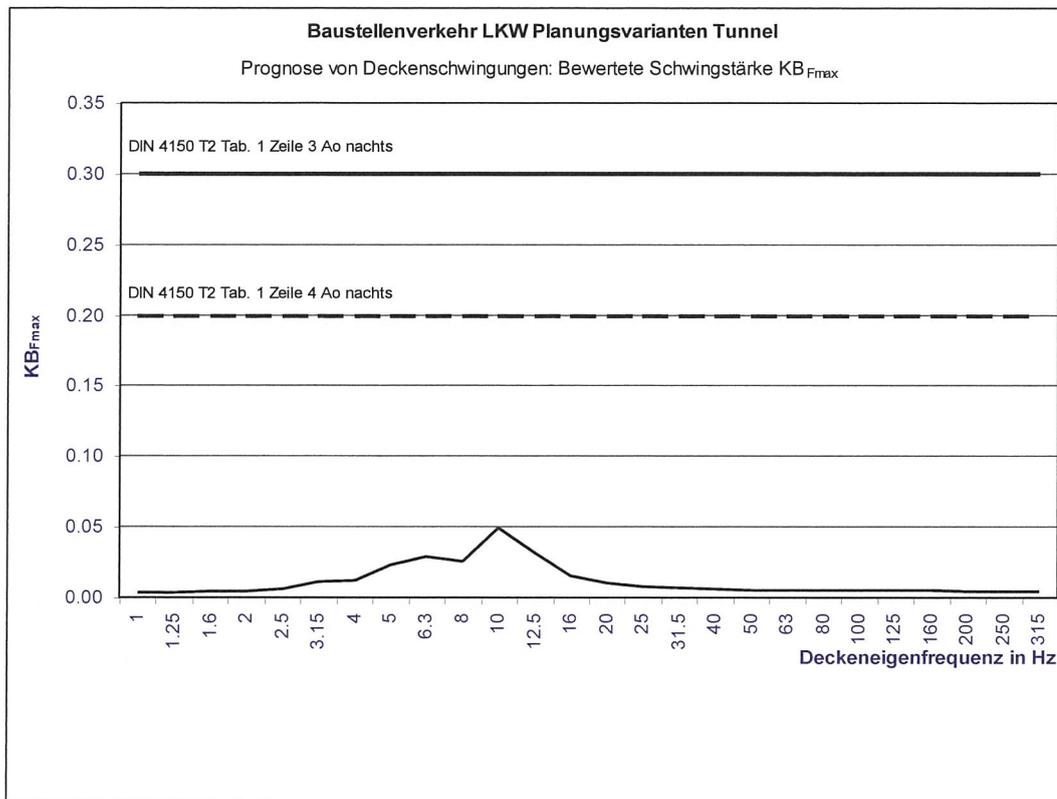
2.6.4.1 IP1 Betriebsgebäude



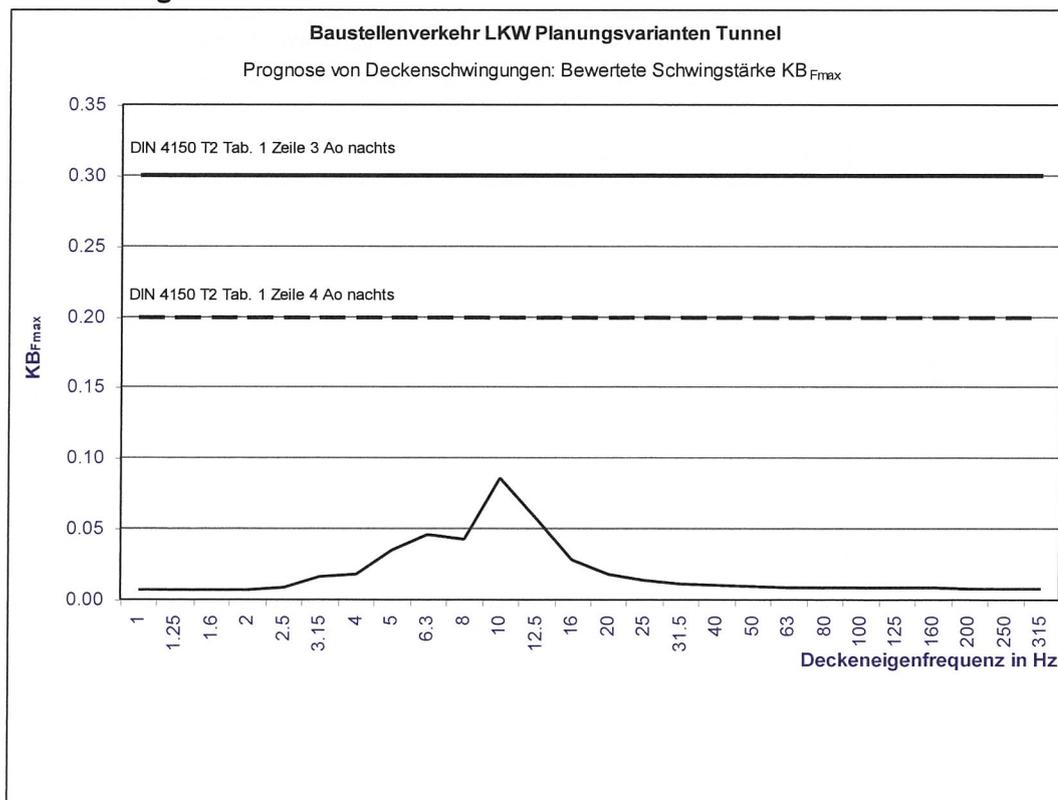
2.6.4.2 IP2 Puttgarden Nord



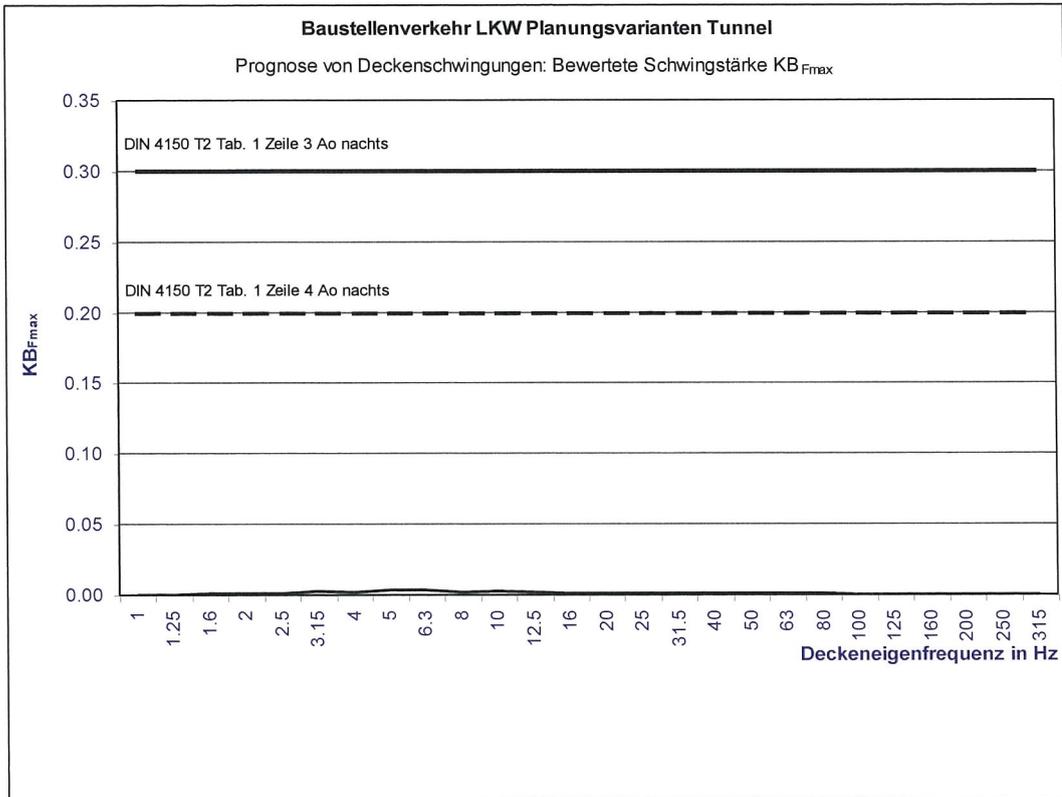
2.6.4.3 IP3 Marienleuchte



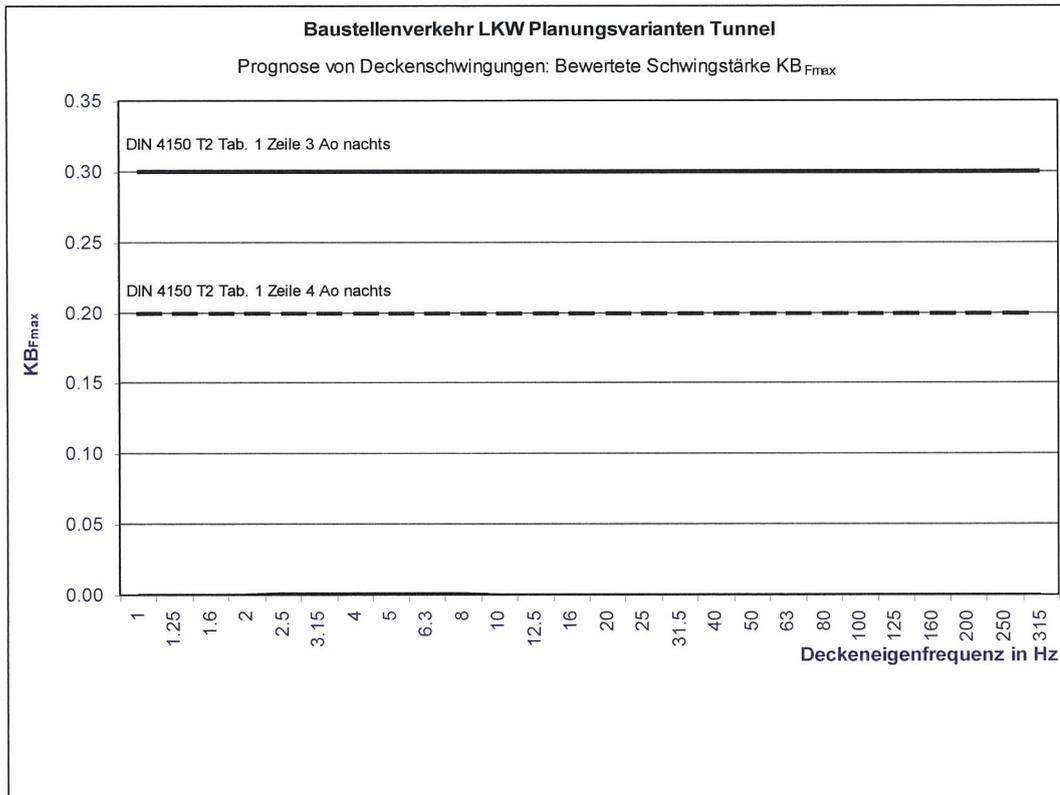
2.6.4.4 IP4 Puttgarden Süd



2.6.4.5 IP5 Todendorf

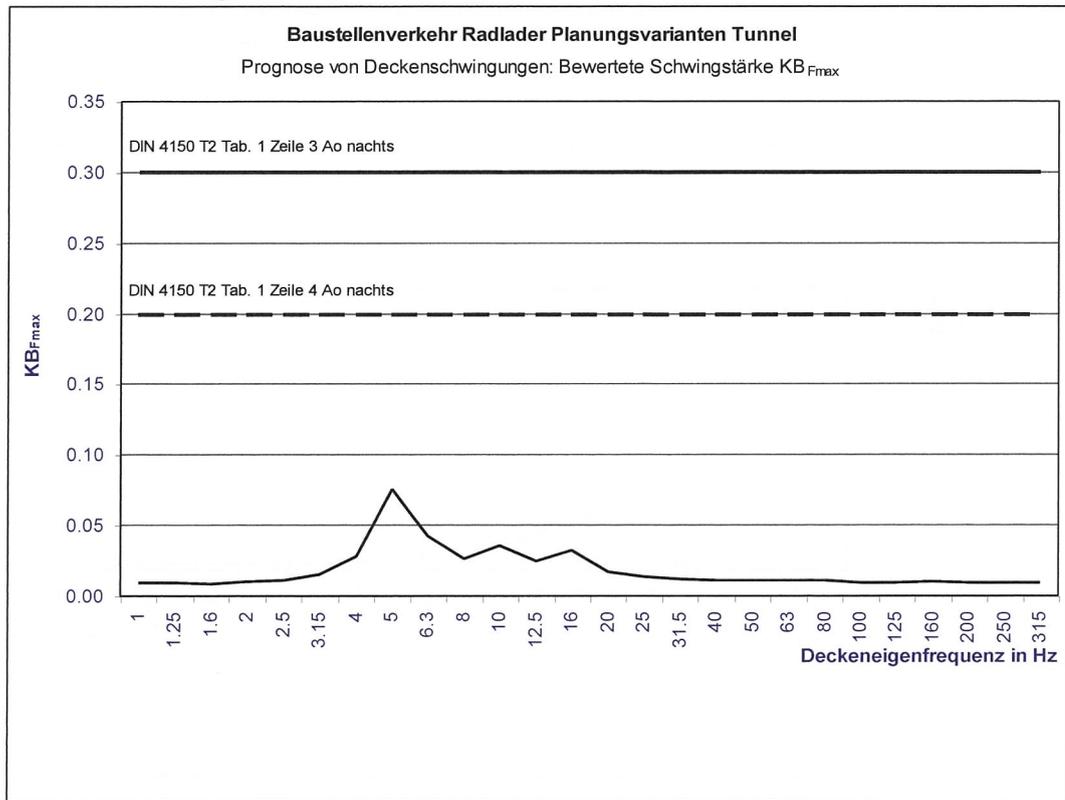


2.6.4.6 IP6 Presen

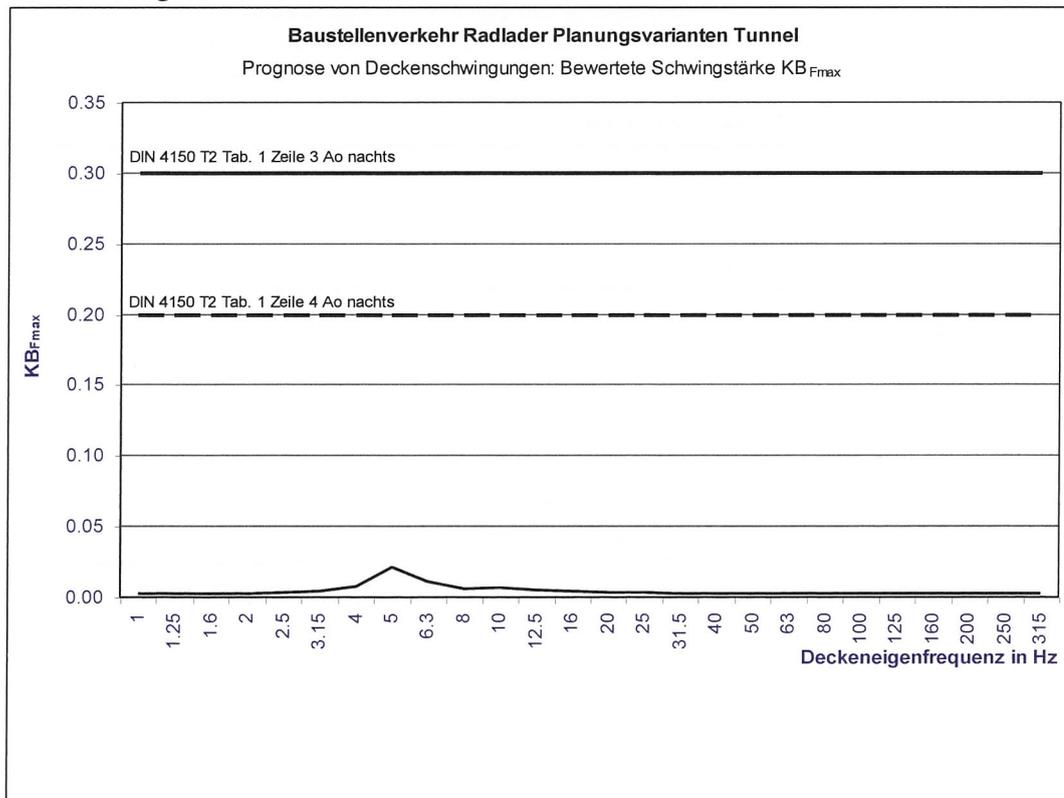


2.6.5 Baustellenverkehr Radlader Absenktunnel

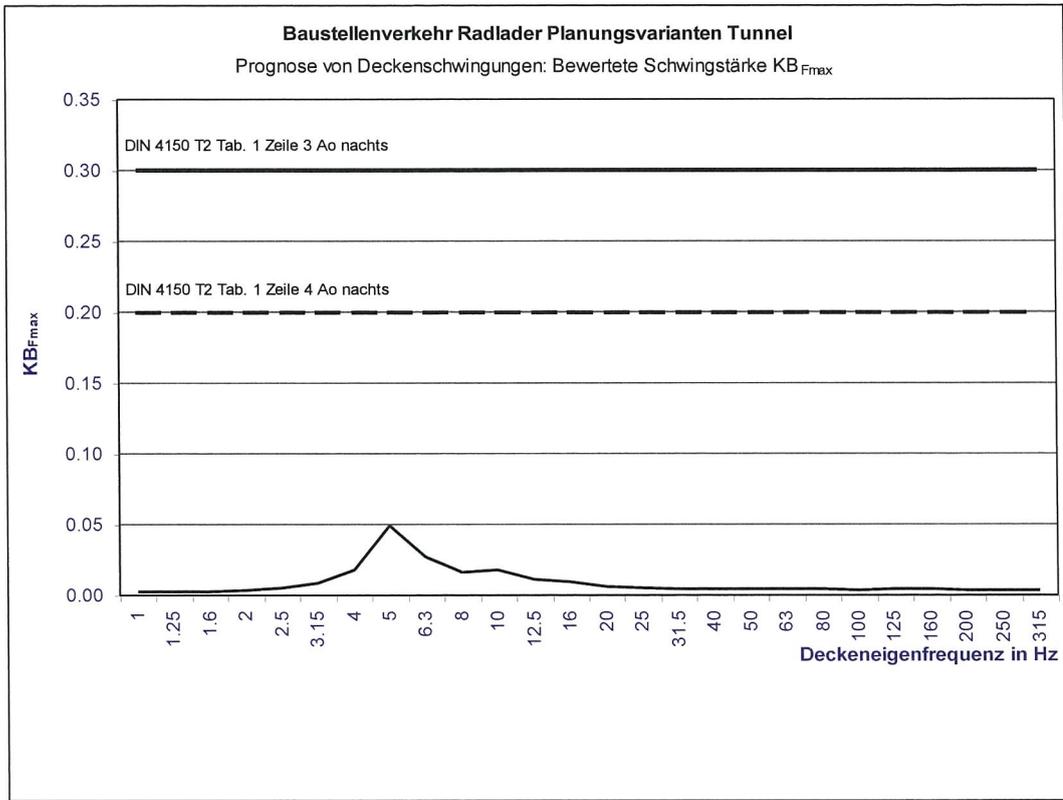
2.6.5.1 IP1 Betriebsgebäude



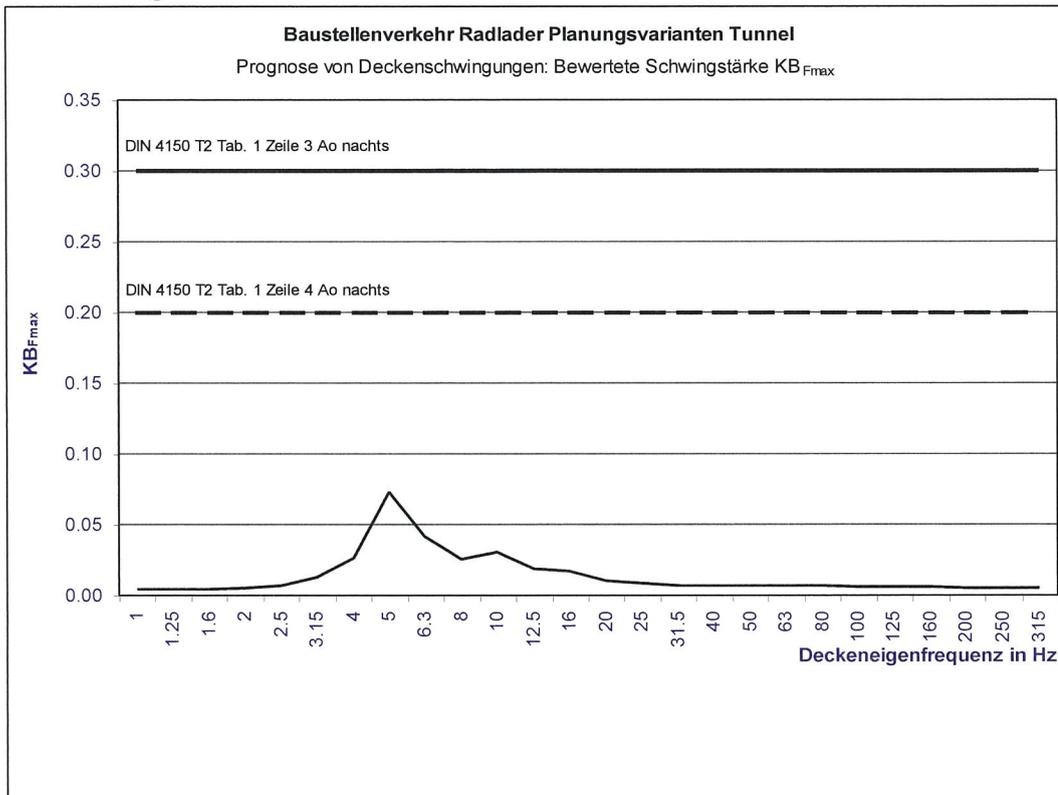
2.6.5.2 IP2 Puttgarden Nord



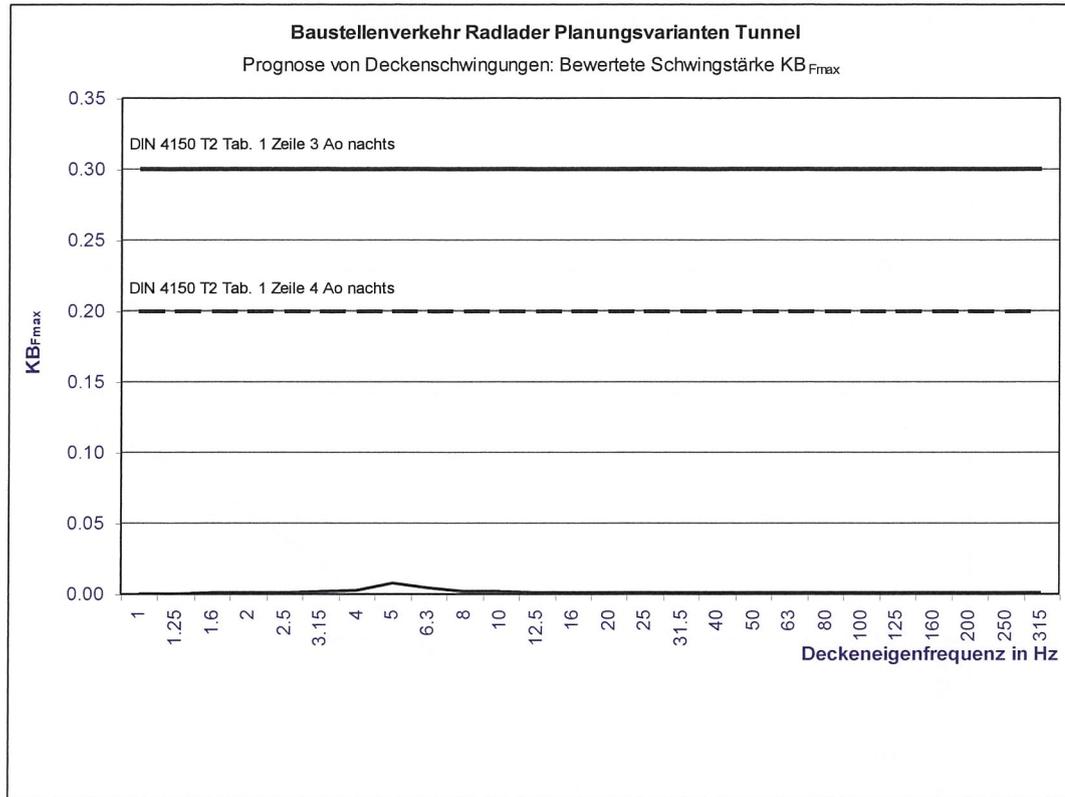
2.6.5.3 IP3 Marienleuchte



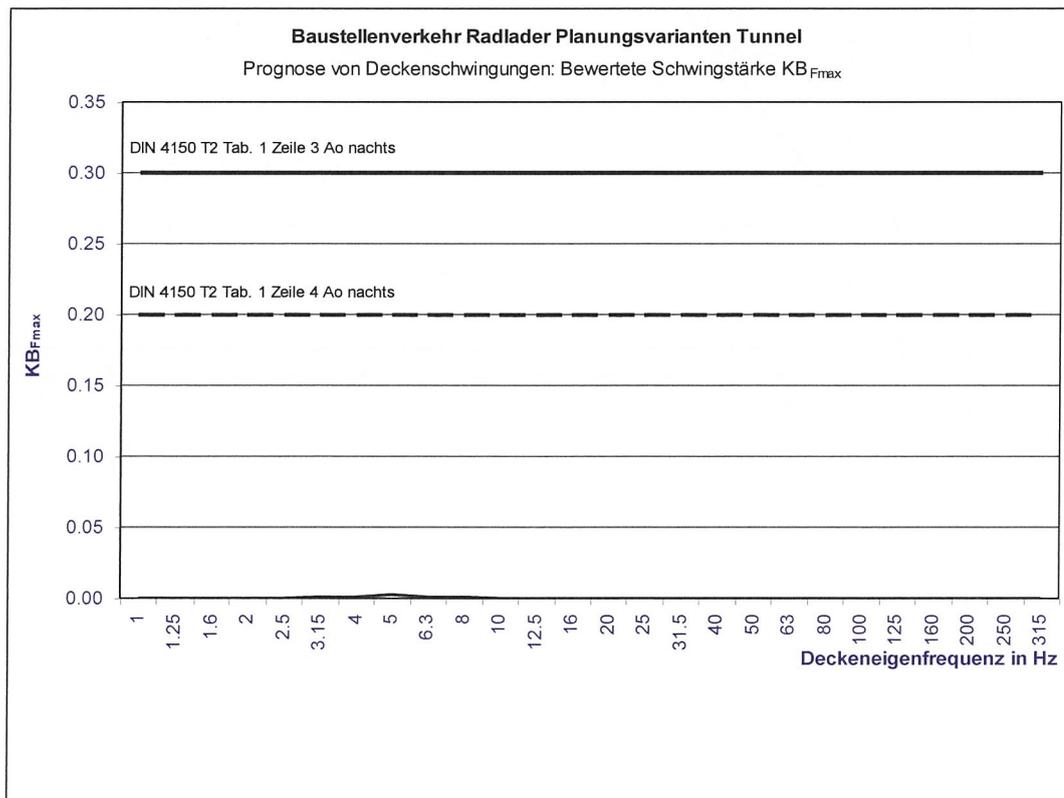
2.6.5.4 IP4 Puttgarden Süd



2.6.5.5 IP5 Todendorf

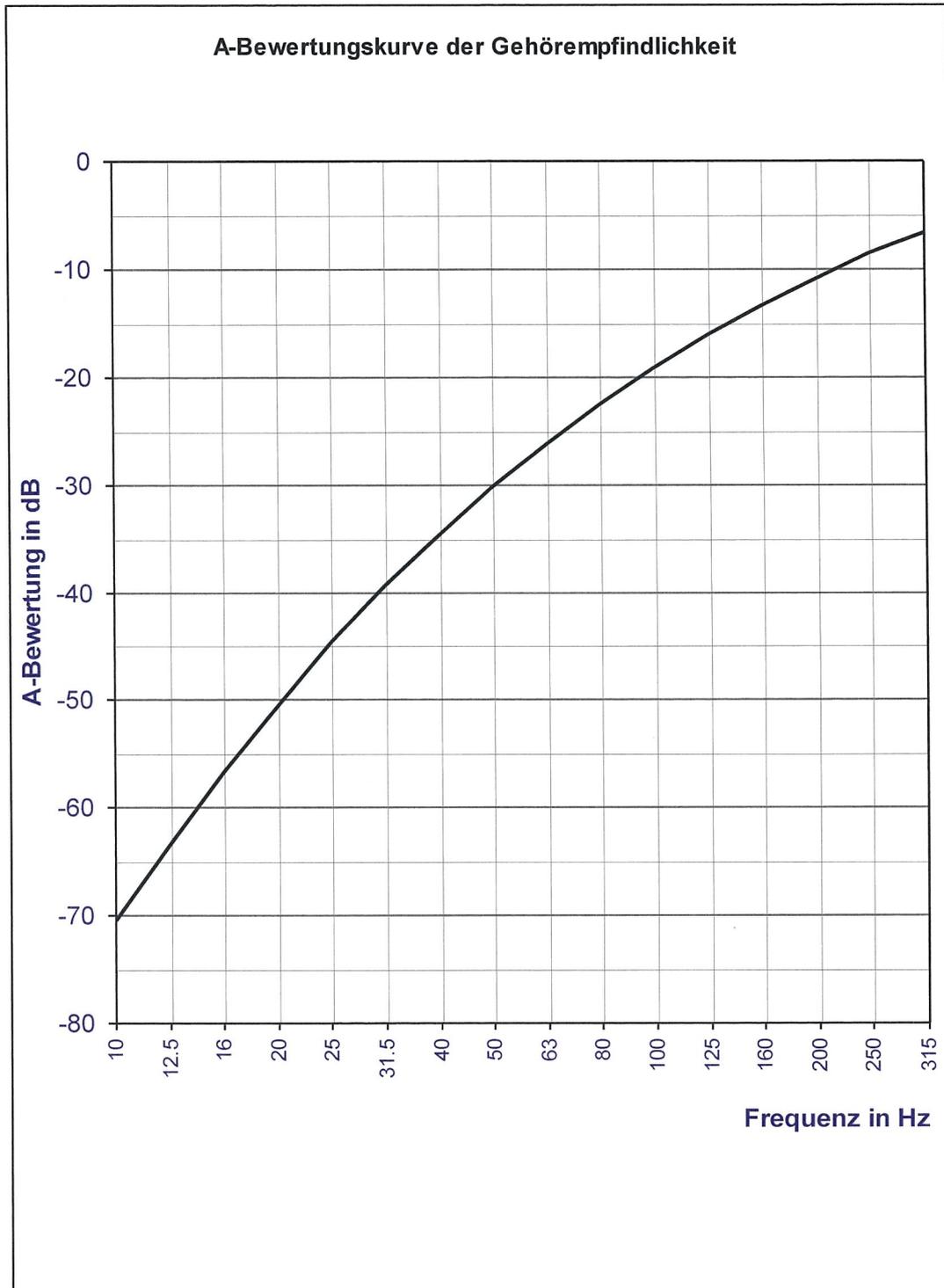


2.6.5.6 IP6 Presen

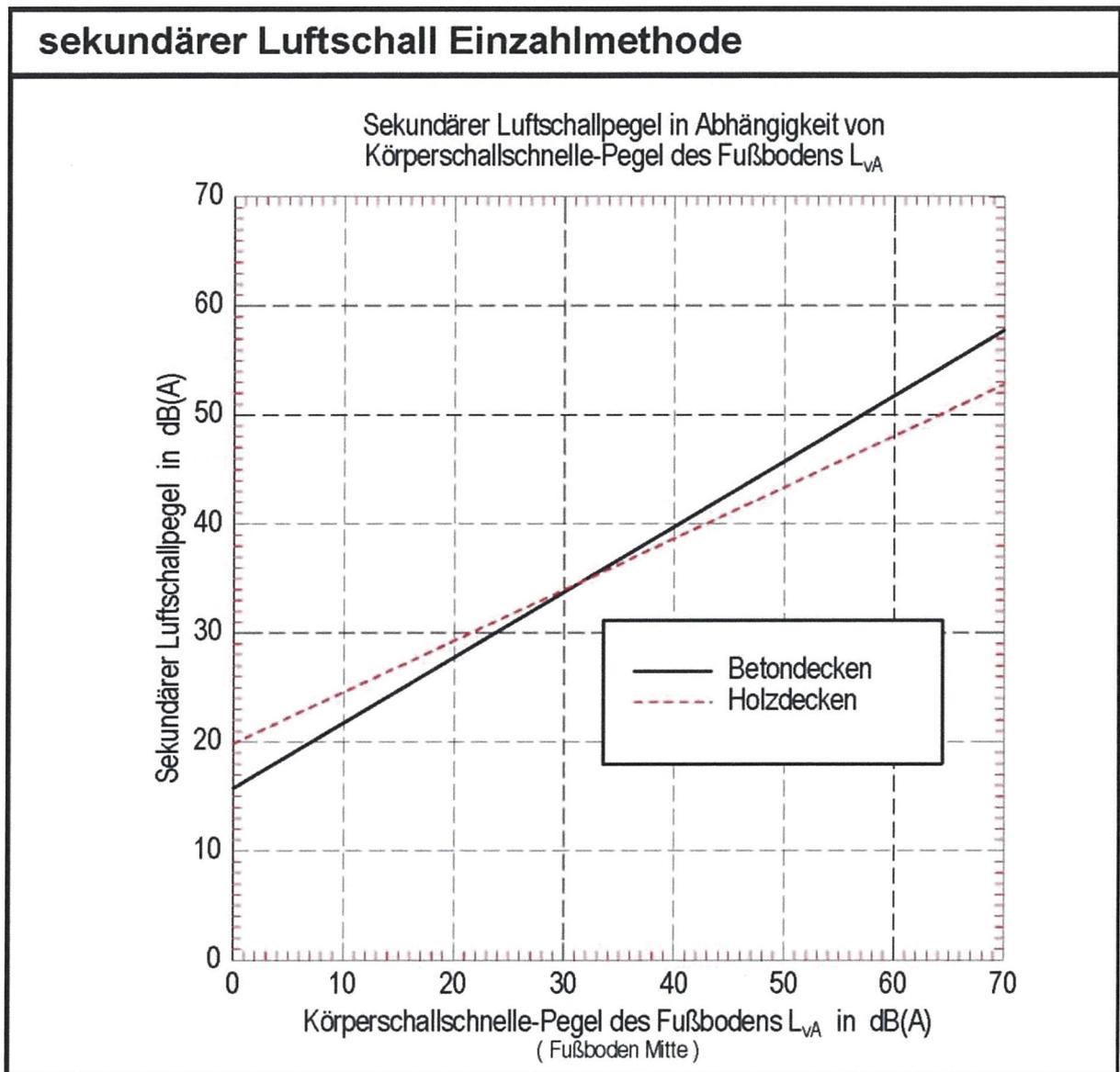


3 Prognose sekundärer Luftschall nach Said, Grütz, Garburg 2006

3.1 A-Bewertungskurve der Gehörempfindlichkeit



3.2 Verfahren: Ausgehend von Schnellepegel-Summen L_{VA} 25 Hz bis 100 Hz



Für Betondecke: $L_{sekA} = 15.75 \text{ dB(A)} + 0.60 L_{VA}$

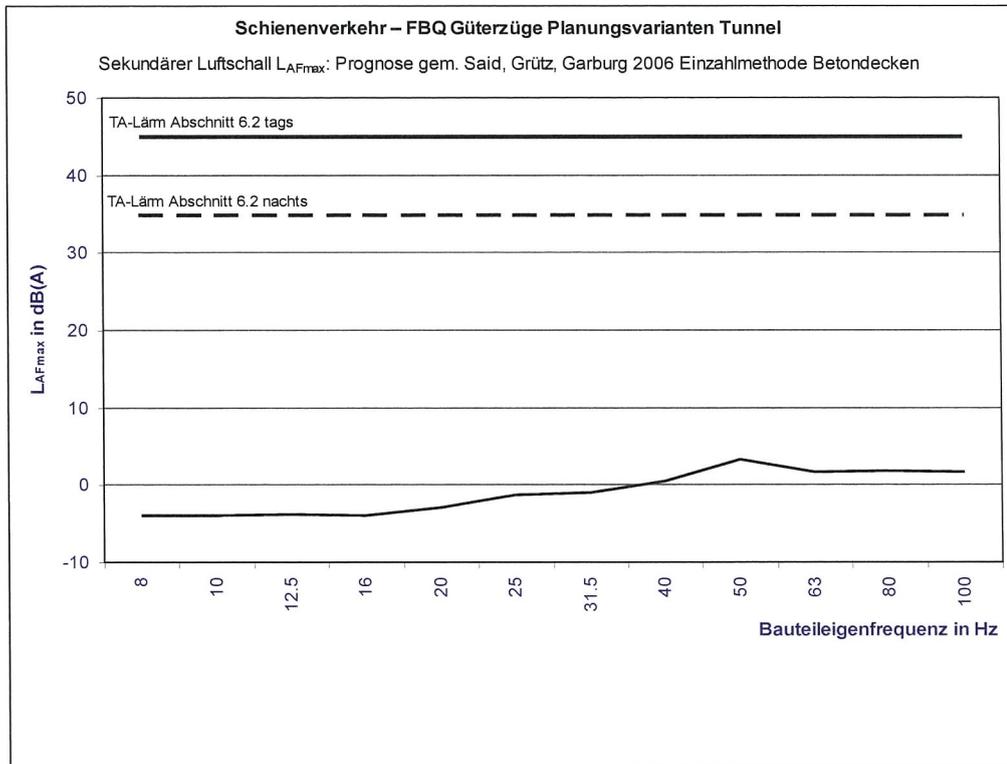
Für Holzbalkendecke: $L_{sekA} = 19.88 \text{ dB(A)} + 0.47 L_{VA}$

Quelle: DB Leitfaden

3.3 Schienenverkehr – mittlerer Maximalpegel Lp,m

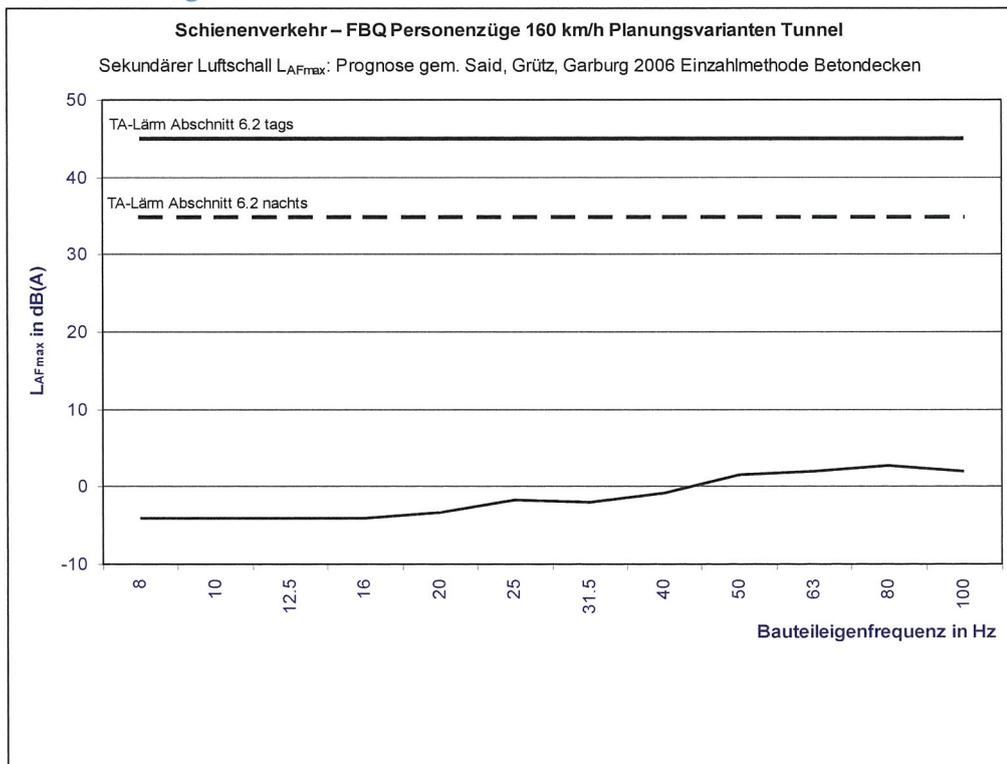
3.3.1 Schienenverkehr – FBQ Güterzüge 140 km/h Absenktunnel

3.3.1.1 IP1 Betriebsgebäude



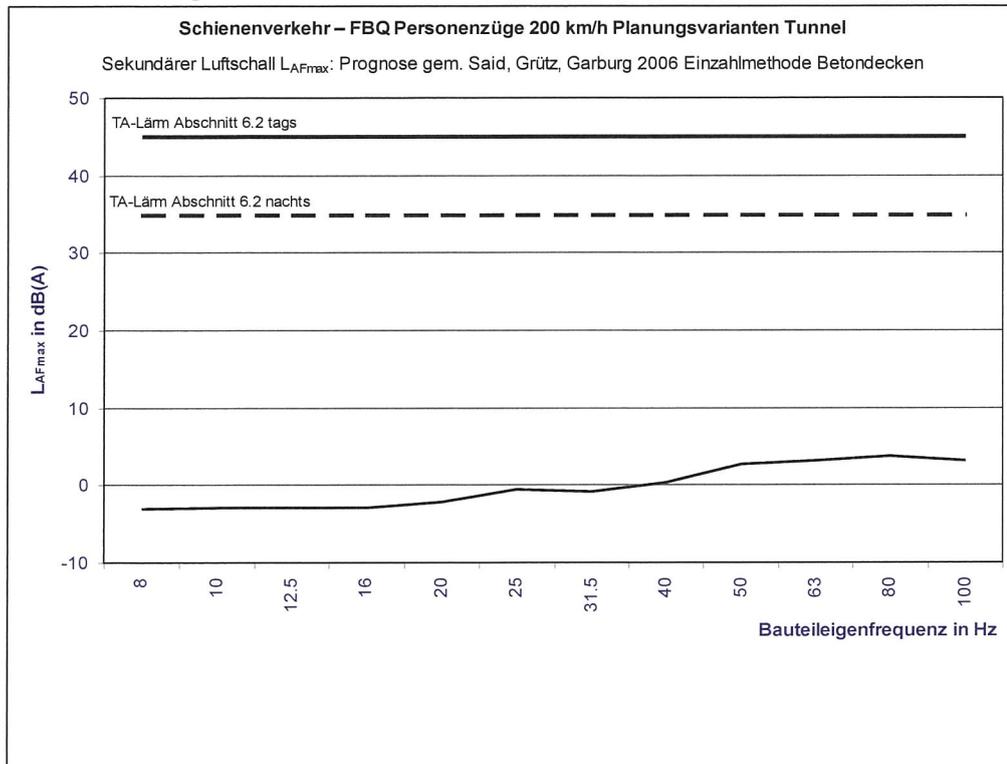
3.3.2 Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 160 km/h Absenktunnel

3.3.2.1 IP1 Betriebsgebäude



3.3.3 Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 200 km/h Absenktunnel

3.3.3.1 IP1 Betriebsgebäude



4 Ergebnistabellen

4.1 Verkehr - Bewertete Schwingstärke KBFmax u. Beurteilungs-Schwingstärke KBFT

4.1.1 Schienenverkehr – FBQ Güterzüge

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Schienenverkehr – FBQ Güterzüge 140 km/h						
		Absenktunnel						
		Einwirkakte (Anzahl Güterzüge 140 km/h)				tags	nachts	
						48	25	
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	Entfernung 193 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 2					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.3	0.2	6	0.4	0.15	0.1
			Prognose					
KBFmax					KBFT, tags	KBFT, nachts		
0.158					0.025	0.025		
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	Entfernung 585 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.2	0.15	5	0.3	0.1	0.07
			Prognose					
KBFmax					KBFT, tags	KBFT, nachts		
0.036					0	0		
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	Entfernung 550 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
KBFmax					KBFT, tags	KBFT, nachts		
0.070					0	0		
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	Entfernung 402 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.2	0.15	5	0.3	0.1	0.07
			Prognose					
KBFmax					KBFT, tags	KBFT, nachts		
0.103					0	0		
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1066 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
KBFmax					KBFT, tags	KBFT, nachts		
0.023					0	0		
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1684 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
KBFmax					KBFT, tags	KBFT, nachts		
0.009					0	0		

4.1.2 Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 160 km/h

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 160 km/h						
		Absenktunnel						
		Einwirkkontakte (Anzahl Personenzüge 160 km/h)				tags	nachts	
							14	1
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	Entfernung 193 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 2					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.3	0.2	6	0.4	0.15	0.1
			Prognose					
			KB_{Fmax}				0	0
			0.053					
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	Entfernung 585 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.2	0.15	5	0.3	0.1	0.07
			Prognose					
			KB_{Fmax}				0	0
			0.015					
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	Entfernung 550 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
			KB_{Fmax}				0	0
			0.030					
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	Entfernung 402 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.2	0.15	5	0.3	0.1	0.07
			Prognose					
			KB_{Fmax}				0	0
			0.048					
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1066 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
			KB_{Fmax}				0	0
			0.007					
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1684 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
			KB_{Fmax}				0	0
			0.001					

4.1.3 Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 200 km/h

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Schienenverkehr – FBQ Personenzüge 200 km/h								
		Absenktunnel								
		Einwirkakte (Anzahl Personenzüge 200 km/h)				tags	nachts			
						21	2			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 2								
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	193 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.3	0.2	6	0.4	0.15	0.1		
			Prognose							
			KB_{Fmax}				KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts		
				0.067	0	0				
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3								
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	585 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.2	0.15	5	0.3	0.1	0.07		
			Prognose							
			KB_{Fmax}				KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts		
				0.019	0	0				
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4								
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	550 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05		
			Prognose							
			KB_{Fmax}				KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts		
				0.037	0	0				
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3								
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	402 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.2	0.15	5	0.3	0.1	0.07		
			Prognose							
			KB_{Fmax}				KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts		
				0.059	0	0				
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4								
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	1066 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05		
			Prognose							
			KB_{Fmax}				KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts		
				0.008	0	0				
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4								
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	1684 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05		
			Prognose							
			KB_{Fmax}				KB_{FTr} tags	KB_{FTr} nachts		
				0.002	0	0				

4.1.4 Straßenverkehr – FBQ

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Straßenverkehr-FBQ						
		Absenktunnel						
		Einwirkkontakte (Anzahl LKW und Busse)				tags	nachts	
						1507	331	
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	Entfernung 148 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 2					
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>
			0.3	0.2	6	0.4	0.15	0.1
			Prognose					
KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts			
0.051				0	0			
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	Entfernung 539 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3					
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>
			0.2	0.15	5	0.3	0.1	0.07
			Prognose					
KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts			
0.008				0	0			
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	Entfernung 578 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts			
0.012				0	0			
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	Entfernung 256 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3					
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>
			0.2	0.15	5	0.3	0.1	0.07
			Prognose					
KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts			
0.050				0	0			
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1018 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts			
0.003				0	0			
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1864 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4					
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>
			0.15	0.1	3	0.2	0.07	0.05
			Prognose					
KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts			
0.001				0	0			

4.2 Baubetrieb - Bewertete Schwingstärke KBFmax u. Beurteilungs-Schwingst. KBFTr

4.2.1 Schlagramme

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Schlagramme						
		Absenktunnel						
		Einwirktake (8 Stunden Betrieb)				tags 960	nachts 0	
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	Entfernung 316 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.6	-	6	-	0.4	-
			Prognose					
KBFmax				KBFTr tags	KBFTr nachts			
0.075				0	-			
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	Entfernung 1043 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.6	-	5	-	0.4	-
			Prognose					
KBFmax				KBFTr tags	KBFTr nachts			
0.007				0	-			
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	Entfernung 1028 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.6	-	5	-	0.4	-
			Prognose					
KBFmax				KBFTr tags	KBFTr nachts			
0.013				0	-			
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	Entfernung 311 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.6	-	5	-	0.4	-
			Prognose					
KBFmax				KBFTr tags	KBFTr nachts			
0.136				0	-			
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1732 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.6	-	5	-	0.4	-
			Prognose					
KBFmax				KBFTr tags	KBFTr nachts			
0.003				0	-			
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1858 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9					
			A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts
			0.6	-	5	-	0.4	-
			Prognose					
KBFmax				KBFTr tags	KBFTr nachts			
0.002				0	-			

4.2.2 Rüttelwalze Betrieb

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Rüttelwalze Betrieb								
		Absenktunnel								
		Einwirkkontakte (8 Stunden Betrieb ohne Einwirkkontakte Abschaltvorgang)				tags	nachts			
Immissionspunkt		Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9							
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	127 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	6	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
			0.080				0	-		
Immissionspunkt		Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9							
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	420 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
			0.002				0	-		
Immissionspunkt		Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9							
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	499 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
			0.002				0	-		
Immissionspunkt		Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9							
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	149 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
			0.063				0	-		
Immissionspunkt		Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9							
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	891 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
			0.001				0	-		
Immissionspunkt		Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9							
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	1636 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
			0.000				0	-		

4.2.3 Rüttelwalze Abschaltvorgang

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Rüttelwalze Abschaltvorgang								
		Absenktunnel								
		Einwirkakte (8 Stunden Betrieb Abschaltvorgang alle 5 min)				tags	nachts			
						96	0			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9								
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	127 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	6	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
		0.430				0.096	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9								
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	420 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
		0.075				0	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9								
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	499 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
		0.073				0	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9								
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	149 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
		0.519				0.116	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9								
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	891 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
		0.015				0	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 2 Stufe II Spalte 7 bis 9								
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	1636 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.6	-	5	-	0.4	-		
			Prognose							
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts		
		0.001				0	-			

4.2.4 Baustellenverkehr LKW

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Baustellenverkehr LKW							
		Absenktunnel							
		Einwirkkontakte (Anzahl LKW 2x100)				tags	nachts		
			200				0		
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	Entfernung 64 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 2						
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>	
			0.3	-	6	-	0.15	-	
			Prognose						
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	
0.103				0.033	-				
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	Entfernung 339 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3						
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>	
			0.2	-	5	-	0.1	-	
			Prognose						
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	
0.019				0	-				
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	Entfernung 259 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4						
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>	
			0.15	-	3	-	0.07	-	
			Prognose						
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	
0.049				0	-				
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	Entfernung 159 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3						
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>	
			0.2	-	5	-	0.1	-	
			Prognose						
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	
0.086				0	-				
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1006 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4						
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>	
			0.15	-	3	-	0.07	-	
			Prognose						
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	
0.003				0	-				
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	Entfernung 1639 m	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4						
			<i>A_u tags</i>	<i>A_u nachts</i>	<i>A_o tags</i>	<i>A_o nachts</i>	<i>A_r tags</i>	<i>A_r nachts</i>	
			0.15	-	3	-	0.07	-	
			Prognose						
			KB _{Fmax}				KB _{FTr} tags	KB _{FTr} nachts	
0.001				0	-				

4.2.5 Baustellenverkehr Radlader

baudyn GmbH Projekt 2011922 Feste Fehmarnbeltquerung - Erschütterungstechnische Untersuchung		Baustellenverkehr Radlader								
		Absenktunnel								
		Einwirktake (11 Stunden Betrieb)				tags	nachts			
						1320	0			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 2								
IP 1	Betriebsgebäude Gewerbegebiet	64 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.3	-	6	-	0.15	-		
			Prognose						$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts
			KB_{Fmax}				0	-		
		0.075				0	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3								
IP 2	Puttgarden Nord Mischgebiet (MI)	339 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.2	-	5	-	0.1	-		
			Prognose						$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts
			KB_{Fmax}				0	-		
		0.021				0	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4								
IP 3	Marienleuchte Mischgebiet (MI) Nachbargebäude Allgemeines Wohngebiet (WA)	259 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.15	-	3	-	0.07	-		
			Prognose						$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts
			KB_{Fmax}				0	-		
		0.049				0	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 3								
IP 4	Puttgarden Süd Mischgebiet (MI)	159 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.2	-	5	-	0.1	-		
			Prognose						$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts
			KB_{Fmax}				0	-		
		0.073				0	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4								
IP 5	Todendorf (keine Gebietsausweisung)	1006 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.15	-	3	-	0.07	-		
			Prognose						$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts
			KB_{Fmax}				0	-		
		0.008				0	-			
Immissionspunkt	Entfernung	Anforderung DIN 4150 Teil 2 Tab 1 Zeile 4								
IP 6	Presen (keine Gebietsausweisung)	1639 m	A_u tags	A_u nachts	A_o tags	A_o nachts	A_r tags	A_r nachts		
			0.15	-	3	-	0.07	-		
			Prognose						$KB_{FT,r}$ tags	$KB_{FT,r}$ nachts
			KB_{Fmax}				0	-		
		0.002				0	-			

5 Anforderungen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“

5.1 Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“

5.1.1 Tabelle 1: Gebietsabhängige Anforderungen

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2, „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 1 (Ausgabe Juni 1999)							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9)	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8)	0.3	6	0.15	0.2	0.4	0.1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5)	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2)	0.15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0.1	3	0.05	0.1	0.15	0.05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

5.1.2 Tabelle 2: Baumaßnahmen außer Sprengungen

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 2 (Ausgabe Juni 1999)									
Dauer	D ≤ 1 Tag			6 Tage < D < 26 Tage ¹			26 Tage < D ≤ 78 Tage ¹		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Beurteilungsgrößen	A _u	A _o ^{*)}	A _r	A _u	A _o ^{*)}	A _r	A _u	A _o ^{*)}	A _r
Stufe I	0.8	5	0.4	0.4	5	0.3	0.3	5	0.2
Stufe II	1.2	5	0.8	0.8	5	0.6	0.6	5	0.4
Stufe III	1.6	5	1.2	1.2	5	1.0	0.8	5	0.6
*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A _o = 6									

5.1.3 Anhang D: Erläuterung zur subjektiven Wahrnehmung

Eine Erläuterung der subjektiven Wahrnehmung von Erschütterungen wird im informativen Anhang D der aktuellen Ausgabe der DIN 4150 Teil 2 gegeben:

„Einen Hinweis auf die Fühlbarkeit der Erschütterungseinwirkung gibt die Größe KB_{Fmax}. Die Fühlschwelle liegt bei den meisten Menschen im Bereich zwischen KB=0.1 und KB=0.2 [gemeint ist KB_{Fmax}]. In der Umgebungssituation „Wohnung“ werden bereits gerade spürbare Erschütterungen als störend empfunden. Erschütterungseinwirkungen um KB=0.3 werden beim ruhigen Aufenthalt in Wohnungen überwiegend bereits als gut spürbar und entsprechend stark störend wahrgenommen.“

1 Die Werte werden durch lineare Interpolation bestimmt und sind in der Norm in einem Diagramm angegeben.

5.2 Teil 3 „Einwirkung auf bauliche Anlagen“

5.2.1 Kurzzeitige Erschütterungen

5.2.1.1 Anhaltswerte für Fundament und oberste Deckenebene horizontal

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 3 „Einwirkung auf bauliche Anlagen“ (Ausgabe Februar 1999)					
Tabelle 1: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke					
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s			
		Fundament Frequenzen			Oberste Deckenebene, horizontal
		1 Hz bis 10 Hz	10 Hz bis 50 Hz	50 Hz bis 100 Hz ¹⁾	
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 bis 40	40 bis 50	40
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 bis 15	15 bis 20	15
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 bis 8	8 bis 10	8

¹⁾ Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.

5.2.1.2 Anhaltswerte für Deckenschwingungen

„Treten bei kurzzeitigen Erschütterungen Deckenschwingungen auf, so ist bei $v_z \leq 20$ mm/s in vertikaler Meßrichtung am Ort der größten Schwinggeschwindigkeit – dies ist im allgemeinen in Deckenmitte – eine Verminderung des Gebrauchswertes der Decken nicht zu erwarten

Bei Bauten nach Tabelle 1, Zeile 3 kann zur Verhinderung leichter Schäden eine Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden.“

5.2.2 Dauererschütterungen

5.2.2.1 Anhaltswerte für die oberste Deckenebene horizontal

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 3 „Einwirkung auf bauliche Anlagen“ (Ausgabe Februar 1999)		
Tabelle 3: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke		
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und / oder Nutzung gleichartige Bauten	5
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5

5.2.2.2 Anhaltswerte für Geschossdecken

„Vertikale Schwinggeschwindigkeiten bis 10 mm/s führen bei Geschoßdecken in Gebäuden nach Tabelle 3, Zeilen 1 und 2 erfahrungsgemäß nicht zu Schäden, selbst wenn die bei der statischen Bemessung zulässigen Spannungen voll in Anspruch genommen sind. Diese Schwingungen sind sehr stark spürbar. Bei Gebäuden nach Tabelle 3, Zeile 3 kann kein Anhaltswert gegeben werden“.