

SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
AKUSTIK + MEDIENTECHNIK
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
UMWELTECHNOLOGIE

PEUTZ
CONSULT

Schall- und erschütterungstechnische Untersuchung zur Elektrifizierung der Regiobahn-Infrastruktur

Hier: Planfeststellungsabschnitt Ic:

Bhf Dornap-Hahnenfurth in Wuppertal

Bericht VA 5992-09.1 vom 14.11.2016 / Druckdatum 23.03.2018

Auftraggeber: Vössing Ingenieurgesellschaft mbH
Abt. Verkehrsplanung
Hansastraße 7-13
47058 Duisburg

Bericht-Nr.: VA 5992-09.1

Datum: 14.11.2016 / Druckdatum 23.03.2018

Niederlassung: Düsseldorf

Ansprechpartner/in: Herr Pelzer



Die Akkreditierung gilt für
den in der Urkundenanlage
D-PL-20140-01-00
festgelegten Umfang der
Module Geräusche und
Erschütterungen.
Messstelle nach
§ 29b BImSchG

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-
Bertram

Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

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

Martener Straße 525
44379 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Carmerstraße 5
10623 Berlin
Tel. +49 30 310 172 16
Fax +49 30 310 172 40
berlin@peutz.de

Geschäftsführer:

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

Bankverbindungen:

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

Niederlassungen:

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

www.peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	3
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	4
3	Örtliche Gegebenheiten und Gebietseinstufungen.....	6
4	Beurteilungsgrundlagen.....	8
4.1	Verkehrslärmimmissionen.....	8
4.1.1	Rechtliche Grundlagen.....	8
4.2	Erschütterungsimmissionen.....	10
4.2.1	Allgemeines.....	10
4.2.2	Beurteilungsgrößen für Schienenverkehr.....	12
4.2.3	Sekundärluftschall.....	14
5	Berechnungsverfahren.....	16
5.1	Schalltechnische Berechnung.....	16
5.1.1	Methodik.....	16
5.1.2	Berechnung der Emissionsschallpegel.....	17
5.1.3	Berechnung der Immissionsschallpegel.....	18
5.2	Erschütterungstechnische Berechnung.....	19
5.2.1	Beschreibung der Methodik.....	19
5.2.2	Prognoseunsicherheit.....	20
6	Darstellung und Beurteilung der Immissionsberechnungen.....	21
6.1	Immissionsberechnungen Verkehrslärm.....	21
6.1.1	Elektrifizierung.....	21
6.1.2	Verlängerung des Stumpfgleises 915.....	21
6.1.3	Ergebnisse der Erschütterungsprognose.....	22
6.1.4	Sekundärluftschall.....	23
7	Zusammenfassung.....	24



1 Situation und Aufgabenstellung

An der Infrastruktur der Regiobahn GmbH zwischen Kaarster See und Wuppertal-Dornap sind verschiedene Ausbaumaßnahmen geplant. Dazu zählt insbesondere die streckenweise Elektrifizierung sowie die Anhebung der Gleislage in einzelnen Haltepunkten.

Die Ausbaumaßnahmen sind in verschiedene Planfeststellungsabschnitte unterteilt worden.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Maßnahmenm PFA Ic im Bereich des Bahnhofs Dornap-Hahnenfurth in Wuppertal betrachtet.

Hier ist einerseits die Elektrifizierung einzelner Gleise im Bahnhofsbereich vorgesehen. Des Weiteren ist geplant, das Ausziehgleis 915 des Bahnhofs Dornap-Hahnenfurth in Wuppertal zu erneuern und um ca. 130 m zu verlängern.

In Anlage 1.1 dieser SEU ist ein Übersichtslegeplan der örtlichen Gegebenheiten des Planfeststellungsabschnittes PFA I dargestellt.

Laut *Umwelt-leitfaden des Eisenbahn-Bundesamtes* [11] stellt die Erweiterung eines Ausziehgleises innerhalb von Rangier- oder Umschlagbahnhöfen keine Erweiterung eines Schienenweges um durchgehende Gleise im Sinne § 1 Abs. 2 Nr. 1 der 16. BImSchV dar. Es handelt sich im vorliegenden Fall um einen *erheblichen baulichen Eingriff* im Sinne der 16. BImSchV.

Darüber hinaus stellt die geplante Elektrifizierung einen *erheblichen baulichen Eingriff* im Sinne der 16. BImSchV dar, sodass hier zu prüfen ist, inwieweit, bedingt durch den erheblichen baulichen Eingriff, eine wesentliche Änderung gemäß 16. BImSchV vorliegt.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden daher die schalltechnischen Auswirkungen der Baumaßnahme untersucht und die an den Fassaden der angrenzenden Bebauung vorliegenden Verkehrslärmimmissionen gemäß der Schall 03 ermittelt und mit den Anforderungen der 16. BImSchV verglichen.

Durch die Rangierfahrten können in der benachbarten Bebauung Erschütterungsmissionen erzeugt werden. Daher werden im Rahmen dieser Untersuchung auch die durch den Rangierverkehr verursachten Erschütterungsmissionen im Umfeld auf der Grundlage von Messungen an vergleichbaren Güterzugzustellgleisen prognostiziert und aufgrund der Vorgaben der DIN 4150, Teil 2, bewertet.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung			Kat.	Datum
[1]	BImSchG Bundes-Immissionsschutzgesetz	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge	G	Aktuelle Fassung
[2]	16. BImSchV 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrslärmschutzverordnung	Bundesgesetzblatt Nr. 27/1990, ausgegeben zu Bonn am 20. Juni 1990	V	12.06 1990 geändert am 18.12.2014
[3]	18. BImSchV Achtzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Sportanlagenlärmschutzverordnung	Bundesgesetzblatt Nr.45, 26. Juli 1991	V	18.07.1991
[4]	24. BImSchV 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes / Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung	Geändert am 23.09.1997 und Begründung in Bundesratsdrucksache 363/96 vom 02.07.1996	V	04.02.1997
[5]	Erschütterungserlass Messung, Beurteilung und Vermin- derung von Erschütterungsimmissionen	Gemeinsamer RdErl. des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen u.a., IV A6 –46-63- vom 31.7.2000 und Änderung durch gem. RdErl. V-5-882) (VNr. 6/03) vom -4.11.2003	RdErl.	31.07.2000 und 04.11.2003
[6]	DIN 4150, Teil 1	Erschütterungen im Bauwesen, Vorermittlungen von Schwingungsgrößen	N	Juni 2001
[7]	DIN 4150, Teil 2	Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	N	Juni 1999
[8]	DIN 4150, Teil 3	Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkungen auf bauliche Anlagen	N	Februar 1999
[9]	RLS-90 Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen	Eingeführt mit allgemeinem Rundschreiben Straßenbau Nr. 8/1990 vom 10.4.1990	RIL	1990

VA 5992-09.1
14.11.2016



Titel / Beschreibung / Bemerkung		Kat.	Datum
[10]	Schall 03 Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen	Bundesgesetzblatt Jahrgang 2014 Teil I Nr. 61, ausgegeben zu Bonn am 23.12.2014 RIL	in Kraft getreten am 01.01.2015
[11]	Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen Teil VI: Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr	Herausgegeben vom Eisenbahn-Bundesamt, Fachstelle Umwelt Lit.	Stand: Dezember 2012
[12]	Körperschall und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, Beweissicherung, Prognose, Beurteilung und Schutzmaßnahmen	Landesumweltamt NRW Lit.	1999
[13]	Materialien Nr. 22, Erschütterungen und Körperschall des landgebundenen Verkehrs, Prognose und Schutzmaßnahmen	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Juli 1995, ISSN:0947-5206 Lit.	Juli 1995
[14]	Taschenbuch der Technischen Akustik	G. Müller, M. Möser (Hrsg.), 3. Auflage Lit.	2003
[15]	A.Said, D. Fleischer, H. Fastl, H.-P. Grütz, G. Hölzl „Laborversuche zur Ermittlung von Unterschiedsschwellen bei der Wahrnehmung von Erschütterungen aus dem Schienenverkehr,“	DAGA 2000, Seite 496-497 Lit.	2000
[16]	DB Richtlinie 800.2502 „Erschütterung und sekundärer Luftschall, Messung und Prognose“	DB AG, Abt. Bautechnik, Leit-, Signal- u. Telekommunikationstechnik, TZF 12 Lit.	November 2006
[17]	Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes (BVerwG) zum Ausbau einer Eisenbahnstrecke; Schutz gegen Erschütterungen und sekundären Luftschall	Aktenzeichen 7 A 14/09 Lit.	21.12.2010
[18]	Planunterlagen zum Bauvorhaben	Zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber P	Stand: 16.09.2016

Kategorien:

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



3 Örtliche Gegebenheiten und Gebietseinstufungen

Der Bahnhof Dornap-Hahnenfurth in Wuppertal ist ein rein für die Umstellung und Zustellung genutzter Bahnhof, der nicht an einer durchgehenden Güter- oder Personenzugstrecke liegt. Er ist bei Strecken-km 19,6 mit der Strecke der Regiobahn Infrastruktur verbunden.

Im Bahnhof Dornap-Hahnenfurth in Wuppertal ist neben der Elektrifizierung einzelner Gleise die Erneuerung und Verlängerung des Ausziehgleises 915 von km 20,6 bis km 21,3 auf einem bereits bestehenden Bahndamm/Bahntrasse geplant, welcher parallel zum Schlehenweg verläuft.

Eine Übersicht über die örtlichen Gegebenheiten kann auch Anlage 1.1 sowie Anlage 1.2 dieser SEU entnommen werden.

Im Umfeld der Gleiserweiterung befindet sich nur vereinzelt Bebauung entlang des Schlehenweges. Die minimale Gleisentfernung der Gebäude zum Ausziehgleis beträgt etwa 20 m. Hier befindet sich heute schon das Gleis. Die Bebauung entlang des Schlehenweges ist im Flächennutzungsplan der Stadt Wuppertal als landwirtschaftliche Fläche gekennzeichnet. Etwas weiter östlich des geplanten Ausziehgleises befindet sich zwischen den Bahngleisen der Strecke 2423 (v.u.n. Wuppertal - Essen, S9) und der Straße "Neu Dornap" eine kleine Wohnsiedlung, die im Flächennutzungsplan als Wohnbaufläche gekennzeichnet ist. Südwestlich des Bahnhofs Dornap-Hahnenfurth befindet sich gewerbliche Baufläche (nach Flächennutzungsplan Wuppertal).

Im Bereich des Bahnhofs selbst befinden sich in 12 - 15 m Entfernung zum nächstgelegenen Gleis drei umgebaute Bahnhofsgebäude. Nach dem Flächennutzungsplan der Stadt Wuppertal liegt die Schutzbedürftigkeit wie im Gewerbegebiet vor.

Am Ort des geplanten Ausziehgleises 915 bestand bereits ein Ausziehstumpfgleis des Bahnhofs Dornap-Hahnenfurth. Ab km 21,1 wurde die Trasse allerdings entwidmet. So kann aber das Ausziehgleis auf einem bereits bestehenden Bahntrassenbauwerk (aus einer Dammlage bei km 20,6 in eine Troglage ab km 21,1 absinkend) gebaut werden.

Derzeit fahren in den Bahnhof Dornap-Hahnenfurth in Wuppertal maximal 2 Güterzüge im Tageszeitraum ein und aus (insgesamt also 4 Fahrten).

Für die Nutzung des Neubaugleises und die Nutzung des Bahnhofs werden daher in den Berechnungen 4 Fahrten im Tageszeitraum und – um konservativ den Nachtzeitraum mit abzubilden – eine Güterzugfahrt nachts angesetzt. Zudem werden 8 Rangierfahrten pro Tag im Bereich des eigentlichen Bahnhofs angesetzt.



Durch die Elektrifizierung der Infrastruktur der Regiobahn GmbH ergibt sich keine Änderung in der Anzahl der verkehrenden Güterzüge und im Rangierablauf.

Es ist auch nicht davon auszugehen, dass die bislang verwendeten diesellokbespannten Güterzüge ad hoc durch (leicht schallemmissionsärmere) elektrolokbekannte Güterzüge ersetzt werden.

Daher ergibt sich für die zu betrachtende Maßnahme keine Änderung des Zugverkehrs; die Züge werden nur etwas weiter in die Verlängerung des Ausziehgleis 915 hinaus gezogen.

4 Beurteilungsgrundlagen

4.1 Verkehrslärmimmissionen

4.1.1 Rechtliche Grundlagen

Rechtsgrundlage der Lärmvorsorge bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung öffentlicher Straßen und Schienenwege ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG [1]. Nach § 41 des BImSchG ist *"Bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung öffentlicher Straßen sowie von Schienenwegen... sicherzustellen, dass durch diese keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind"*. Das gilt nach § 41 (2) BImSchG jedoch nicht, "soweit die Kosten der Schutzmaßnahme außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen würden."

Die gemäß § 43 BImSchG erlassene Rechtsverordnung, Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV [2] legt den Anwendungsbereich, die Immissionsgrenzwerte in Abhängigkeit vom Grad der Schutzbedürftigkeit sowie das Verfahren zur Berechnung des Beurteilungspegels fest.

Im § 1, Anwendungsbereich, heißt es hierzu (Zitat):

(1) *Die Verordnung gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen der Eisenbahnen und Straßenbahnen (Straßen und Schienenwege).*

(2) *Die Änderung ist wesentlich, wenn*

- 1. eine Straße um einen oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr oder ein Schienenweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird oder*
- 2. durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärm um mindestens 3 Dezibel (A) oder auf mindestens 70 Dezibel (A) am Tage oder mindestens 60 Dezibel (A) in der Nacht erhöht wird.*

Eine Änderung ist auch wesentlich, wenn der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms von mindestens 70 Dezibel (A) am Tage oder 60 Dezibel (A) in der Nacht durch einen erheblichen baulichen Eingriff erhöht wird; dies gilt nicht in Gewerbegebieten.

Ende Zitat § 1 der 16. BImSchV.

Tabelle 4.1: Immissionsgrenzwerte nach 16. BImSchV

Gebiet	Immissionsgrenzwerte in dB(A)	
	Tag	Nacht
Krankenhäuser, Schulen, Kurheime und Altenheime	57	47
Reine und allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	59	49
Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete	64	54
Gewerbegebiete	69	59

Die einzuhaltenden Immissionsgrenzwerte gemäß der 16. BImSchV sind in der nachfolgenden Tabelle 4.1 dargestellt.

4.2 Erschütterungsimmissionen

4.2.1 Allgemeines

Die während einer Erschütterungsimmissionsmessung erfasste und registrierte Messgröße ist die Schwingschnelle $v(t)$ in mm/s (das Schnellesignal). Diese Größe ist gemäß DIN 4150, Teil 3 [8] ohne jegliche Zeit- und Frequenzbewertung zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Gebäude heranzuziehen.

Entsprechend der DIN 4150, Teil 2 [7] wird zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden als Beurteilungsgröße das frequenz- und zeitbewertete Erschütterungssignal, gemessen in Raummitte der am stärksten betroffenen Geschossdecke, herangezogen. Die Frequenzbewertung erfolgt dabei nach DIN 4150, Teil 2 in Form der so genannten "KB-Bewertung". Das Ergebnis der Bewertung ist der gleitende Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals nach folgender Gleichung:

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

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

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

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

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



Für die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen werden zwei Beurteilungsgrößen herangezogen. Dies sind zum einen die maximal bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} sowie, falls erforderlich, die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} . Die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} ist der Taktmaximal-Effektivwert über die Beurteilungszeit. Diese Beurteilungs-Schwingstärke wird nach DIN 4150, Teil 2 [7] mit folgender Gleichung berechnet:

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

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

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

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

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

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

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

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

KB-Werte $\leq 0,1$ gehen gemäß Norm nicht in die Beurteilung mit ein. Ein solcher Wert kann als Maß für die Fühlschwelle herangezogen werden, wobei die Tatsache ob ein Erschütterungsereignis gespürt wird von vielen individuellen Faktoren und dem subjektiven Empfinden abhängt (siehe auch Tabelle 4.2).

Tabelle 4.2: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung [14]

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

4.2.2 Beurteilungsgrößen für Schienenverkehr

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

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

Tabelle 4.3: Anhaltswerte A gemäß DIN 4150, Teil 2, Tabelle 1, Abschnitt 6.5.3.5.

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

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

Bezüglich des Erschütterungsschutzes von Verkehrswegen existieren im Gegensatz zum Verkehrslärm keine rechtsverbindlich festgelegten Grenzwerte und Beurteilungskriterien. Auch die für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen hier hilfsweise herangezogene



DIN 4150, Teil 2 [7], kann ausweislich der Anmerkungen unter Abschnitt 6.5.3.4 dieser Norm auf bestehende Bahnstrecken nicht unmittelbar angewendet werden.

Bewertungsmaßstab für die vorgesehenen Baumaßnahmen ist daher nicht stets die Einhaltung der in o.g. Norm angegebenen Anhaltswerte, sondern auch der Grundsatz, durch die Baumaßnahme keine wesentliche, d.h. im Einzelfall unzumutbare Erhöhung der vorhandenen Erschütterungssituation aus dem Schienenverkehr hervorzurufen.

Zur Ermittlung und Bewertung der vorhandenen sowie der erwarteten Erschütterungsimmissionen wird in Ermangelung rechtsverbindlich festgelegter Vorgehensweisen (s.o.) hilfsweise auf die DIN 4150, Teil 2, zurückgegriffen. Diese Vorgehensweise wird auch durch die aktuelle Rechtsprechung vom Bundesverwaltungsgericht [17] bestätigt.

Das Bundesverwaltungsgericht trifft in einem Urteil zur Zumutbarkeit von Erschütterungs- und Sekundärluftschallimmissionen vom 21.12.2010 folgende Festlegung: "Die korrelierten Anhaltswerte A_0 und A_r "der DIN 4150, Teil 2" bezeichnen ... nicht die Schwelle des enteignungsrechtlich nicht Zumutbaren, sondern liegen, da sie auf das billigerweise nicht Zumutbare bezogen sind, deutlich darunter. Auf Ausbaumaßnahmen sind diese Anhaltswerte aber nicht unmittelbar anwendbar (Ziffer 6.5.3.4 c). Denn hier ist die immissionsschutzrechtliche Situation entscheidend durch den vorhandenen Bestand geprägt. Aus dem Gebot der gegenseitigen Rücksichtnahme folgen besondere Duldungspflichten, sodass Erschütterungen, die sich im Rahmen einer plangegebenen oder tatsächlichen Vorbelastung halten, deswegen – jedenfalls in aller Regel – zumutbar sind, auch wenn sie die Anhaltswerte übersteigen."

Demnach können Betroffene lediglich verlangen, dass durch den Ausbau einer Bahnstrecke die schon vor Baudurchführung möglichen Erschütterungsbelastungen nicht wesentlich erhöht werden. Es besteht kein Anspruch auf Verbesserung der vorhandenen Erschütterungsvorbelastung.

Für die Bewältigung des Belanges der Erschütterungsimmissionen in der Planfeststellung (Ausbaustrecken mit Erschütterungsvorbelastungen) ist die Vorbelastung der bereits vorhandenen Schienenwege möglichst genau zu ermitteln. Der Vergleich mit der Prognose muss zur Beurteilung herangezogen werden, um feststellen zu können, ob im Falle der Erhöhung eine unzumutbare Beeinträchtigung vorliegt.

Zur Bewertung einer im Einzelfall vorliegenden Erhöhung können u.a. die Ergebnisse einer Laborstudie zur Ermittlung von Unterschiedsschwellen bei der Wahrnehmung von Erschütterungen aus dem Schienenverkehr herangezogen werden [15]. Ein Ziel dieser Laborstudie war, zu ermitteln, welcher Minimalbetrag an Erschütterungsenergieänderung benötigt wird, um wahrgenommen zu werden. Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die im Leitfaden der Deutschen Bahn AG [16] getroffene Schlussfolgerung und zeigen, dass die im Labor un-



tersuchte Erschütterungsdifferenz von 25%-Erhöhung als Laborunterschiedsschwelle, d.h. als untere Grenze der Wahrnehmung zu verstehen ist.

Die Anwendbarkeit dieser Untersuchung wird auch durch das Bundesverwaltungsgericht wie folgt bestätigt [17]: "Die Übertragbarkeit der so gefundenen Wahrnehmbarkeitsschwelle auf den für die Frage der Zumutbarkeit von Erschütterungen entscheidenden Anhaltswert A_r ist undenklich. Die Untersuchung bezieht sich zwar auf die Bewertung der maximalen Schwingstärke KB_{Fmax} , während die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} , die mit dem genannten Anhaltswert korreliert, nicht unmittelbar Gegenstand der Versuchsreihe war. Beide Werte sind aber eng miteinander verknüpft, da die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} aus einem gewichteten Mittelwert der in der Beurteilungszeit auftretenden Erschütterungsimmissionen gebildet wird."

4.2.3 Sekundärluftschall

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

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

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

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

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

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallpegel aus Bahnbetrieb existieren keine verbindlichen Normen und Regelwerke. Eine aktuelle Rechtsverordnung, die sich mit zulässigen In-



nenraumpegeln im Zusammenhang mit der Dimensionierung von passiven Lärmschutzmaßnahmen beschäftigt, ist die 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.

Aus den Regularien der 24. BImSchV lassen sich als Zumutbarkeitsschwelle mittlere Innenraumpegel von 40 dB(A) (tags) für Wohnräume und 30 dB(A) (nachts) für Schlafräume ableiten. Hierbei erfolgt keine Unterscheidung hinsichtlich der Gebietsnutzung. Das Bundesverwaltungsgericht legt in seinem Urteil vom 21.12.2010 [17] diese Vorgehensweise ebenfalls nahe: "Ein spezielles Regelwerk zur Bestimmung der Zumutbarkeit beim sekundären Luftschall gibt es bislang nicht. Zur Schließung dieser Lücke ist auf Regelwerke zurückzugreifen, die auf von der Immissionscharakteristik vergleichbare Sachlagen zugeschnitten sind. Dabei ist in erster Linie dem Umstand Rechnung zu tragen, dass es sich bei dem hier auftretenden sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt. Das legt eine Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen 24. BImSchV nahe... ."

5 Berechnungsverfahren

5.1 Schalltechnische Berechnung

5.1.1 Methodik

Die Ermittlung der Geräuschbelastung nach der 16. BImSchV [2] erfolgt rechnerisch unter Zugrundelegung der Verkehrsbelastung der zu betrachtenden Emittenten.

Bei der Prüfung auf eine wesentliche Änderung ist die Beurteilung entsprechend § 1, Absatz (2) der 16. BImSchV auf den *"von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärm"* zu stellen.

Ausgehend von der Fahrzeugdichte sowie der Geschwindigkeit und weiteren Parametern wird als Ausgangspunkt für die weiteren Berechnungen die sogenannte

Emission

gemäß Schall 03 [10] für den Schienenverkehr berechnet.

Berechnet wird hierbei nach Schall 03 der Schalleistungspegel der Linienquelle "Güterzug" auf Höhe Schienenoberkante sowie in 4 m und 5 m Höhe (Stromabnehmer, Aerodynamische Geräusche).

Der Emissionsschallpegel ist nur eine Eingangsgröße für die weiteren Berechnungen.

Ausgehend von den so berechneten Emissionsschallpegeln wird dann die

Immission

in Form des sogenannten Beurteilungspegels an Immissionsorten (Gebäuden) berechnet.

Zur Prüfung auf das Vorliegen einer wesentlichen Änderung gemäß 16. BImSchV sind die Immissionen für den Prognose „Ohne-Fall“ (bestehender Zustand) als auch die Immissionen für den Prognose „Mit-Fall“ (geplanten baulichen Zustand) zu ermitteln und gegenüberzustellen.



5.1.2 Berechnung der Emissionsschallpegel

Die Emissionsschallpegel des Schienenverkehrs wurden gemäß den Vorgaben der Schall 03 [10] unter der Annahme von 4 Güterzugfahrten im Tageszeitraum und 1 Güterzugfahrt im Nachtzeitraum sowie 8 Rangierfahrten tags berechnet.

Die Emissionen der Züge sind in Anlage 2 dieser SEU dargestellt.

Zusätzlich zu den Grundemissionen der Züge (ohne Korrekturen) werden die Fahrbahnarten anhand ihrer unterschiedlichen Reflexionseigenschaften durch verschiedene Zuschläge berücksichtigt. Als Fahrbahnart des zu untersuchenden Streckenabschnittes wird eine die Standard-Fahrbahn angesetzt.

Im Bereich der Brücken bei ca. km 20,790 und km 21,080 wird ein Brückenzuschlag $KB_R = 4$ angesetzt, da es sich um keine Stahlbrücken handelt. Des weiteren wird von km 20,9 bis km 21,3 ein Zuschlag $K_T = 3$ dB aufgrund der Auflaufstöße (moderne Technik) nach Tabelle 11 Schall 03 vergeben.

Zur Berechnung des Emissionsschallpegels der Güterzugvorbeifahrt wird ein Güterzug mit Diesellok und 26 Wagen der Länge 19,86 m mit Grauguss-Klotzbremsen mit einer Geschwindigkeit von 70 km/h in Anlehnung an den Standardgüterzug der Schall 03, Tabelle 4, Zeile 19 verwendet. Der gesamte Zug ist 530 m lang.

Die Rangierfahrten sind gemäß Schall 03 [10] mit einer Geschwindigkeit von 70 km/h und einem Zuschlag aufgrund der Auflaufstöße zu berücksichtigen.

Da das zu betrachtende Stumpfgleis 915 kein durchgehendes Gleis darstellt, passiert an Querschnitten im hinteren Teil des Gleises 915 nicht mehr der gesamte Güterzug von 530 m Länge, sondern - je nach Lage – nur noch ein Teil der Güterzugwagen den jeweils betrachteten Querschnitt. In der Berechnung des Emissionsschallpegels wird diesem Umstand dadurch Rechnung getragen, dass von km 20,77 – km 21,3 die Länge des Güterzuges schrittweise reduziert wird.



5.1.3 Berechnung der Immissionsschallpegel

Die Berechnung der Immissionsschallpegel im Bereich des *erheblichen baulichen Eingriffs*, d.h., der jeweiligen zu erwartenden Schallpegel an einem betroffenen Gebäude, wurde für den Schienenverkehr gemäß der Schall 03 mit Ansatz des Teilstückverfahrens durchgeführt. Die Schallausbreitungsrechnung wurde mit dem Programm SoundPlan 7.4 entsprechend den Berechnungsvorschriften durchgeführt.

Die Immissionsberechnungen sind auf Grundlage eines dreidimensionalen Simulationsmodells unter Berücksichtigung der topografischen Gegebenheiten durchgeführt worden (vgl. Anlage 1.1). In dem Bereich der Erweiterung des Stumpfgleises 915 sind Einzelpunktberechnungen an den dargestellten Immissionsorten für den Prognose „Ohne-Fall“ und den Prognose „Mit-Fall“ durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind detailliert in Anlage 3 dargestellt. Hierbei ist für den Prognose „Ohne-Fall“ die Bestandsgleislage entsprechend der heutigen baulichen Situation und für den Prognose „Mit-Fall“ die spätere Fertigstellung der Planungssituation worden.

Durch die zu betrachtende Maßnahme ergibt sich keine Änderung des Zugverkehrs; die Züge werden nur etwas weiter in die Verlängerung des Ausziehgleis 915 hinaus gezogen. Das Betriebsprogramm, das dem Prognose „Ohne-Fall“ zugrunde liegt, entspricht somit dem Betriebsprogramm für den Prognose „Mit-Fall“

Die Berechnung der Immissionsschallpegel wurde für 31 Immissionsorte, für die jeweils vorhandenen Geschosse getrennt für den Tages- und Nachtzeitraum durchgeführt. Lagepläne mit Kennzeichnung der betrachteten Immissionspunkte sowie der Gleislagen sind in Anlage 1.2 dieser SEU dargestellt.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgt nur eine Berechnung der Schallimmissionen entlang des Ausziehgleises 915 (im Wesentlichen entlang des Schlehenweges).

Die Schallimmissionen an den drei ehemaligen Bahnhofsgebäuden im Bahnhofsbereich Hahnenfurth werden nicht berechnet, da hier ausschließlich die Elektrifizierung einzelner Gleise geplant ist, durch die sich keine Änderung im Zugverkehr und Rangierablauf und somit keine Änderung der Schallimmissionen aus Schienenverkehrslärm ergibt.

5.2 Erschütterungstechnische Berechnung

5.2.1 Beschreibung der Methodik

Die Prognose der zukünftig in den benachbarten Wohngebäuden zu erwartenden Erschütterungen erfolgt mit Hilfe von an einem vergleichbaren Güterzuggleis gemessenen Erschütterungsemissionsspektren, theoretischen Übertragungsfunktionen für die Ausbreitung einer Erschütterung im Boden sowie typischen Übertragungsfunktionen für den Übergang vom Erdboden auf eine Geschossdecke im Gebäude für verschiedene Deckeneigenfrequenzen aus der Literatur [14] und [16].

Die Erschütterungsimmissionen gehen in Form von gemittelten Terz-F-max-Frequenzspektren in die Berechnung ein. Durch die Verwendung von Terz-F-max-Spektren liegen die berechneten Prognosen auf der sicheren Seite, da für diese Spektren zu jeder Terz der während eines Ereignisses maximal aufgetretene Messwert zugeordnet wird. Dies tritt so in der Realität allgemein nicht auf und führt daher bei der Prognose in der Regel zu höheren Werten.

Für die Prognose der von den Güterzugvorbeifahrten verursachten Erschütterungen wird auf die an einem Bodenmesspunkt am ebenerdigen Zufahrtsgüterzuggleis an der Buchenstraße in Düsseldorf-Reisholz in 11,5 m Entfernung vom Gleis im Erdboden gemessenen Erschütterungsspektren zurückgegriffen, welches auch in Anlage 3.1 dargestellt ist. Die ebenerdige Gleislage am Vergleichsmesspunkt stellt den im Vergleich zur Dammlage / Troglage in Hahnenfurth erschütterungstechnisch ungünstigeren Fall dar.

Die für die Gebäude entlang des Ausziehgleises 915 vorliegende andere Entfernung zum Güterzuggleis wird rechnerisch durch eine Übertragungsfunktion für die Weiterleitung der Erschütterungen im Erdboden berücksichtigt (Transmission). Die verwendeten Übertragungsfunktionen wurden auf der Basis von eigenen Messwerten aus vergleichbaren Projekten und Literaturangaben [12] ermittelt und neigen (im konservativen Sinne) eher zur Überschätzung der Schwingungstransmission.

Für die Prognose der Erschütterungen in den Gebäuden werden typische Übertragungsfunktionen für Beton- und Holzdecken aus der Literatur [16] herangezogen.

Die Ergebnisse der Erschütterungsberechnung sind in Anlagen 5.1 – 5.3 dieser SEU dargestellt. Jeweils sind für 10 verschiedene Deckeneigenfrequenzen die sich aus der Prognoseberechnung für einen Abstand von 10 – 60 m zum Gleis ergebenden Erschütterungsimmissionen grafisch dargestellt. Zum Vergleich sind die Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Erschütterungsimmissionen in Wohngebieten (WA) angegeben.



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

5.2.2 Prognoseunsicherheit

Die generelle messtechnische Unsicherheit bei der Ermittlung von KB_F -Werten kann gemäß DIN 4150 Teil 2 [7] mit 15 % beziffert werden. Die zur Prognose herangezogenen Übertragungsfunktionen für die Transmission im Erdboden, den Übergang vom Fundament auf die Decken im Gebäude sowie die Geschwindigkeitskorrektur sind ebenfalls mit Unsicherheiten behaftet.

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



6 Darstellung und Beurteilung der Immissionsberechnungen

6.1 Immissionsberechnungen Verkehrslärm

6.1.1 Elektrifizierung

Da sich durch die Elektrifizierung im betrachteten Planfeststellungsabschnitt Ic keine Veränderung des Zugverkehrs und keine Veränderung der Gleislage ergibt, ändern sich auch die Schallimmissionen aus dem Schienenverkehr an den umliegenden Immissionsorten durch die Elektrifizierung der Strecke nicht.

Durch die Elektrifizierung liegt daher keine wesentliche Änderung gemäß 16. BImSchV vor und es ergibt sich keine schalltechnische Betroffenheit.

Aufgrund der Elektrifizierung ergeben sich keine Anspruchsvoraussetzungen auf Schallschutz gemäß 16. BImSchV.

6.1.2 Verlängerung des Stumpfgleises 915

Das Ausziehgleis befindet sich zum Teil auf einem als Bahnlinie gewidmeten Stück und einem bereits entwidmeten Stück. Innerhalb des 130 m langen Teilbereichs liegt ein *erheblicher baulicher Eingriff* im Sinne der 16. BImSchV vor.

Aus der Elektrifizierung ergeben sich keine Lärmschutzansprüche, so dass nur aufgrund des erheblichen baulichen Eingriffes durch die Verlängerung des Ausziehgleises 915 Ansprüche auf Schallschutzmaßnahmen ausgelöst werden können.

Für den Bereich des erheblichen baulichen Eingriffes sind der Prognose "Ohne-Fall" (PoF – Bestandssituation) dem Prognose "Mit-Fall" (PmF – Planungssituation) zur Prüfung auf das Vorliegen einer wesentlichen Änderung gegenüberzustellen und hinsichtlich der Pegelveränderung in den Schallimmissionen zu bewerten.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zum *erheblichen baulichen Eingriff* durch die Verlängerung des Stumpfgleises 915 sind tabellarisch in Anlage 3 dieser SEU und grafisch in Anlage 4 dieser SEU dargestellt.

Die Beurteilung auf das Vorliegen einer wesentlichen Änderung, gemäß 16. BImSchV, wird anhand von detaillierten Einzelpunktberechnungen an den Immissionsorten vorgenommen. Aufgeführt ist hier ein tabellarischer Vergleich der Beurteilungspegel für den Prognose „Ohne-Fall“ und den Prognose „Mit-Fall“ (vgl. Anlage 3).



Eine wesentliche Änderung liegt vor, falls durch den *erheblichen baulichen Eingriff* sich am Immissionsort im Vergleich von Prognose „Mit-Fall“ und Prognose „Ohne-Fall“,

1. der Beurteilungspegel um 3 dB(A) ($\geq 2,1$ dB(A)) erhöht,
2. oder bei einem Beurteilungspegel von ≥ 70 dB(A) am Tag bzw. ≥ 60 dB(A) in der Nacht und einer gleichzeitigen Pegelerhöhung um $\geq 0,1$ dB(A).

Durch die Gleiserweiterung des Stumpfgleises 915 um ca. 130 m resultiert eine Erhöhung des Beurteilungspegels um $\geq 2,1$ dB(A) sowohl im Tages- als auch im Nachtzeitraum an 24 Immissionsorten innerhalb des Bereichs des *erheblichen baulichen Eingriffs* (IP-Nr. 7 und IP-Nr. 2 - 13, 17, 18, 20 - 29 in Anlage 3). An diesen Immissionsorten liegt gemäß 16. BImSchV eine wesentliche Änderung vor.

Es ergeben sich keine Anspruchsvoraussetzungen auf Schallschutz gemäß 16. BImSchV für die betroffenen Gebäude, da die Beurteilungspegel im Prognose „Mit-Fall“ die Immissionsgrenzwerte weder im Tages- noch im Nachtzeitraum überschreiten.

6.1.3 Ergebnisse der Erschütterungsprognose

Den in Anlage 5 dieser SEU dargestellten Prognoseberechnungen zufolge ist davon auszugehen, dass ab einer Entfernung von 15 m zum Güterzuggleis die Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2, für Erschütterungsimmissionen für Wohngebiete für den Tag- und Nachtzeitraum bei der vorgesehenen Frequentierung des Ausziehgleises 915 mit maximal 4 Zügen pro Tag und 1 Zug pro Nacht eingehalten werden.

Da die minimale Entfernung zwischen Wohngebäuden und dem betrachteten Ausziehgleis 20 m beträgt, ist somit von einer Einhaltung der Anforderungen der DIN 4150, Teil 2, im Bereich des Ausziehgleises 915 auszugehen, insbesondere da aufgrund der Dammlage in weiten Teilen des Gleises 915 die erschütterungstechnische Situation sich erfahrungsgemäß günstiger erweist, als in der den für die Prognoseberechnung zugrunde gelegte Messposition in ebenerdiger Lage.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass in den sich im unmittelbaren Bahnhofsbereich befindenden umgebauten Bahnhofsgebäuden Hahnenfurth 2 und 2a die Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 für Gewerbegebiete durch die von Güterzugvorbeifahrten im Bahnhofsbereich verursachten Erschütterungsimmissionen überschritten werden. Hier ist jedoch nur die Änderung durch die Elektrifizierung zu betrachten. Da sich durch die Elektrifizierung im betrachteten Planfeststellungsabschnitt Ic keine Veränderung des Zugverkehrs und keine Veränderung der Gleislage ergibt, ändern sich auch die Erschütterungsimmissionen aus dem Schienen-



verkehr nicht und somit ergeben sich auch an diesen Gebäuden keine erschütterungstechnischen Betroffenheiten.

6.1.4 Sekundärluftschall

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

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

Aus den Regularien der 24. BImSchV lassen sich mittlere Innenraumpegel von 40 dB(A) (tags) für Wohnräume und 30 dB(A) (nachts) für Schlafräume als Zumutbarkeitsschwelle ableiten. Hierbei erfolgt keine Unterscheidung hinsichtlich der Gebietsnutzung.

Innerhalb einer umfangreichen Studie [12] zum Sekundärluftschall wurde aus einer Vielzahl von Messungen ein empirischer Zusammenhang zwischen dem Schwingschnellepegel sowie dem Sekundärluftschallpegel ermittelt. Somit können aus den prognostizierten Erschütterungsimmissionen die zu erwartenden sekundären Luftschallimmissionen ermittelt werden. Aufgrund der geringen prognostizierten Erschütterungsimmissionen in allen betrachteten Gebäuden ist hier ebenfalls die Einhaltung der Anforderungen der 24. BImSchV [4] für die sekundären Luftschallimmissionen in allen Gebäuden zu erwarten.



7 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht werden die geplanten Maßnahmen im Planfeststellungsabschnitt Ic im Bahnhof Dornap-Hahnenfurth in Wuppertal schall- und erschütterungstechnisch betrachtet und beurteilt.

Die auf die schutzbedürftigen Nutzungen einwirkenden Verkehrslärmimmissionen wurden gemäß 16. BImSchV beurteilt. Hier ist einerseits die Elektrifizierung einzelner Gleise im Bahnhofsbereich, als auch die Verlängerung des Ausziehgleises 915 des Bahnhofs Dornap-Hahnenfurth in Wuppertal um ca. 130 m vorgesehen. Die Erweiterung ist von km 20,6 bis km 21,3 vorgesehen.

Die Elektrifizierung und die Verlängerung des Ausziehgleises stellen jeweils einen *erheblichen baulichen Eingriff* im Sinne der 16. BImSchV dar und sind auf das Vorliegen einer *wesentlichen Änderung* geprüft worden.

Sowohl durch die Elektrifizierung als auch durch die Verlängerung des Ausziehgleises um ca. 130 m ergeben sich keine Anspruchsvoraussetzungen auf Lärmschutz.


Die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen in schutzbedürftigen Nutzungen wurden mit Hilfe von an einer vergleichbaren Strecke gemessenen Erschütterungsspektren überschlägig prognostiziert und mit den Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 verglichen.

Der dargestellten Prognoseberechnung für die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen zufolge ist unter Annahme typischer Deckeneigenfunktionen von einer Einhaltung der Anforderungen der DIN 4150 Teil 2 für den Tages- und Nachtzeitraum ab einer Distanz von 15 m zum Ausziehgleis auszugehen.

Die in Anlehnung an die 24. BImSchV formulierten Anforderungen an die sekundären Luftschallimmissionen werden der Prognoseberechnung zufolge ebenfalls eingehalten.

Dieser Bericht besteht aus 24 Seiten und 5 Anlagen.

Peutz Consult GmbH


ppa. Dipl.-Phys. Axel Hübel
(Messstellenleiter)

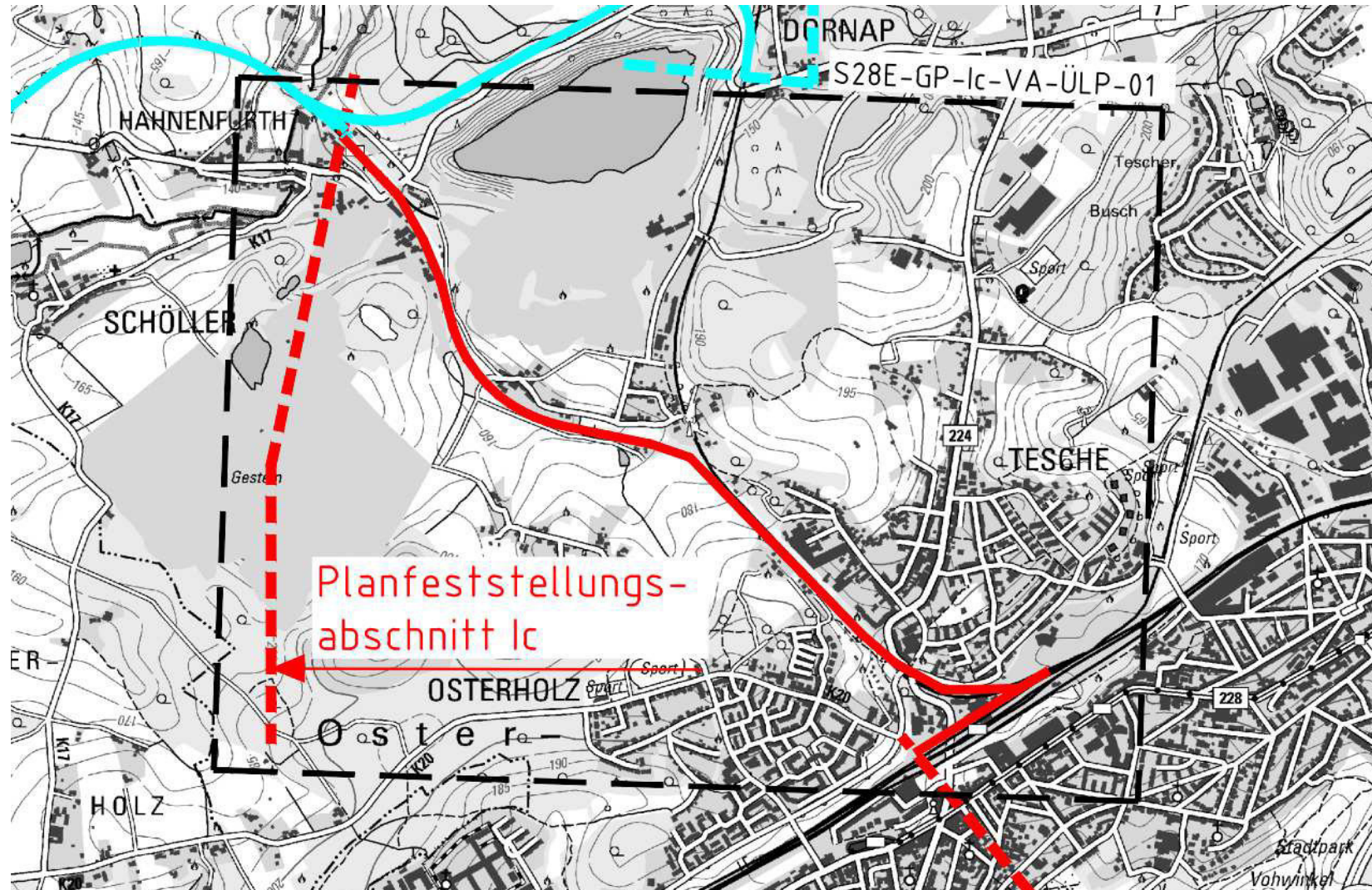



i.V. Martin Pelzer
(Projektleiter)

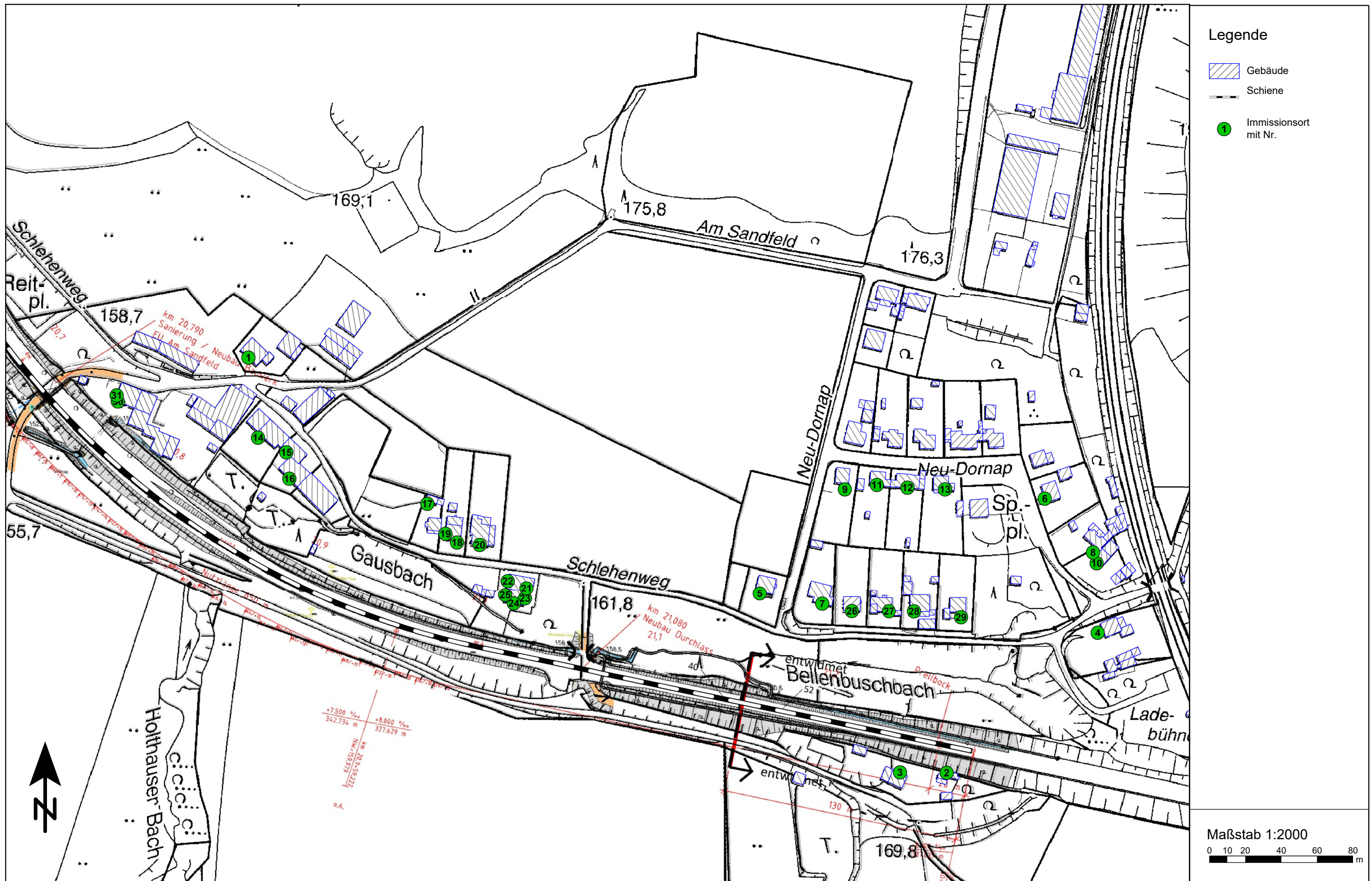
VA 5992-09.1
14.11.2016

Seite 24 von 24

Elektrifizierung der Regiobahn-Infrastruktur: Übersichtslageplan über den PFA Ic (Bhf Wuppertal-Hahnenfurth)



Übersichtslageplan und Kennzeichnung der Immissionsorte Verlängerung des Ausziehgleis 915 im PFA Ic

PEUTZ


Emissionsberechnung nach Schall 03

Prognose "Ohne-Fall" und "Mit-Fall"



Nr.	Zugart Name	Anzahl Züge		Geschw. km/h	Länge je Zug m	Max	Emissionspegel L'w [dB(A)]					
		tags	nachts				tags			nachts		
							0 m	4 m	5 m	0 m	4 m	5 m
Stumpfgleis 915												
1	Güterzug (bespannt mit V-Lok)	4,0	1,0	70	530	-	78,8	55,7	-	75,8	52,6	-
-	Gesamt	4,0	1,0	-	-	-	78,8	55,7	-	75,8	52,6	-
Rangierfahrten												
1	Güterzug (bespannt mit V-Lok)	8,0	-	70	530	-	84,8	58,7	-	-	-	-
-	Gesamt	8,0	-	-	-	-	84,8	58,7	-	-	-	-

Prüfung auf das Vorliegen einer wesentlichen Änderung gemäß 16. BImSchV



Immissionspunkt				Gebiets- einstufung	Immissions- grenzwert		Beurteilungspegel		Beurteilungspegel		Pegeldifferenz		Überschreitung		Prüfung auf						Anspruch auf Schallschutz		
IP	Name	Fassaden- orien- tierung	Geschoss		Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Prognose-Ohne-Fall		Prognose-Mit-Fall		Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	wesentliche Änderung gemäß 16. BImSchV						
							1)	2)	3)	1)							2)	3)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1	Am Sandfeld 40	SW	EG	AU	64	54	39	36	39	36	0,0	0,0	-	-							nein		
		SW	1.OG	AU	64	54	39	36	39	36	0,0	0,0	-	-							nein		
		SW	2.OG	AU	64	54	40	37	40	37	0,1	0,2	-	-							nein		
2	Am Sandfeld 55, Nebengeb.	N	EG	AU	64	54	41	38	57	54	16,1	16,2	-	-	x			x			nein		
		N	1.OG	AU	64	54	42	39	57	54	15,4	15,4	-	-	x			x			nein		
3	Am Sandfeld 55, Nord	NO	EG	AU	64	54	34	31	53	50	19,4	19,5	-	-	x			x			nein		
		NO	1.OG	AU	64	54	35	32	56	53	20,5	20,7	-	-	x			x			nein		
		NO	2.OG	AU	64	54	40	36	56	53	16,4	16,4	-	-	x			x			nein		
4	Ladebühne 8	SW	EG	W	59	49	36	33	40	37	4,0	4,1	-	-	x			x			nein		
		SW	1.OG	W	59	49	37	34	41	38	4,0	4,0	-	-	x			x			nein		
5	Neu-Dornap 16	S	EG	W	59	49	17	12	46	43	29,9	31,3	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	17	13	47	44	30,4	31,7	-	-	x			x			nein		
6	Neu-Dornap 17	W	EG	W	59	49	34	31	36	33	2,3	2,3	-	-	x			x			nein		
		W	1.OG	W	59	49	36	33	39	36	2,3	2,3	-	-	x			x			nein		
7	Neu-Dornap 18	S	EG	W	59	49	45	42	51	48	6,2	6,2	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	45	42	51	48	6,2	6,3	-	-	x			x			nein		
8	Neu-Dornap 19	SW	EG	W	59	49	35	32	39	36	3,8	3,7	-	-	x			x			nein		
		SW	1.OG	W	59	49	37	33	40	37	3,4	3,5	-	-	x			x			nein		
9	Neu-Dornap 20	S	EG	W	59	49	42	39	45	42	2,4	2,5	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	43	40	46	43	2,6	2,6	-	-	x			x			nein		
10	Neu-Dornap 21	SW	EG	W	59	49	35	32	39	36	3,9	3,9	-	-	x			x			nein		
		SW	1.OG	W	59	49	36	33	40	37	3,6	3,6	-	-	x			x			nein		
11	Neu-Dornap 22	S	EG	W	59	49	40	36	42	39	2,8	2,9	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	41	38	44	41	2,7	2,7	-	-	x			x			nein		
12	Neu-Dornap 24	S	EG	W	59	49	39	36	42	39	3,1	3,1	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	40	37	43	40	2,9	2,9	-	-	x			x			nein		

- 1) Pegelerhöhung um mindestens 3 dB(A) (aufgerundet)
 2) Pegelerhöhung auf mindestens 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) in der Nacht
 3) Pegelerhöhung von mindestenst 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) in der Nacht (nicht in GE))

VA 5992-9.2 · 14.11.2016 · Anlage 3.1

Prüfung auf das Vorliegen einer wesentlichen Änderung gemäß 16. BImSchV



Immissionspunkt				Gebiets- einstufung	Immissions- grenzwert		Beurteilungspegel		Beurteilungspegel		Pegeldifferenz		Überschreitung		Prüfung auf						Anspruch auf Schallschutz
IP	Name	Fassaden- orien- tierung	Geschoss		Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Prognose-Ohne-Fall		Prognose-Mit-Fall		Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	wesentliche Änderung gemäß 16. BImSchV						
							Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)					Tag dB(A)	Nacht dB(A)	1) 16	2) 17	3) 18	1) 19	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
13	Neu-Dornap 26	S	EG	W	59	49	31	28	35	32	4,1	4,2	-	-	x			x			nein
		S	1.OG	W	59	49	35	32	38	35	3,4	3,5	-	-	x			x			nein
14	Schlehenweg 10	SW	EG	AU	64	54	28	25	28	25	0,0	0,1	-	-							nein
		SW	1.OG	AU	64	54	34	31	34	31	0,0	0,0	-	-							nein
15	Schlehenweg 12	SW	EG	AU	64	54	23	20	23	20	0,1	0,1	-	-							nein
		SW	1.OG	AU	64	54	31	28	31	28	0,1	0,0	-	-							nein
16	Schlehenweg 14	SW	EG	AU	64	54	27	24	27	24	0,0	0,0	-	-							nein
		SW	1.OG	AU	64	54	33	30	33	30	0,0	0,0	-	-							nein
17	Schlehenweg 19	S	EG	AU	64	54	19	15	20	16	1,4	1,7	-	-							nein
		S	1.OG	AU	64	54	20	16	25	22	5,5	6,1	-	-	x			x			nein
18	Schlehenweg 21, Süd	S	EG	AU	64	54	18	14	27	24	9,0	10,1	-	-	x			x			nein
		S	1.OG	AU	64	54	19	15	30	27	11,2	12,1	-	-	x			x			nein
		S	2.OG	AU	64	54	35	32	36	33	1,4	1,4	-	-							nein
19	Schlehenweg 21, West	W	EG	AU	64	54	19	15	19	15	0,6	0,7	-	-							nein
		W	1.OG	AU	64	54	27	24	27	24	0,1	0,1	-	-							nein
		W	2.OG	AU	64	54	35	32	36	33	1,2	1,2	-	-							nein
20	Schlehenweg 23	S	EG	AU	64	54	18	14	31	28	13,0	14,0	-	-	x			x			nein
		S	1.OG	AU	64	54	19	15	31	28	12,6	13,4	-	-	x			x			nein
		S	2.OG	AU	64	54	34	31	36	33	1,7	1,8	-	-							nein
21	Schlehenweg 26, Ost	O	EG	AU	64	54	18	14	32	29	13,7	14,6	-	-	x			x			nein
		O	1.OG	AU	64	54	19	15	33	29	13,5	14,1	-	-	x			x			nein
		O	2.OG	AU	64	54	33	30	36	33	3,0	3,1	-	-	x			x			nein
22	Schlehenweg 26, West	W	EG	AU	64	54	22	18	22	19	0,4	0,5	-	-							nein
		W	1.OG	AU	64	54	26	23	26	23	0,2	0,3	-	-							nein
		W	2.OG	AU	64	54	33	30	36	33	2,5	2,5	-	-	x			x			nein
23	Schlehenweg 28, oOst	O	EG	AU	64	54	17	13	32	29	14,4	15,5	-	-	x			x			nein

- 1) Pegelerhöhung um mindestens 3 dB(A) (aufgerundet)
 2) Pegelerhöhung auf mindestens 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) in der Nacht
 3) Pegelerhöhung von mindestenst 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) in der Nacht (nicht in GE))

Prüfung auf das Vorliegen einer wesentlichen Änderung gemäß 16. BImSchV



Immissionspunkt				Gebiets- einstufung	Immissions- grenzwert		Beurteilungspegel		Beurteilungspegel		Pegeldifferenz		Überschreitung Immissionsgrenzwert		Prüfung auf wesentliche Änderung gemäß 16. BImSchV						Anspruch auf Schallschutz		
IP	Name	Fassaden- orien- tierung	Geschoss		Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Prognose-Ohne-Fall		Prognose-Mit-Fall		Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag			Nacht			
																	1)	2)	3)	1)		2)	3)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
23	Schlehenweg 28, oOst	O	1.OG	AU	64	54	18	14	32	29	14,3	15,3	-	-	x			x			nein		
		O	2.OG	AU	64	54	32	29	35	32	3,2	3,3	-	-	x			x			nein		
24	Schlehenweg 28, Süd	S	EG	AU	64	54	17	13	31	28	14,3	15,4	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	AU	64	54	18	14	32	29	14,1	15,0	-	-	x			x			nein		
		S	2.OG	AU	64	54	33	30	35	32	2,7	2,7	-	-	x			x			nein		
25	Schlehenweg 28, West	W	EG	AU	64	54	27	24	28	25	0,7	0,7	-	-							nein		
		W	1.OG	AU	64	54	30	27	30	27	0,1	0,1	-	-							nein		
		W	2.OG	AU	64	54	33	30	35	32	2,4	2,4	-	-	x				x		nein		
26	Schlehenweg 37	S	EG	W	59	49	43	40	50	47	7,3	7,3	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	43	40	51	48	7,6	7,6	-	-	x			x			nein		
27	Schlehenweg 39	S	EG	W	59	49	40	37	48	45	8,2	8,1	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	41	38	49	46	7,9	7,9	-	-	x			x			nein		
28	Schlehenweg 41	S	EG	W	59	49	41	38	49	46	8,7	8,8	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	42	39	50	47	7,7	7,7	-	-	x			x			nein		
29	Schlehenweg 43	S	EG	W	59	49	31	27	44	41	13,2	13,3	-	-	x			x			nein		
		S	1.OG	W	59	49	37	34	46	43	8,5	8,5	-	-	x			x			nein		
30	Schlehenweg 6, Süd	S	EG	AU	64	54	22	18	22	18	0,0	0,0	-	-							nein		
		S	1.OG	AU	64	54	26	23	26	23	0,1	0,1	-	-							nein		
31	Schlehenweg 6, West	W	EG	AU	64	54	39	36	39	36	0,0	0,0	-	-							nein		
		W	1.OG	AU	64	54	40	37	40	37	0,0	0,0	-	-							nein		

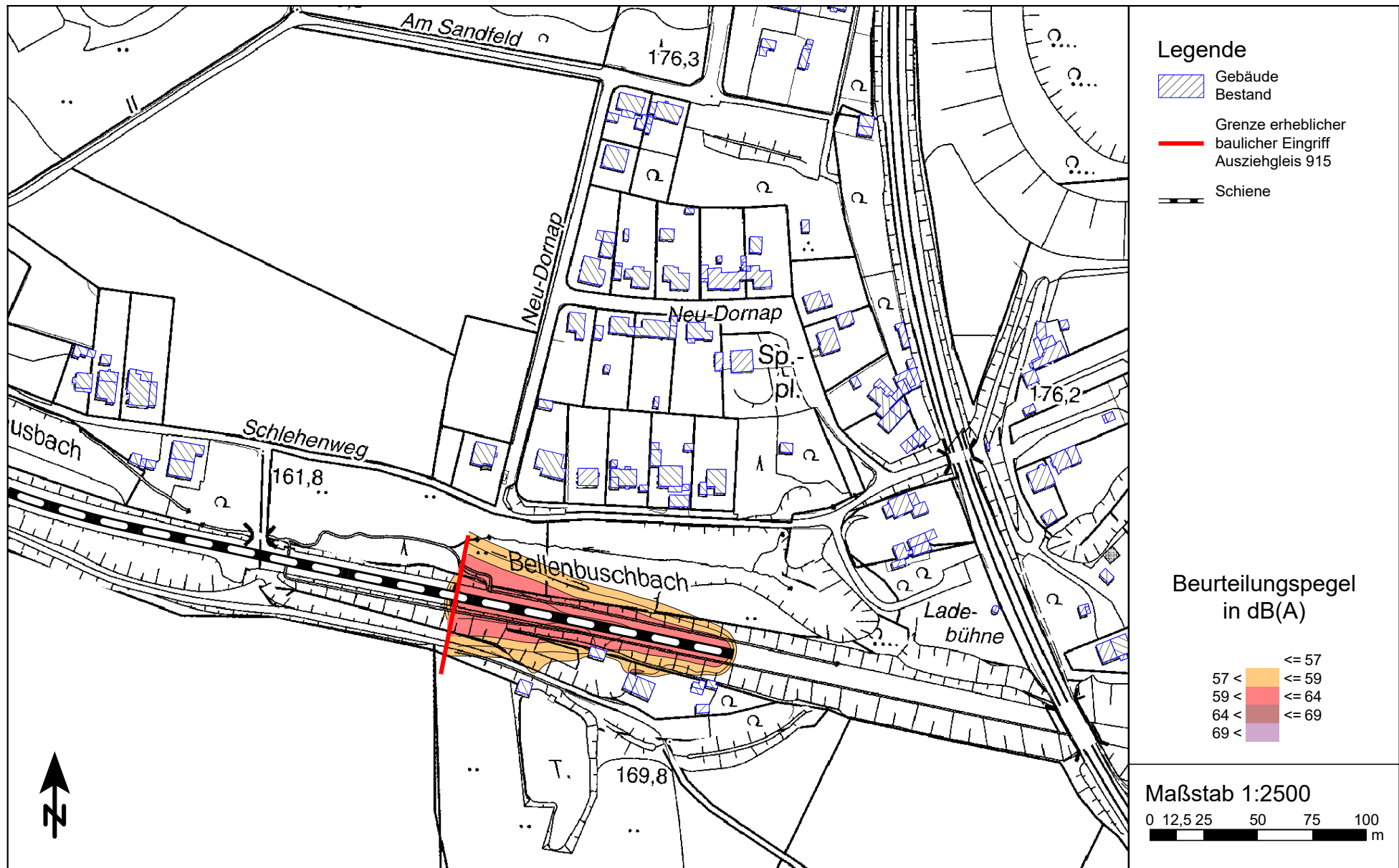
- 1) Pegelerhöhung um mindestens 3 dB(A) (aufgerundet)
 2) Pegelerhöhung auf mindestens 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) in der Nacht
 3) Pegelerhöhung von mindestenst 70 dB(A) am Tag oder 60 dB(A) in der Nacht (nicht in GE))

VA 5992-9.2 · 14.11.2016 · Anlage 3.3

Ergebnisse der Verkehrslärberechnung

Isophonendarstellung "PmF" in 6,3 m über dem Gelände für den Tageszeitraum (6-22 Uhr)

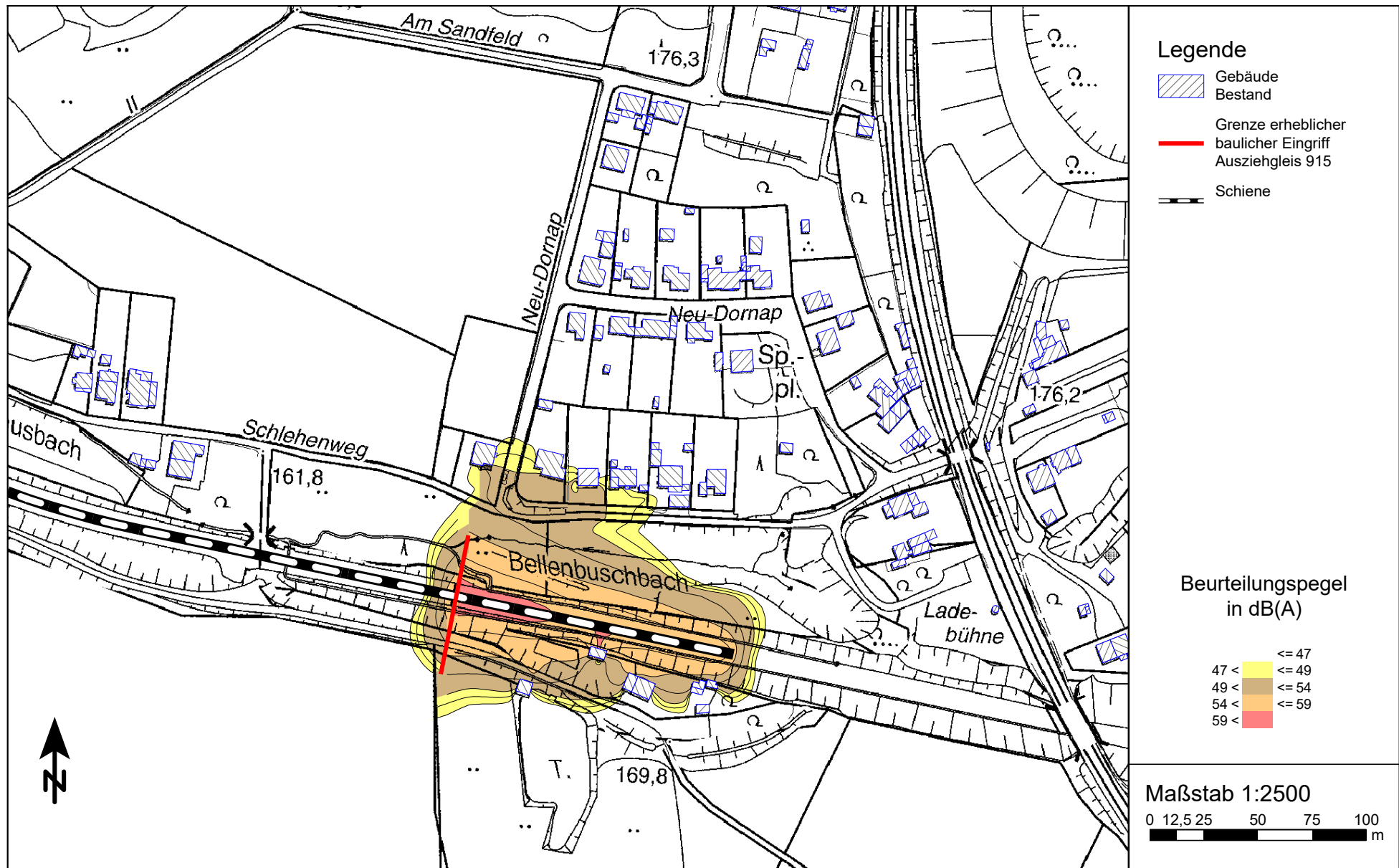
PEUTZ



Ergebnisse der Verkehrslärberechnung

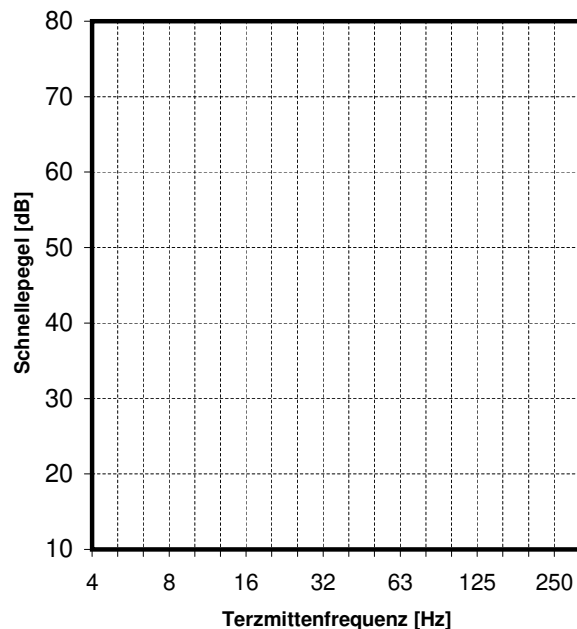
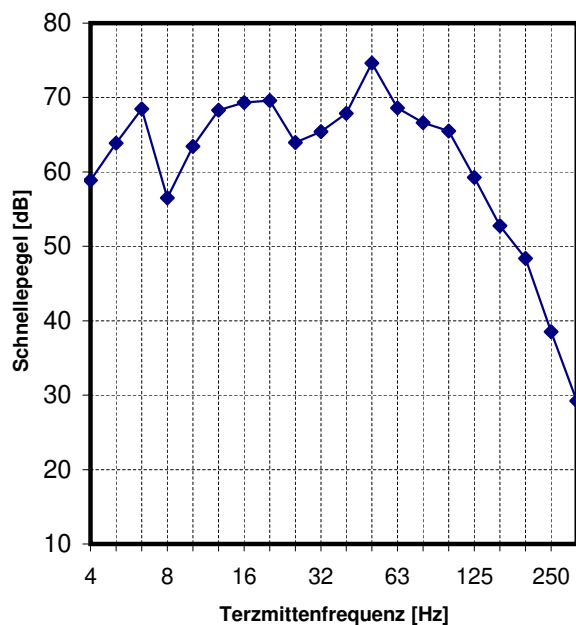
Isophonendarstellung "PmF" in 6,3 m über dem Gelände für den Nachtzeitraum (22-6 Uhr)

PEUTZ

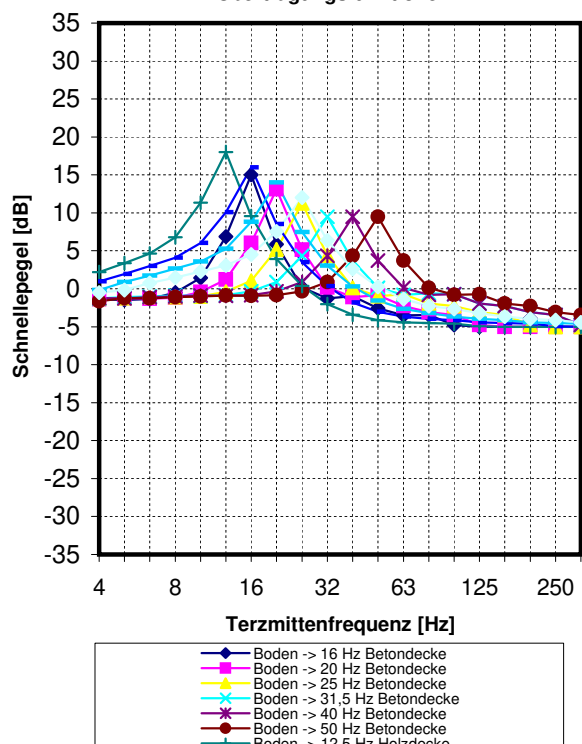


Eingangsspektren zur Prognose S28, PFA Ic

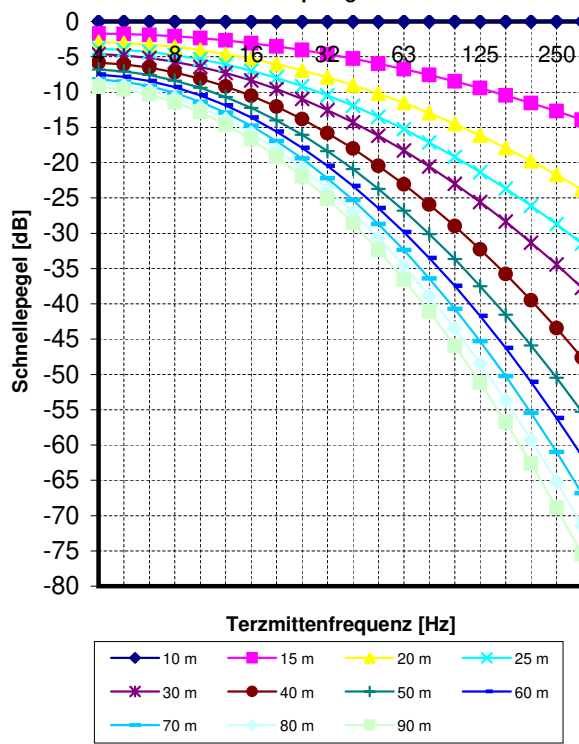
Emissionsspektren inkl. Geschwindigkeitskorrektur und ggf. Minderungsmaßnahmen



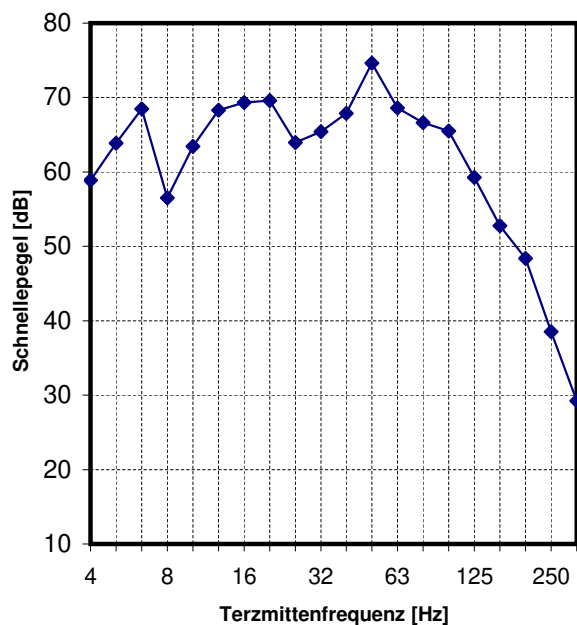
Übertragungsfunktionen



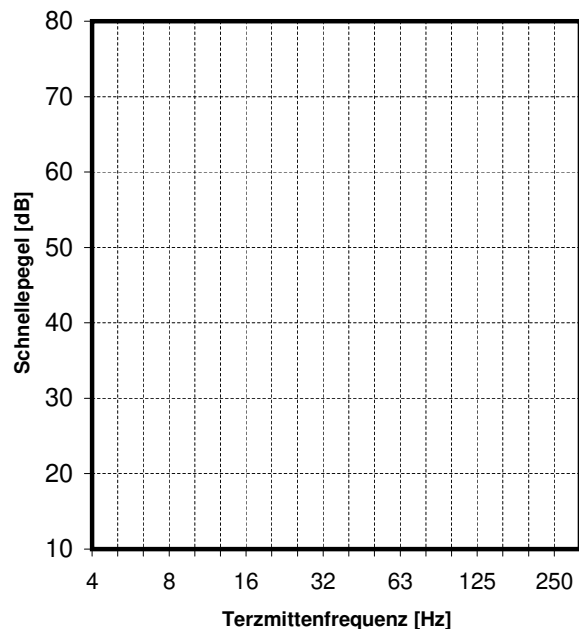
Bodendämpfungsfunktionen



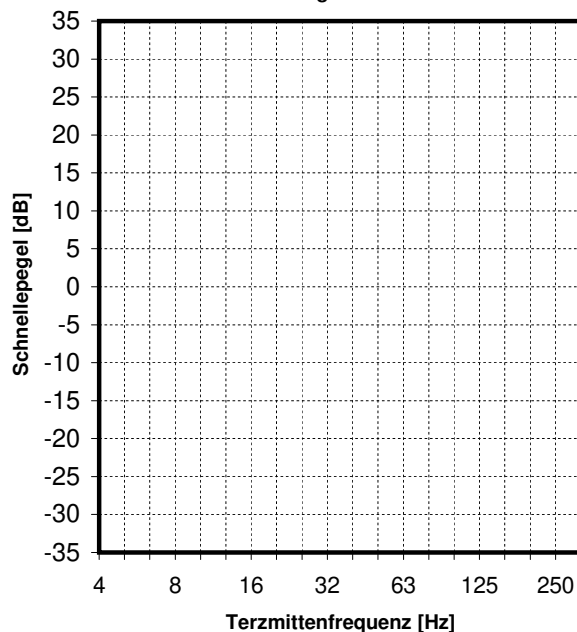
alle Spektren [dB], re 5*10⁻⁵ mm/s

Vorgegebene Spektren zur Berechnung der Emission S28, PFA Ic
Emissionsspektren 1- 20


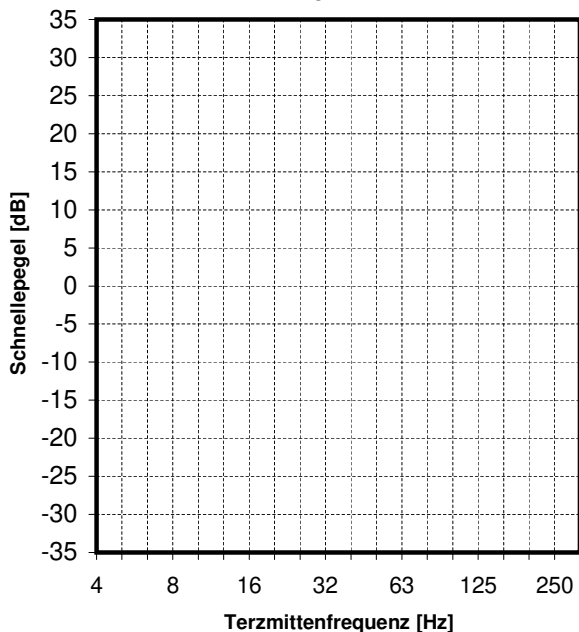
—●— GZ



Terzmittenfrequenz [Hz]

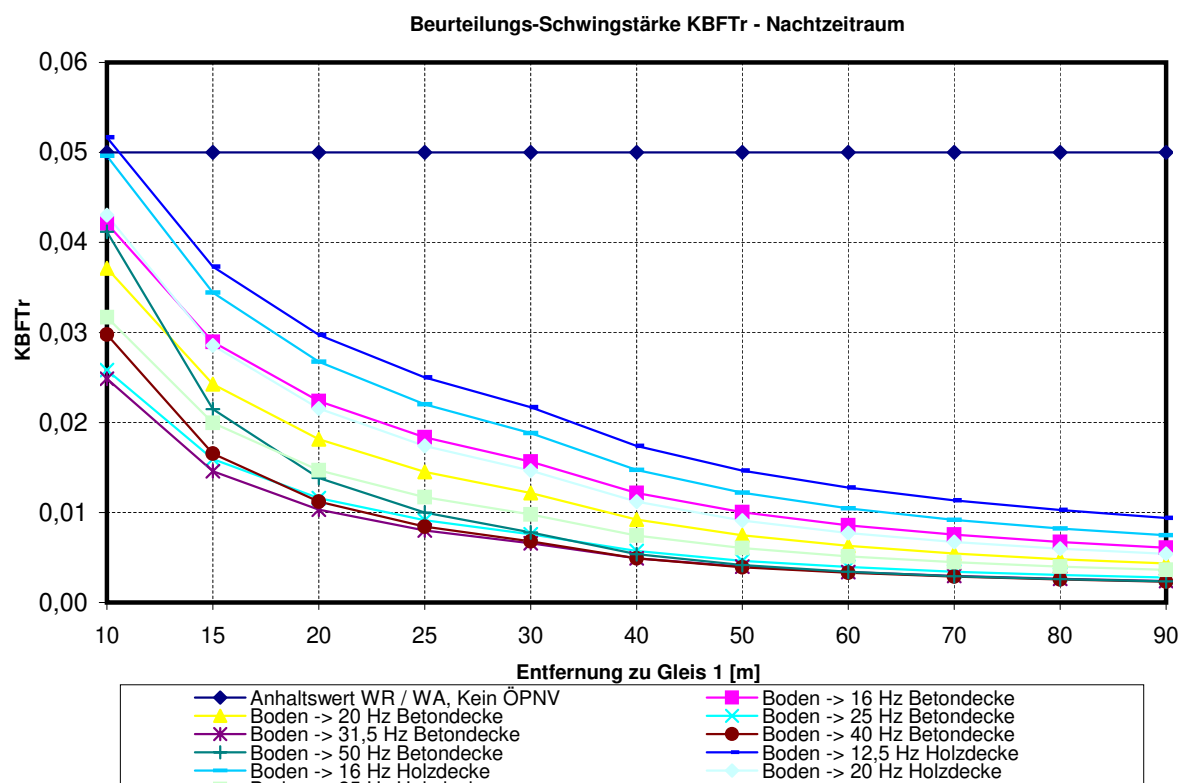
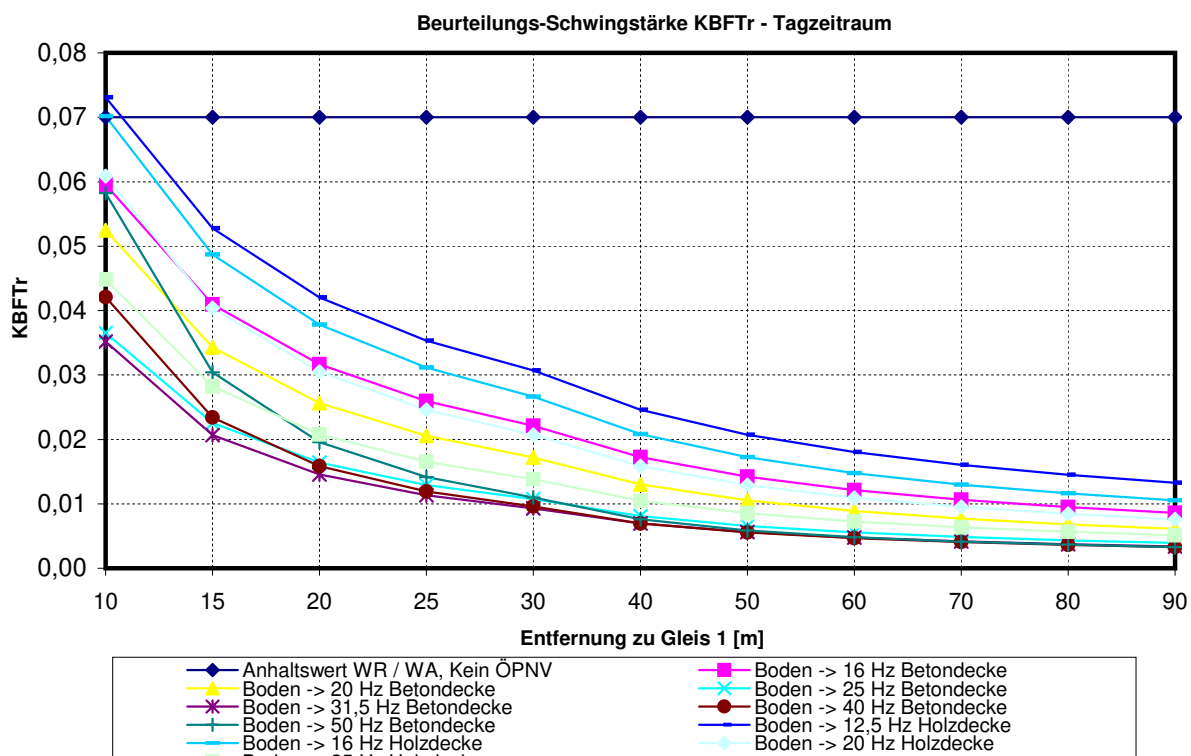
Geschwindigkeitskorrektur


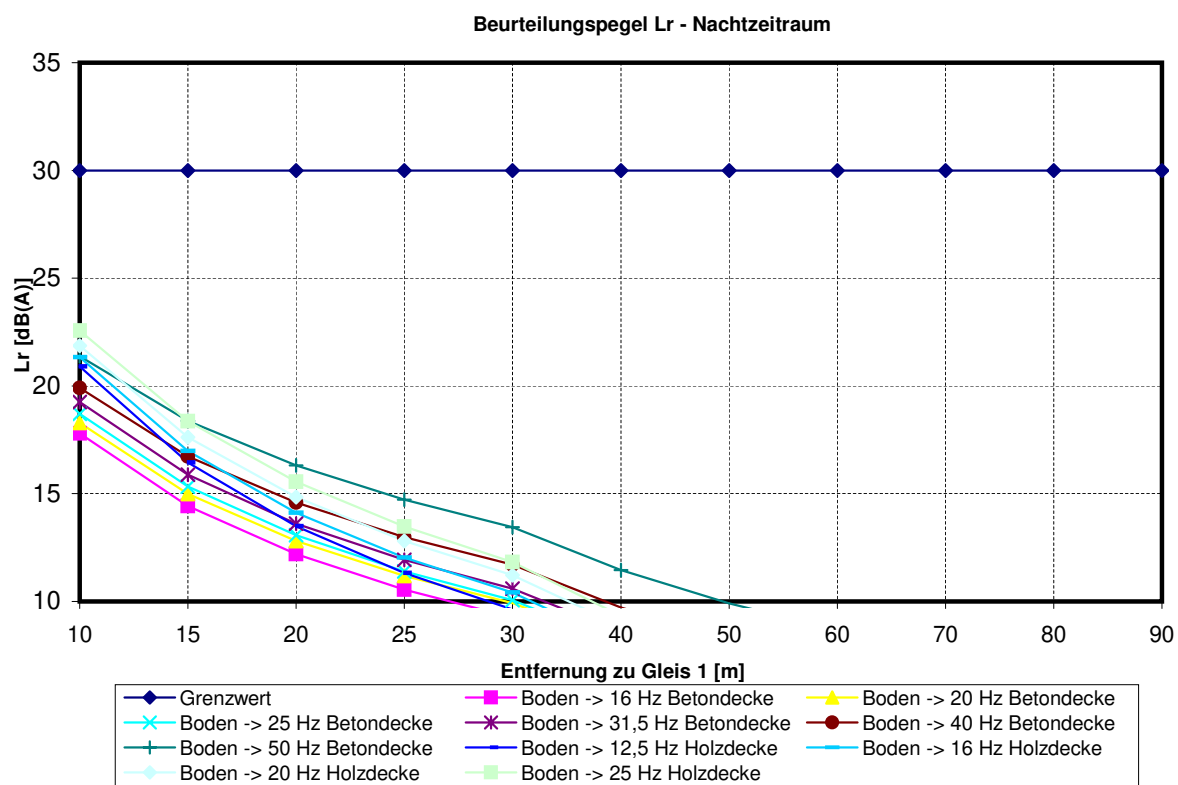
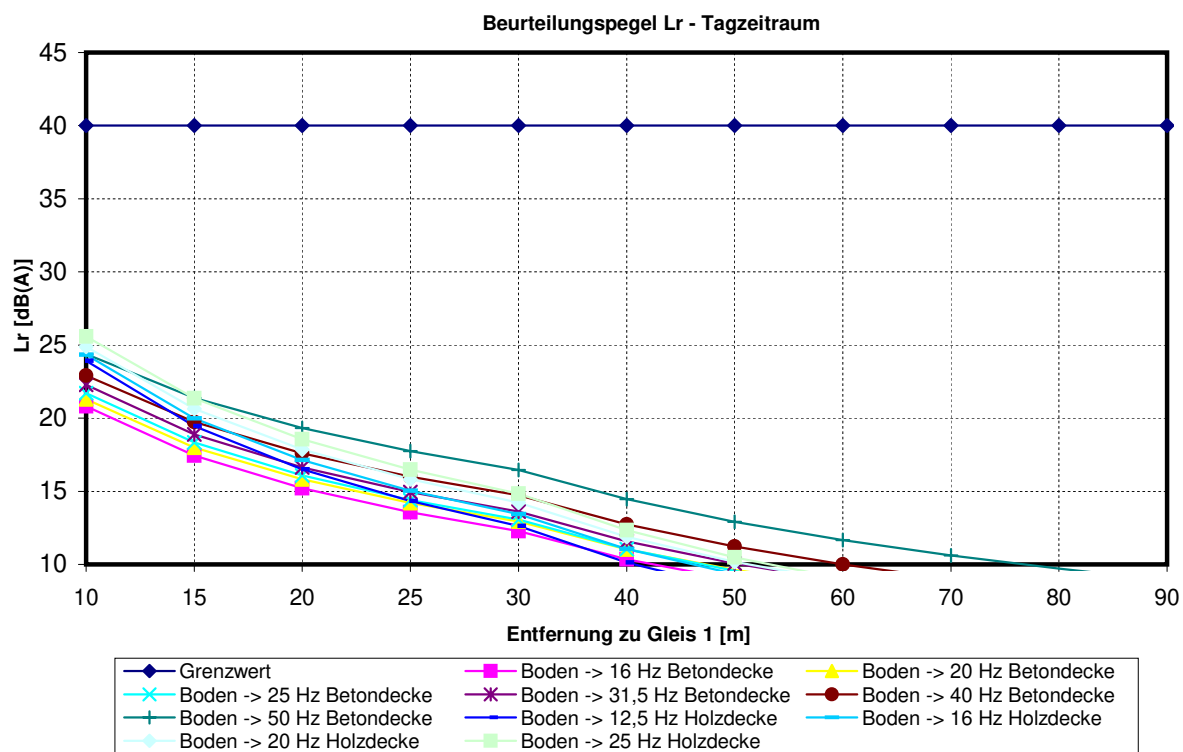
Terzmittenfrequenz [Hz]

Minderungsmaßnahme


Terzmittenfrequenz [Hz]

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

Prognostizierte Beurteilungs-Schwingstärken S28, PFA Ic


Prognostizierte Beurteilungspegel Sekundärluftschall S28, PFA Ic




Eingangsdaten zur Prognose S28, PFA Ic																								
Frequenz [Hz]		4		8		16		32		63		125		250		Anzahl Ereignisse Tag Nacht								
Emissionsspektren																								
GZ		48,0	58,9	63,9	68,5	56,5	63,4	68,3	69,3	69,6	63,9	65,4	67,9	74,6	68,6	66,6	65,5	59,3	52,7	48,4	38,5	29,2	4	1
Übertragungsfunktionen																								
Boden -> 16 Hz Betondecke		-1,5	-1,4	-1,5	-1,3	-0,5	1,4	6,9	15,0	5,9	0,2	-1,3	-1,0	-2,6	-3,5	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Boden -> 20 Hz Betondecke		-1,4	-1,4	-1,2	-1,3	-1,2	-0,4	1,2	6,0	13,1	5,1	0,2	-1,1	-0,8	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Boden -> 25 Hz Betondecke		-1,5	-1,3	-1,2	-1,0	-1,1	-1,0	-0,4	1,1	5,2	11,3	4,4	0,1	-1,0	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8	-5,0	-5,0		
Boden -> 31,5 Hz Betondecke		-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,6	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Boden -> 40 Hz Betondecke		-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5	-4,8		
Boden -> 50 Hz Betondecke		-2,0	-1,6	-1,2	-1,3	-1,1	-1,0	-0,9	-0,9	-0,9	-0,3	0,9	4,4	9,5	3,7	0,1	-0,8	-0,7	-1,9	-2,3	-3,1	-3,5		
Boden -> 12,5 Hz Holzdecke		1,2	2,2	3,4	4,6	6,8	11,3	18,0	9,6	3,9	0,4	-2,0	-3,4	-4,1	-4,4	-4,5	-4,6	-4,9	-5,0	-5,0	-5,0	-5,0		
Boden -> 16 Hz Holzdecke		0,0	1,0	2,0	3,0	4,1	6,0	10,1	16,0	8,5	3,5	0,3	-1,8	-3,0	-3,7	-4,0	-4,1	-4,4	-4,5	-4,6	-4,9	-5,0		
Boden -> 20 Hz Holzdecke		-0,4	-0,2	0,9	1,7	2,6	3,6	5,3	8,8	14,0	7,5	3,1	0,3	-1,6	-2,7	-3,2	-3,7	-4,0	-4,1	-4,4	-4,5	-4,6		
Boden -> 25 Hz Holzdecke		-0,2	-0,5	-0,2	0,7	1,5	2,3	3,1	4,5	7,6	12,0	6,4	2,6	0,2	-1,4	-2,3	-2,7	-3,2	-3,7	-4,0	-4,1	-4,4		
Angesetzte Bodendämpfungen																								
10 m		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
15 m		-1,7	-1,7	-1,8	-1,9	-2,1	-2,4	-2,7	-3,1	-3,5	-4,0	-4,6	-5,3	-6,0	-6,7	-7,6	-8,5	-9,4	-10,5	-11,6	-12,7	-13,9		
20 m		-2,9	-2,9	-3,0	-3,3	-3,6	-4,0	-4,6	-5,3	-6,0	-6,9	-7,9	-9,0	-10,2	-11,5	-13,0	-14,5	-16,1	-17,9	-19,8	-21,7	-23,8		
25 m		-3,8	-3,9	-4,0	-4,3	-4,8	-5,4	-6,1	-7,0	-8,0	-9,2	-10,5	-11,9	-13,5	-15,3	-17,1	-19,2	-21,3	-23,7	-26,1	-28,7	-31,5		
30 m		-4,6	-4,6	-4,8	-5,2	-5,7	-6,4	-7,3	-8,3	-9,6	-11,0	-12,5	-14,3	-16,2	-18,3	-20,5	-23,0	-25,6	-28,4	-31,3	-34,4	-37,7		
40 m		-5,8	-5,8	-6,1	-6,5	-7,2	-8,1	-9,2	-10,5	-12,1	-13,8	-15,8	-18,0	-20,4	-23,1	-25,9	-29,0	-32,3	-35,8	-39,5	-43,5	-47,6		
50 m		-6,8	-6,8	-7,1	-7,6	-8,4	-9,4	-10,7	-12,2	-14,0	-16,1	-18,4	-20,9	-23,7	-26,8	-30,1	-33,7	-37,5	-41,6	-45,9	-50,5	-55,3		
60 m		-7,5	-7,6	-7,9	-8,4	-9,3	-10,5	-11,9	-13,6	-15,6	-17,9	-20,5	-23,3	-26,4	-29,8	-33,5	-37,5	-41,7	-46,3	-51,1	-56,2	-61,6		
70 m		-8,2	-8,2	-8,5	-9,2	-10,1	-11,4	-12,9	-14,8	-17,0	-19,4	-22,2	-25,3	-28,7	-32,4	-36,4	-40,7	-45,3	-50,2	-55,5	-61,0	-66,8		
80 m		-8,7	-8,8	-9,1	-9,8	-10,8	-12,1	-13,8	-15,8	-18,1	-20,8	-23,7	-27,0	-30,7	-34,6	-38,9	-43,5	-48,4	-53,7	-59,3	-65,2	-71,4		
90 m		-9,2	-9,3	-9,6	-10,4	-11,4	-12,8	-14,6	-16,7	-19,1	-21,9	-25,1	-28,6	-32,4	-36,6	-41,1	-46,0	-51,2	-56,7	-62,6	-68,9	-75,5		
Beurteilungsschwingstärken KBFTr																								
Tagzeitraum																								
Entfernung		10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m												
Boden -> 16 Hz Betondecke		0,060	0,041	0,032	0,026	0,022	0,017	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009												
Boden -> 20 Hz Betondecke		0,052	0,034	0,026	0,021	0,017	0,013	0,011	0,009	0,008	0,007	0,006												
Boden -> 25 Hz Betondecke		0,037	0,023	0,016	0,013	0,011	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,004												
Boden -> 31,5 Hz Betondecke		0,035	0,021	0,015	0,011	0,009	0,007	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003												
Boden -> 40 Hz Betondecke		0,042	0,023	0,016	0,012	0,010	0,007	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003												
Boden -> 50 Hz Betondecke		0,058	0,030	0,020	0,014	0,011	0,008	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003												
Boden -> 12,5 Hz Holzdecke		0,073	0,053	0,042	0,035	0,031	0,025	0,021	0,018	0,016	0,015	0,013												
Boden -> 16 Hz Holzdecke		0,070	0,049	0,038	0,031	0,027	0,021	0,017	0,015	0,013	0,012	0,011												
Boden -> 20 Hz Holzdecke		0,061	0,040	0,030	0,025	0,021	0,016	0,013	0,011	0,010	0,008	0,008												
Boden -> 25 Hz Holzdecke		0,045	0,028	0,021	0,017	0,014	0,010	0,009	0,007	0,006	0,006	0,005												
Anhaltswert DIN 4150-2		WR / WA Kein ÖPNV										0,07												
Nachtzeitraum																								
Entfernung		10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m												
Boden -> 16 Hz Betondecke		0,042	0,029	0,022	0,018	0,016	0,012	0,010	0,009	0,008	0,007	0,006												
Boden -> 20 Hz Betondecke		0,037	0,024	0,018	0,015	0,012	0,009	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003												
Boden -> 25 Hz Betondecke		0,026	0,016	0,012	0,009	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003												
Boden -> 31,5 Hz Betondecke		0,025	0,015	0,010	0,008	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002												
Boden -> 40 Hz Betondecke		0,030	0,017	0,011	0,008	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002												
Boden -> 50 Hz Betondecke		0,041	0,021	0,014	0,010	0,008	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002												
Boden -> 12,5 Hz Holzdecke		0,052	0,037	0,030	0,025	0,022	0,017	0,015	0,013	0,011	0,010	0,009												
Boden -> 16 Hz Holzdecke		0,050	0,034	0,027	0,022	0,019	0,015	0,012	0,010	0,009	0,008	0,007												
Boden -> 20 Hz Holzdecke		0,043	0,029	0,022	0,017	0,015	0,011	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005												
Boden -> 25 Hz Holzdecke		0,032	0,020	0,015	0,012	0,010	0,007	0,006	0,005	0,004	0,004	0,004												
Anhaltswert DIN 4150-2		WR / WA Kein ÖPNV										0,05												
Sekundärluftschallpegel Lr [dB(A)]																								
Tagzeitraum																								
Entfernung		10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m												
Boden -> 16 Hz Betondecke		20,8	17,4	15,2	13,6	12,3	10,4	9,0	7,9	7,0	6,3	5,7												
Boden -> 20 Hz Betondecke		21,3	18,0	15,8	14,2	12,9	11,0	9,6	8,6	7,7	6,9	6,3												
Boden -> 25 Hz Betondecke		21,7	18,3	16,1	14,4	13,1	11,1	9,6	8,4	7,4	6,6	5,8												
Boden -> 31,5 Hz Betondecke		22,3	18,9	16,6	14,9	13,6	11,6	10,1	8,8	7,8	7,0	6,2												
Boden -> 40 Hz Betondecke		22,9	19,7	17,6	16,0	14,7	12,7	11,2	10,0	9,0	8,1	7,3												
Boden -> 50 Hz Betondecke		24,4	21,4	19,3	17,7	16,5	14,5	12,9	11,7	10,6	9,7	8,9												
Boden -> 12,5 Hz Holzdecke		23,9	19,5	16,5	14,3	12,6	10,1	8,3	6,9	5,8	4,9	4,1												
Boden -> 16 Hz Holzdecke		24,3	20,0	17,1	15,0	13,4	11,0	9,3	8,0	7,0	6,1	5,4												
Boden -> 20 Hz Holzdecke		24,9	20,6	17,8	15,8	14,2	11,9	10,2	8,8	7,8	6,9	6,1												
Boden -> 25 Hz Holzdecke		25,6	21,4	18,6	16,5	14,8	12,3	10,5	9,0	7,8	6,8	5,9												
Grenzwert nach 24. BImSchV		40 dB(A)																						
Nachtzeitraum																								
Entfernung		10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m												
Boden -> 16 Hz Betondecke		17,8	14,4	12,2	10,5	9,3	7,3	5,9	4,9	4,0	3,3	2,7												
Boden -> 20 Hz Betondecke		18,3	15,0	12,8	11,2	9,9	8,0	6,6	5,5	4,7	3,9	3,3												
Boden -> 25 Hz Betondecke		18,7	15,3	13,1	11,4	10,1	8,0	6,5	5,4	4,4	3,5	2,8												
Boden -> 31,5 Hz Betondecke		19,3	15,9	13,6	11,9	10,6	8,6	7,0	5,8	4,8	4,0	3,2												
Boden -> 40 Hz Betondecke		19,9	16,7	14,6	13,0	11,7	9,7	8,2	7,0	6,0	5,1	4,3												
Boden -> 50 Hz Betondecke		21,4	18,4	16,3	14,7	13,4	11,4	9,9	8,7	7,6	6,7	5,9												
Boden -> 12,5 Hz Holzdecke		20,9	16,4	13,5	11,3	9,6	7,1	5,3	3,9	2,8	1,9	1,1												
Boden -> 16 Hz Holzdecke		21,3	17,0	14,1	12,0	10,4	8,0	6,3	5,0	4,0	3,1	2,4												
Boden -> 20 Hz Holzdecke		21,9	17,6	14,8	12,8	11,2	8,9	7,2	5,8	4,7	3,8	3,1												
Boden -> 25 Hz Holzdecke		22,6	18,4	15,6	13,5	11,8	9,3	7,5	6,0	4,8	3,8	2,9												
Grenzwert nach 24. BImSchV		30 dB(A)																						

Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45687

3. Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687

Fassung 2015-04.1

Auszug

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen.....	3
3 Begriffe	3
4 QSI-Formblätter	3
4.1 Allgemeines.....	3
4.4 QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015)	3
Literaturhinweise	6

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1

Vorwort

Diese Dokumentation wurde vom Beirats-Sonderausschuss Qualitätsanforderung und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz (NA 001 BR-02 SO) (früher NALS Bei-SoA QS) erstellt. Diese Dokumentation wird in Ergänzung zu DIN 45687 veröffentlicht.

Die Anwender dieser Dokumentation zur Norm DIN 45687 — Hersteller und Benutzer von EDV-Programmen für die Geräuschimmission im Freien — sind hiermit aufgerufen, die Festlegungen anhand von praktischen Problemstellungen zu prüfen und Erfahrungen, eventuelle Ergänzungen und/oder Spezifikationen zu senden an: NALS im DIN und VDI, 10772 Berlin, nals@din.de.

1 Anwendungsbereich

Diese Dokumentation gilt für Software-Erzeugnisse (Programme), mit denen Berechnungen zur Schallausbreitung im Freien vorgenommen werden können. Dem Anwender dieser Dokumentation ist die Vervielfältigung der Tabellen im Abschnitt 4 gestattet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 45687:2006-05, *Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmissionen im Freien — Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in DIN 45687 angegebenen Begriffe.

4 QSI-Formblätter

4.1 Allgemeines

Die Festlegung für den Umgang mit den nachfolgenden Formblättern ist in DIN 45687 festgelegt.

4.4 QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01.01.2015)

Konformitätserklärung; Auszug aus der Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687 in der Fassung 2015-04.1 (Stand 17. April 2015)

ANMERKUNG 1 Dieser Auszug aus der Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687 wurde vom Obmann des dafür zuständigen NA 001 BR-02 SO, Dr. Hirsch, geprüft und bestätigt.

ANMERKUNG 2 Dieses QSI-Formblatt ersetzt das QSI-Formblatt zu Schall 03 in DIN 45687:2006-05, Tabelle B.3.

Als Hersteller des Software-Produktes **SoundPLAN Version 7.4**

erklären wir durch Ankreuzen auf dem folgenden QSI-Formblatt dessen Konformität mit dem vorstehend genannten Regelwerk. Einschränkungen sind erläutert.

Der Hersteller versichert, dass alle auf das Regelwerk bezogenen Testaufgaben aus den Erläuterungen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 17. April 2015 [2] mit einer auf dieses Regelwerk bezogenen Referenzeinstellung des Programms innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen richtig gelöst werden.

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN 45687:2015-04.1

Außerdem versichert er, dass die verwendete Software die Anforderungen der ISO/TR 17534-3:2015 "Acoustics - Software for the calculation of sound outdoors - Part 3: Recommendations for quality assured Implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1" [3] erfüllt.

Backnang, den 04.05.2015



Jochen Schaal
SoundPLAN GmbH

QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar.2015)

Das Programm ermöglicht in der Referenzeinstellung

Tabelle 1 — QSI- Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01.01 2015) [1]

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja ^a	eingeschränkt ^a	nein ^a
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für eine Fahrzeugeinheit nach Gl. 1 und Beiblatt 1 und 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für mehrere Fahrzeugeinheiten nach Gl. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für punkt-, linien- und flächenförmige Quellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3, Gl. 4 bzw. Gl. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Bildung von Teilstücken so, dass bei Halbierung aller Teilstücke bzw. Teilflächen der Immissionsanteil nach Gl. 29 für alle Beiträge am jeweiligen Immissionsort sich um weniger als 0,1 dB verändert.	<input checked="" type="checkbox"/> ¹⁾	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Schalleistungspegels für Teilstücke ks bzw. Teilflächen kF nach Gl. 6 bzw. Gl. 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
das Richtwirkungsmaß nach Kap. 3.5.1 und Gl. 8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
das Raumwinkelmaß nach Kap. 3.5.2 und Gl. 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Fahrzeugarten und der Anzahl der Achsen von Eisenbahnen nach Tab. 3 sowie nach Beiblatt 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 und Gl. 2 unter Berücksichtigung der Verkehrsdaten für Eisenbahnen nach Tab. 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Schallquellenhöhe nach Tab. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit von Eisenbahnen nach Tab. 6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten von Eisenbahnen nach Tab. 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Schallminderungstechniken am Gleis nach Tab. 8;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Brücken nach Tab. 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Punktschallquellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3 unter Berücksichtigung der Schallquellen nach Tab. 10 und Beiblatt 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Linienschallquellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 4 unter Berücksichtigung der Schallquellen nach Tab. 10 und Beiblatt 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Rangier- und Umschlagbahnhöfe nach Gl. 1, Gl. 3 und Gl. 4 unter Berücksichtigung der Auffälligkeiten von Geräuschen nach Tab. 11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN_45687:2015-04.1

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja ^a	eingeschränkt ^a	nein ^a
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Fahrzeugarten und Anzahl der Achsen von Straßenbahnen nach Tab. 12 und sowie nach Beiblatt 2;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Schallquellenhöhe von Straßenbahnen nach Tab. 13;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit für Straßenbahnen nach Tab. 14;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten von Straßenbahnen nach Tab. 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schallleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Brücken bei Straßenbahnen nach Tab. 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch geometrische Ausbreitung nach Gl. 11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Luftabsorption nach Gl. 12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Bodenabsorption über Boden nach Gl. 14 und Gl. 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Reflexion über Wasser nach Gl. 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Bodeneinfluss nach Gl. 13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Hindernissen nach den Vorgaben der Gl. 17 und Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch seitliche Beugung nach Gl. 18 und Gl. 21 mit $C_2=20$ für flächenhafte Bahnanlagen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch seitliche Beugung nach Gl. 18 und Gl. 21 mit $C_2=40$ für Bahnstrecken	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Beugung über ein Hindernis nach Gl. 19 und Gl. 21 mit $C_2=20$ für flächenhafte Bahnanlagen nach Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Beugung über ein Hindernis nach Gl. 19 und Gl. 21 mit $C_2=40$ für Bahnstrecken nach Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Abschirmung durch Hindernisse durch Berechnung von z entsprechend Gl. 26 in Verbindung mit Bild 7".	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Pegelkorrektur für reflektierende Schallschutzwände nach Gl. 20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Abschirmung durch niedrige Schallschutzwände nach Kap. 6.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Pegelerhöhung durch Reflexionen nach Kap. 6.6	<input checked="" type="checkbox"/> ²⁾	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Reflektoren nach der Bedingung gemäß Gl. 27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung des Absorptionsverlustes an Wänden nach Tab. 18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Reflexionen bis einschließlich der 3. Ordnung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung der Schallimmission an einem Immissionsort nach Gl. 29 und Gl. 30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des äquivalenten Dauerschalldruckpegels für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht nach Gl. 31 und Gl. 32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Eisenbahnen nach Gl. 33 und Gl. 34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 35 und Gl. 36	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Straßenbahnen nach Gl. 37 und Gl. 38	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung der Regelung nach §43 Absatz 1, Satz 2 und 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 02.Juli 2013	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
^a Zutreffendes ankreuzen, ggfs. mit Kennzahl bezeichnen und auf Beiblatt erläutern.			

- 1) Der in SoundPLAN implementierte, dynamische Teilungsalgorithmus für Linien- und Flächenschallquellen berücksichtigt zusätzlich Parameter und geht somit über das in der Richtlinie [1] beschriebene Iterationsverfahren hinaus und erzielt damit mindestens die geforderte Genauigkeit.

- 2) Weder die Schall03 [1] noch der Erläuterungsbericht [2] enthalten eine Aussage wie mit gebeugten Reflexionen zu verfahren ist. In SoundPLAN tragen gebeugte Schallstrahlen zum Immissionspegel bei.

Literaturhinweise

- [1] Anlage 2 der 16. BImSchV in der Fassung vom 1.1.2015, Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)¹⁾
- [2] Erläuterungen zur Anlage 2 der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung — 16. BImSchV) Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03); Teil 1: Erläuterungsbericht, Stand 19. Dezember 2014 und Teil 2: Testaufgaben, Stand 17. April 2015²⁾
- [3] ISO/TR 17534-3:2015, Acoustics -- Software for the calculation of sound outdoors — Part 3: Recommendations for quality assured Implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1, ISO, Geneva

1) zu beziehen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18, Invalidenstraße 44, 10115 Berlin; http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav#bgbl.%2F%2F*%58%40attr.Id%3D%27bgbl1114s2269.pdf%27%5D1419325978127

2) zu beziehen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18, Invalidenstraße 44, 10115 Berlin; <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/AnlageNerkehrUndMobilitaet/Schiene/verkehrslaermschutzvo-schall-03-testaufgaben.pdf?blob=publicationFile>