

TEXTE

07/2017

TUNE ULR Technisch wissenschaftliche Unterstützung bei der Novellierung der EU- Umgebungslärmrichtlinie

**Arbeitspaket 4: Vergleichsrechnungen zu europäisch
harmonisierten Berechnungsmethoden**

TEXTE 07/2017

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3712 55 101

TUNE ULR Technisch wissenschaftliche Unterstützung bei der Novellierung der EU- Umgebungslärmrichtlinie

Arbeitspaket 4: Vergleichsrechnungen zu europäisch harmonisierten
Berechnungsmethoden

von

Dipl.-Ing. Mirco Bachmeier (Leitung), Dipl.-Ing. (FH) Frank Heidebrunn
LÄRMKONTOR GmbH, Hamburg

im Unterauftrag von

LK Argus GmbH, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

LÄRMKONTOR GmbH
Altonaer Poststraße 13 b
22767 Hamburg

Abschlussdatum:

August 2016 – aktualisiert im Mai 2017

Redaktion:

Fachgebiet I 3.4 Lärminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen
Matthias Hintzsche

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juli 2017

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3712 55 101 finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Die Europäische Union hat die **Richtlinie (EU) 2015/996 der Kommission vom 19. Mai 2015 zur Festlegung gemeinsamer Lärmbewertungsmethoden gemäß der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates** erlassen. Danach ist die Rechenvorschrift CNOSSOS in deutsches Recht umzusetzen.

Der vorliegende Bericht gibt für die Lärmarten Verkehr (Straße, Schiene) und Gewerbe einen ersten Überblick über die Rechenergebnisse unter Berücksichtigung der Rechenvorschrift CNOSSOS im Vergleich zu den bereits bestehenden nationalen Regelwerken. Dabei wurden Vergleichsrechnungen anhand von 30 einfachen Testaufgaben durchgeführt, die Ergebnisse detailliert dokumentiert und abschließend untereinander verglichen. Des Weiteren sind vergleichende Berechnungen an einer komplexen Rechenaufgabe (mittelgroße Stadt) durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind in Form von Schallimmissionsrastern für die Zeiträume DEN oder Tag sowie Night/Nacht und in Form von Betroffenenzahlen dokumentiert.

Abstract

The European Union has adopted Directive (EU) 2015/996 of the Commission of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods in accordance with Directive 2002/49 / EC of the European Parliament and Council. Therefore, the calculation method CNOSSOS is to be implemented into German law.

This report provides a first overview on the calculation results for transportation noise (road, rail) and industrial noise, taking into account the calculation method CNOSSOS compared to the existing national regulations. Comparative calculations were carried out based on 30 simple test tasks. The results were documented in detail and finally compared. Furthermore, comparative calculations on a complex situation (medium-sized town) have been carried out. The results are documented in the form of noise maps (for the periods DEN or Day and Night) and number of persons affected.

Inhaltsverzeichnis

1	Abbildungsverzeichnis	8
2	Tabellenverzeichnis	9
3	Abkürzungsverzeichnis	20
4	Anlagenverzeichnis	23
5	Zusammenfassung	24
5.1	Vergleichsaufgaben	24
5.2	Fragestellungen und Anmerkungen aus der Beschreibung von CNOSSOS-EU	27
5.3	Anpassung der nationalen Bewertungsverfahren	31
6	Summary	35
6.1	Comparative problems	35
6.2	Questions and remarks with respect to the description of CNOSSOS-EU	38
6.3	Adaptation of national assessment procedures	41
7	Aufgabenstellung	46
8	Allgemeine Angaben zu den einfachen Vergleichsaufgaben	47
8.1	Allgemeine Grundbedingungen	47
8.2	Straßenverkehr	47
8.3	Schienenverkehr	48
8.4	Gewerbe	48
9	Einfache Vergleichsaufgaben	48
9.1	Straße	48
1.	Basissituation Straße (Emission)	50
2.	Variation Verkehrsmenge (Emission)	56
3.	Variation Kreuzungszuschlag (Emission)	62
4.	Variation Fahrbahnbreite (Emission)	68
5.	Variation Abstand	80
6.	Variation Untergrund	86
7.	Variation Gefälle	93
8.	Variation Einschnitt	99
9.	Variation Lärmschutzwand und Fahrbahnbreite	107
10.	Variation Reflexion 1. Ordnung	122
11.	Variation Reflexion 2. Ordnung	130
9.2	Schiene	139
12.	Basissituation Schiene (Emission)	139

13.	Variation Geschwindigkeit (Emission)	148
14.	Variation Bremsen (Emission).....	155
15.	Variation Zugtyp (Emission).....	162
16.	Variation Meteorologie	166
17.	Variation Untergrund	173
18.	Variation Hindernis.....	181
19.	Variation Lärmschutzwand 1	192
20.	Variation Gelände.....	202
21.	Variation Lärmschutzwand 2	212
22.	Variation Hindernis.....	222
9.3	Gewerbe	232
23.	Basissituation Gewerbe (Emission)	232
24.	Variation Schallquelle, Gewerbe (Emission).....	234
25.	Variation Meteorologie / L_{DEN}	236
26.	Variation Quellhöhe.....	238
27.	Variation Hindernis 1	240
28.	Variation Quellhöhe und Untergrund.....	244
29.	Variation Hindernis 2	247
30.	Variation Hindernistyp	251
10	Komplexe Vergleichsaufgabe	255
10.1	Ergebnisse.....	255
10.2	Vorgehensweisen bei der konkreten Implementierung zur Eisenbahn	257
10.3	Rollgeräusche der Eisenbahn	257
10.4	Auswahl der Emissionsparameter der Eisenbahn	258
10.5	Emissionsdaten Schiene VBUSch zu CNOSSOS.....	259
11	Fragestellungen und Anmerkungen aus der Beschreibung von CNOSSOS-EU	268
11.1	Allgemeines.....	268
11.2	Straßenverkehr	269
11.3	Schienenverkehr	269
11.4	Gewerbe	270
12	Anpassung der nationalen Bewertungsverfahren.....	271
12.1	Allgemeines.....	271
12.2	Straßenverkehr	271
12.3	Schienenverkehr	272

12.4 Gewerbe	273
12.5 Fazit des Arbeitspaketes 4	274
ANLAGEN.....	275

1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung Beispiel 1	50
Abbildung 2: Darstellung Beispiel 2	56
Abbildung 3: Darstellung Beispiel 3	62
Abbildung 4: Darstellung Beispiel 4	69
Abbildung 5: Darstellung Beispiel 5	80
Abbildung 6: Darstellung Beispiel 6	87
Abbildung 7: Darstellung Beispiel 7	93
Abbildung 8: Darstellung Beispiel 8	100
Abbildung 9: Darstellung Beispiel 9	108
Abbildung 10: Darstellung Beispiel 10	123
Abbildung 11: Darstellung Beispiel 11	131
Abbildung 12: Darstellung Beispiel 12	140
Abbildung 13: Darstellung Beispiel 13	148
Abbildung 14: Darstellung Beispiel 14	155
Abbildung 15: Darstellung Beispiel 15	162
Abbildung 16: Darstellung Beispiel 16	166
Abbildung 17: Darstellung Beispiel 17	174
Abbildung 18: Darstellung Beispiel 18	182
Abbildung 19: Darstellung Beispiel 19	193
Abbildung 20: Darstellung Beispiel 20	203
Abbildung 21: Darstellung Beispiel 21	213
Abbildung 22: Darstellung Beispiel 22	223
Abbildung 23: Darstellung Beispiel 23	232
Abbildung 24: Darstellung Beispiel 24	234
Abbildung 25: Darstellung Beispiel 25	236
Abbildung 26: Darstellung Beispiel 26	238
Abbildung 27: Darstellung Beispiel 27	240
Abbildung 28: Darstellung Beispiel 28	245
Abbildung 29: Darstellung Beispiel 29	248
Abbildung 30: Darstellung Beispiel 30	252

2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Abkürzungen	20
Tabelle 2: Betroffenenzahlen Straßenverkehr DEN	26
Tabelle 3: Betroffenenzahlen Straßenverkehr Night	26
Tabelle 4: Betroffenenzahlen Schienenverkehr DEN	26
Tabelle 5: Betroffenenzahlen Schienenverkehr Night	26
Tabelle 6: Betroffenenzahlen Gewerbe DEN	26
Tabelle 7: Betroffenenzahlen Gewerbe Night	27
Tabelle 8: Indices	47
Tabelle 9: Emissionsangaben Straßenverkehr RLS-90 & VBUS	47
Tabelle 10: Emissionsangaben Schienenverkehr Schall03	48
Tabelle 11: Emissionsangaben Schienenverkehr VBUSCH	48
Tabelle 12: Beispiel 1 - Geometrie	50
Tabelle 13: Beispiel 1 - Emissionsparameter	51
Tabelle 14: Beispiel 1 - Emissionspegel	55
Tabelle 15: Beispiel 1 - Ausbreitungsparameter	55
Tabelle 16: Beispiel 1 - Immissionspegel	55
Tabelle 17: Beispiel 1 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	55
Tabelle 18: Beispiel 2 - Geometrie	56
Tabelle 19: Beispiel 2 - Emissionsparameter	57
Tabelle 20: Beispiel 2 - Emissionspegel	61
Tabelle 21: Beispiel 2 - Ausbreitungsparameter	61
Tabelle 22: Beispiel 2 - Immissionspegel	61
Tabelle 23: Beispiel 2 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	61
Tabelle 24: Beispiel 3 - Geometrie	62
Tabelle 25: Beispiel 3 - Emissionsparameter	63
Tabelle 26: Beispiel 3 - Emissionspegel	67
Tabelle 27: Beispiel 3 - Ausbreitungsparameter	67
Tabelle 28: Beispiel 3 - Immissionspegel	67
Tabelle 29: Beispiel 3 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	67
Tabelle 30: Beispiel 4 - Geometrie	68
Tabelle 31: Beispiel 4 - Emissionsparameter Klasse 1	70
Tabelle 32: Beispiel 4 - Emissionsparameter Klasse 2&3	74
Tabelle 33: Beispiel 4 - Emissionspegel	78

Tabelle 34: Beispiel 4 - Ausbreitungsparameter	78
Tabelle 35: Beispiel 4 - Immissionspegel.....	79
Tabelle 36: Beispiel 4 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	79
Tabelle 37: Beispiel 5 - Geometrie	80
Tabelle 38: Beispiel 5 - Emissionsparameter	81
Tabelle 39: Beispiel 5 - Emissionspegel	85
Tabelle 40: Beispiel 5 - Ausbreitungsparameter.....	85
Tabelle 41: Beispiel 5 - Immissionspegel.....	85
Tabelle 42: Beispiel 5 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	85
Tabelle 43: Beispiel 6 - Geometrie	86
Tabelle 44: Beispiel 6 - Emissionsparameter	88
Tabelle 45: Beispiel 6 - Emissionspegel	92
Tabelle 46: Beispiel 6 - Ausbreitungsparameter.....	92
Tabelle 47: Beispiel 6 - Immissionspegel.....	92
Tabelle 48: Beispiel 6 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	92
Tabelle 49: Beispiel 7 - Geometrie	93
Tabelle 50: Beispiel 7 - Emissionsparameter	94
Tabelle 51: Beispiel 7 - Emissionspegel	98
Tabelle 52: Beispiel 7 - Ausbreitungsparameter.....	98
Tabelle 53: Beispiel 7 - Immissionspegel.....	98
Tabelle 54: Beispiel 7 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	98
Tabelle 55: Beispiel 8 - Geometrie	99
Tabelle 56: Beispiel 8 - Emissionsparameter	101
Tabelle 57: Beispiel 8 - Emissionspegel	105
Tabelle 58: Beispiel 8 - Ausbreitungsparameter (Geometrie).....	105
Tabelle 59: Beispiel 8 - Ausbreitungsparameter.....	105
Tabelle 60: Beispiel 8 - Ausbreitungsparameter SO.....	105
Tabelle 61: Beispiel 8 - Ausbreitungsparameter OR.....	106
Tabelle 62: Beispiel 8 - Immissionspegel.....	106
Tabelle 63: Beispiel 8 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	106
Tabelle 64: Beispiel 9 - Geometrie	107
Tabelle 65: Beispiel 9 - Emissionsparameter Klasse 1	109
Tabelle 66: Beispiel 9 - Emissionsparameter Klasse 2&3	113
Tabelle 67: Beispiel 9 - Emissionspegel Klasse 1	117

Tabelle 68: Beispiel 9 - Emissionspegel Klasse 2&3	117
Tabelle 69: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter (Klasse 1, naher Fahrstreifen)	117
Tabelle 70: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter (Klasse 1, ferner Fahrstreifen)	117
Tabelle 71: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter (Klasse 2&3, naher Fahrstreifen)	119
Tabelle 72: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter (Klasse 2&3, ferner Fahrstreifen)	119
Tabelle 73: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter SO (Klasse 1, naher Fahrstreifen)	119
Tabelle 74: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter SO (Klasse 1, ferner Fahrstreifen)	120
Tabelle 75: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter SO (Klasse 2&3, naher Fahrstreifen)	120
Tabelle 76: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter SO (Klasse 2&3, ferner Fahrstreifen)	120
Tabelle 77: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter OR	120
Tabelle 78: Beispiel 9 - Immissionspegel	121
Tabelle 79: Beispiel 9 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	121
Tabelle 80: Beispiel 10 - Reflexionseigenschaften der seitlichen Wand	122
Tabelle 81: Beispiel 10 - Geometrie	122
Tabelle 82: Beispiel 10 - Emissionsparameter	124
Tabelle 83: Beispiel 10 - Emissionspegel	128
Tabelle 84: Beispiel 10 - Ausbreitungsparameter (direkte Ausbreitung)	128
Tabelle 85: Beispiel 10 - Immissionspegel (linear & A-bewertet, direkte Ausbreitung)	128
Tabelle 86: Beispiel 10 - Reflexionspunkt	128
Tabelle 87: Beispiel 10 - Ausbreitungsparameter (Reflexionsweg)	128
Tabelle 88: Beispiel 10 - Immissionspegel (linear & A-bewertet aus Reflexionsweg)	129
Tabelle 89: Beispiel 10 - Immissionspegel	129
Tabelle 90: Beispiel 10 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	129
Tabelle 91: Beispiel 11 - Reflexionseigenschaften der seitlichen Wand	130
Tabelle 92: Beispiel 11 - Geometrie	130
Tabelle 93: Beispiel 11 - Emissionsparameter	132
Tabelle 94: Beispiel 11 - Emissionspegel	136
Tabelle 95: Beispiel 11 - Ausbreitungsparameter (direkte Ausbreitung)	136
Tabelle 96: Beispiel 11 - Immissionspegel (linear & A-bewertet, direkte Ausbreitung)	136
Tabelle 97: Beispiel 11 - Reflexionspunkt	136
Tabelle 98: Beispiel 11 - Ausbreitungsparameter (Reflexionsweg)	137
Tabelle 99: Beispiel 11 - Immissionspegel (linear & A-bewertet, Reflexionsweg)	137

Tabelle 100: Beispiel 11 - Immissionspegel.....	137
Tabelle 101: Beispiel 11 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	138
Tabelle 102: Beispiel 12 - Geometrie	139
Tabelle 103: Beispiel 12 - Emissionsparameter Lok I.....	141
Tabelle 104: Beispiel 12 - Emissionsparameter Lok II.....	141
Tabelle 105: Beispiel 12 - Emissionsparameter Lok III	142
Tabelle 106: Beispiel 12 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	142
Tabelle 107: Beispiel 12 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	143
Tabelle 108: Beispiel 12 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	144
Tabelle 109: Beispiel 12 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	144
Tabelle 110: Beispiel 12 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	145
Tabelle 111: Beispiel 12 - Emissionsparameter Kesselwagen III	146
Tabelle 112: Beispiel 12 - Emissionsparameter Zug	146
Tabelle 113: Beispiel 12 - Ausbreitungsparameter	146
Tabelle 114: Beispiel 12 - Immissionspegel.....	146
Tabelle 115: Beispiel 12 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	147
Tabelle 116: Beispiel 13 - Geometrie	148
Tabelle 117: Beispiel 13 - Emissionsparameter Lok I.....	149
Tabelle 118: Beispiel 13 - Emissionsparameter Lok II.....	149
Tabelle 119: Beispiel 13 - Emissionsparameter Lok III	150
Tabelle 120: Beispiel 13 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	150
Tabelle 121: Beispiel 13 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	151
Tabelle 122: Beispiel 13 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	152
Tabelle 123: Beispiel 13 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	152
Tabelle 124: Beispiel 13 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	153
Tabelle 125: Beispiel 13 - Emissionsparameter Kesselwagen III	154
Tabelle 126: Beispiel 13 - Emissionsparameter Zug	154
Tabelle 127: Beispiel 13 - Ausbreitungsparameter	154
Tabelle 128: Beispiel 13 - Immissionspegel.....	154
Tabelle 129: Beispiel 13 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	154
Tabelle 130: Beispiel 14 - Geometrie	155
Tabelle 131: Beispiel 14 - Emissionsparameter Lok I.....	156
Tabelle 132: Beispiel 14 - Emissionsparameter Lok II.....	156
Tabelle 133: Beispiel 14 - Emissionsparameter Lok III	157

Tabelle 134: Beispiel 14 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	157
Tabelle 135: Beispiel 14 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	158
Tabelle 136: Beispiel 14 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	159
Tabelle 137: Beispiel 14 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	159
Tabelle 138: Beispiel 14 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	160
Tabelle 139: Beispiel 14 - Emissionsparameter Kesselwagen III.....	161
Tabelle 140: Beispiel 14 - Emissionsparameter Zug	161
Tabelle 141: Beispiel 14 - Ausbreitungsparameter.....	161
Tabelle 142: Beispiel 14 - Immissionspegel.....	161
Tabelle 143: Beispiel 14 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	161
Tabelle 144: Beispiel 15 - Geometrie	162
Tabelle 145: Beispiel 15 - Emissionsparameter ICE I	163
Tabelle 146: Beispiel 15 - Emissionsparameter ICE II.....	163
Tabelle 147: Beispiel 15 - Emissionsparameter ICE III.....	164
Tabelle 148: Beispiel 15 - Ausbreitungsparameter.....	164
Tabelle 149: Beispiel 15 - Immissionspegel.....	165
Tabelle 150: Beispiel 15 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	165
Tabelle 151: Beispiel 16 - Geometrie	166
Tabelle 152: Beispiel 16 - Emissionsparameter Lok I.....	167
Tabelle 153: Beispiel 16 - Emissionsparameter Lok II.....	167
Tabelle 154: Beispiel 16 - Emissionsparameter Lok III	168
Tabelle 155: Beispiel 16 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	168
Tabelle 156: Beispiel 16 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	169
Tabelle 157: Beispiel 16 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	170
Tabelle 158: Beispiel 16 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	170
Tabelle 159: Beispiel 16 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	171
Tabelle 160: Beispiel 16 - Emissionsparameter Kesselwagen III.....	171
Tabelle 161: Beispiel 16 - Emissionsparameter Zug	172
Tabelle 162: Beispiel 16 - Ausbreitungsparameter.....	172
Tabelle 163: Beispiel 16 - Immissionspegel.....	172
Tabelle 164: Beispiel 16 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	172
Tabelle 165: Beispiel 17 - Geometrie	173
Tabelle 166: Beispiel 17 - Emissionsparameter Lok I.....	174
Tabelle 167: Beispiel 17 - Emissionsparameter Lok II.....	175

Tabelle 168: Beispiel 17 - Emissionsparameter Lok III	176
Tabelle 169: Beispiel 17 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	176
Tabelle 170: Beispiel 17 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	176
Tabelle 171: Beispiel 17 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	177
Tabelle 172: Beispiel 17 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	178
Tabelle 173: Beispiel 17 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	178
Tabelle 174: Beispiel 17 - Emissionsparameter Kesselwagen III.....	179
Tabelle 175: Beispiel 17 - Emissionsparameter Zug	179
Tabelle 176: Beispiel 17 - Ausbreitungsparameter	180
Tabelle 177: Beispiel 17 - Immissionspegel.....	180
Tabelle 178: Beispiel 17 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	180
Tabelle 179: Beispiel 18 - Geometrie	181
Tabelle 180: Beispiel 18 - Emissionsparameter Lok I.....	183
Tabelle 181: Beispiel 18 - Emissionsparameter Lok II.....	183
Tabelle 182: Beispiel 18 - Emissionsparameter Lok III	184
Tabelle 183: Beispiel 18 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	185
Tabelle 184: Beispiel 18 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	185
Tabelle 185: Beispiel 18 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	186
Tabelle 186: Beispiel 18 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	186
Tabelle 187: Beispiel 18 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	187
Tabelle 188: Beispiel 18 - Emissionsparameter Kesselwagen III.....	188
Tabelle 189: Beispiel 18 - Emissionsparameter Zug	188
Tabelle 190: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)	188
Tabelle 191: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter A	188
Tabelle 192: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter A SO	189
Tabelle 193: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter A OR	189
Tabelle 194: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)	189
Tabelle 195: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter B	189
Tabelle 196: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter B SO	190
Tabelle 197: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter B OR	190
Tabelle 198: Beispiel 18 - Immissionspegel.....	190
Tabelle 199: Beispiel 18 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	190
Tabelle 200: Beispiel 19 - Geometrie	192
Tabelle 201: Beispiel 19 - Emissionsparameter Lok I.....	194

Tabelle 202: Beispiel 19 - Emissionsparameter Lok II	194
Tabelle 203: Beispiel 19 - Emissionsparameter Lok III	195
Tabelle 204: Beispiel 19 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	196
Tabelle 205: Beispiel 19 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	196
Tabelle 206: Beispiel 19 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	197
Tabelle 207: Beispiel 19 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	197
Tabelle 208: Beispiel 19 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	198
Tabelle 209: Beispiel 19 - Emissionsparameter Kesselwagen III.....	199
Tabelle 210: Beispiel 19 - Emissionsparameter Zug	199
Tabelle 211: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)	199
Tabelle 212: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter A	199
Tabelle 213: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter A SO	200
Tabelle 214: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter A OR	200
Tabelle 215: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)	200
Tabelle 216: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter B	200
Tabelle 217: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter B SO	201
Tabelle 218: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter B OR	201
Tabelle 219: Beispiel 19 - Immissionspegel.....	201
Tabelle 220: Beispiel 19 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	201
Tabelle 221: Beispiel 20 - Geometrie	202
Tabelle 222: Beispiel 20 - Emissionsparameter Lok I.....	204
Tabelle 223: Beispiel 20 - Emissionsparameter Lok II.....	204
Tabelle 224: Beispiel 20 - Emissionsparameter Lok III	205
Tabelle 225: Beispiel 20 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	206
Tabelle 226: Beispiel 20 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	206
Tabelle 227: Beispiel 20 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	207
Tabelle 228: Beispiel 20 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	207
Tabelle 229: Beispiel 20 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	208
Tabelle 230: Beispiel 20 - Emissionsparameter Kesselwagen III.....	209
Tabelle 231: Beispiel 20 - Emissionsparameter Zug	209
Tabelle 232: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)	209
Tabelle 233: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter A	209
Tabelle 234: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter A SO	210
Tabelle 235: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter A OR	210

Tabelle 236: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)	210
Tabelle 237: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter B	210
Tabelle 238: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter B SO	211
Tabelle 239: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter B OR	211
Tabelle 240: Beispiel 20 - Immissionspegel.....	211
Tabelle 241: Beispiel 20 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	211
Tabelle 242: Beispiel 21 - Geometrie	212
Tabelle 243: Beispiel 21 - Emissionsparameter Lok I.....	214
Tabelle 244: Beispiel 21 - Emissionsparameter Lok II.....	214
Tabelle 245: Beispiel 21 - Emissionsparameter Lok III	215
Tabelle 246: Beispiel 21 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	216
Tabelle 247: Beispiel 21 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	216
Tabelle 248: Beispiel 21 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	217
Tabelle 249: Beispiel 21 - Emissionsparameter Kesselwagen I.....	217
Tabelle 250: Beispiel 21 - Emissionsparameter Kesselwagen II.....	218
Tabelle 251: Beispiel 21 - Emissionsparameter Kesselwagen III.....	219
Tabelle 252: Beispiel 21 - Emissionsparameter Zug	219
Tabelle 253: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)	219
Tabelle 254: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter A	219
Tabelle 255: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter A SO	220
Tabelle 256: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter A OR	220
Tabelle 257: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)	220
Tabelle 258: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter B	220
Tabelle 259: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter B SO	221
Tabelle 260: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter B OR	221
Tabelle 261: Beispiel 21 - Immissionspegel.....	221
Tabelle 262: Beispiel 21 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	221
Tabelle 263: Beispiel 22 - Geometrie	222
Tabelle 264: Beispiel 22 - Emissionsparameter Lok I.....	224
Tabelle 265: Beispiel 22 - Emissionsparameter Lok II.....	224
Tabelle 266: Beispiel 22 - Emissionsparameter Lok III	225
Tabelle 267: Beispiel 22 - Emissionsparameter Standard-Waggon I.....	226
Tabelle 268: Beispiel 22 - Emissionsparameter Standard-Waggon II.....	226
Tabelle 269: Beispiel 22 - Emissionsparameter Standard-Waggon III.....	227

Tabelle 270: Beispiel 22 - Emissionsparameter Kesselwagen I	227
Tabelle 271: Beispiel 22 - Emissionsparameter Kesselwagen II	228
Tabelle 272: Beispiel 22 - Emissionsparameter Kesselwagen III	229
Tabelle 273: Beispiel 22 - Emissionsparameter Zug	229
Tabelle 274: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)	229
Tabelle 275: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter A	229
Tabelle 276: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter A SO	230
Tabelle 277: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter A OR	230
Tabelle 278: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)	230
Tabelle 279: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter B	230
Tabelle 280: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter B SO	231
Tabelle 281: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter B OR	231
Tabelle 282: Beispiel 22 - Immissionspegel.....	231
Tabelle 283: Beispiel 22 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	231
Tabelle 284: Beispiel 23 - Geometrie	232
Tabelle 285: Beispiel 23 - Emissionspegel.....	232
Tabelle 286: Beispiel 23 - Ausbreitungsparameter	233
Tabelle 287: Beispiel 23 - Immissionspegel.....	233
Tabelle 288: Beispiel 23 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	233
Tabelle 289: Beispiel 24 - Geometrie	234
Tabelle 290: Beispiel 24 - Emissionspegel.....	234
Tabelle 291: Beispiel 24 - Ausbreitungsparameter	235
Tabelle 292: Beispiel 24 - Immissionspegel.....	235
Tabelle 293: Beispiel 24 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	235
Tabelle 294: Beispiel 25 - Geometrie	236
Tabelle 295: Beispiel 25 - Emissionspegel.....	236
Tabelle 296: Beispiel 25 - Ausbreitungsparameter	237
Tabelle 297: Beispiel 25 - Immissionspegel.....	237
Tabelle 298: Beispiel 25 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	237
Tabelle 299: Beispiel 26 - Geometrie	238
Tabelle 300: Beispiel 26 - Emissionspegel.....	238
Tabelle 301: Beispiel 26 - Ausbreitungsparameter	239
Tabelle 302: Beispiel 26 - Immissionspegel.....	239
Tabelle 303: Beispiel 26 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	239

Tabelle 304: Beispiel 27 - Geometrie	240
Tabelle 305: Beispiel 27 - Emissionspegel.....	240
Tabelle 306: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter über Hindernis (Geometrie)	241
Tabelle 307: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter über Hindernis	241
Tabelle 308: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter über Hindernis SO	241
Tabelle 309: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter über Hindernis OR	241
Tabelle 310: Beispiel 27 - Emissionspegel.....	242
Tabelle 311: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter seitliche Beugung.....	242
Tabelle 312: Beispiel 27 - Immissionspegel.....	242
Tabelle 313: Beispiel 27 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	242
Tabelle 314: Beispiel 28 - Geometrie	244
Tabelle 315: Beispiel 28 - Emissionspegel.....	244
Tabelle 316: Beispiel 28 - Ausbreitungsparameter	246
Tabelle 317: Beispiel 28 - Immissionspegel.....	246
Tabelle 318: Beispiel 28 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	246
Tabelle 319: Beispiel 29 - Geometrie	247
Tabelle 320: Beispiel 29 - Emissionspegel.....	247
Tabelle 321: Beispiel 29 - Ausbreitungsparameter (Geometrie).....	249
Tabelle 322: Beispiel 29 - Ausbreitungsparameter	249
Tabelle 323: Beispiel 29 - Ausbreitungsparameter SO	249
Tabelle 324: Beispiel 29 - Ausbreitungsparameter OR	249
Tabelle 325: Beispiel 29 - Immissionspegel.....	250
Tabelle 326: Beispiel 29 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	250
Tabelle 327: Beispiel 30 - Geometrie	251
Tabelle 328: Beispiel 30 - Emissionspegel.....	251
Tabelle 329: Beispiel 30 - Ausbreitungsparameter (Geometrie).....	253
Tabelle 330: Beispiel 30 - Ausbreitungsparameter	253
Tabelle 331: Beispiel 30 - Ausbreitungsparameter SO	253
Tabelle 332: Beispiel 30 - Ausbreitungsparameter OR	253
Tabelle 333: Beispiel 30 - Immissionspegel.....	254
Tabelle 334: Beispiel 30 - Vergleich der Berechnungsvorschriften	254
Tabelle 335: Betroffenenzahlen Straßenverkehr DEN	256
Tabelle 336: Betroffenenzahlen Straßenverkehr Night	256
Tabelle 337: Betroffenenzahlen Schienenverkehr DEN	256

Tabelle 338: Betroffenenzahlen Schienenverkehr Night	256
Tabelle 339: Betroffenenzahlen Gewerbe DEN	256
Tabelle 340: Betroffenenzahlen Gewerbe Night	257
Tabelle 341: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Nord (Tag / Abend)	259
Tabelle 342: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Nord (Nacht)	259
Tabelle 343: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Südwest (Tag / Abend)	260
Tabelle 344: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Südwest (Nacht).....	260
Tabelle 345: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Südost (Tag / Abend).....	260
Tabelle 346: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Südost (Nacht).....	261
Tabelle 347: Emissionsdaten CNOSSOS Strecke Nord	262
Tabelle 348: Emissionsdaten CNOSSOS Strecke Südwest.....	263
Tabelle 349: Emissionsdaten CNOSSOS Strecke Südost.....	265

3 Abkürzungsverzeichnis

CNOSSOS-EU	Common Noise Assessment Methods in the EU (kurz: CNOSSOS)
ISO 9613	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 1: Berechnung der Schallabsorption durch die Luft Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
ISO/TR 17534-3	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
RLS-90	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen
Schall03	Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege
TA Lärm	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm)
VBEB	Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm
VBUI	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm durch Industrie und Gewerbe
VBUS	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen
VBUSch	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen

Tabelle 1: Abkürzungen

Zeichen	Einheit	Bedeutung
$A_{3,i}$	dB	Kontaktfilter nach Tabelle G-2
A_{atm}	dB	Abschwächung aufgrund von Luftabsorption
$A_{dif,F}$	dB	Abschwächung aufgrund der gesamten Beugung, günstige Bedingungen
$A_{dif,H}$	dB	Abschwächung aufgrund der gesamten Beugung, homogene Bedingungen
A_{div}	dB	Abschwächung aufgrund geometrischer Zerstreuung
$A_{ground,F}$	dB	Abschwächung aufgrund des Bodens bei günstigen Bedingungen
$A_{ground,H}$	dB	Abschwächung aufgrund des Bodens bei homogenen Bedingungen
A_{refl}	dB	Anschwächung durch Reflexion
b_{OR}	-	Bezugshöhe der mittleren Grundebene ($f = m \cdot x + b$) zwischen O und R
b_{SO}	-	Bezugshöhe der mittleren Grundebene ($f = m \cdot x + b$) zwischen S und O
d	m	3D-Entfernung zwischen Quelle und Empfänger
d_p	m	Auf die mittlere Grundebene bezogene Entfernung zwischen Quelle und Empfänger
f	Hz	Frequenz
G	-	Akustische Absorption (dimensionslos)
G'_{path}	-	Korrigierter Bodenfaktor
G_{path}	-	Bodenfaktor
L_{day}	dB / dB(A)	Schallpegel für den Tag (6:00 - 18:00 Uhr)
$L_{evening}$	dB / dB(A)	Schallpegel für den Abend (18:00 - 22:00 Uhr)

Zeichen	Einheit	Bedeutung
$L_{H,TR,i}$	dB	Koeffizient für Unterbau nach Tabelle G-3
$L_{H,VEH,i}$	dB	Koeffizient für Rad nach Tabelle G-3
$L_{H,VEHSUP,i}$	dB	Koeffizient für Fahrzeugtyp nach Tabelle G-3
L_{night}	dB / dB(A)	Schallpegel für die Nacht (22:00 - 6:00 Uhr)
$L_{R,TOT,i}$	dB	Auswirkung der Gesamtraumheit
$L_{r,TR,i}$	dB	Koeffizient für Schienentyp nach Tabelle G-1
$L_{r,VEH,i}$	dB	Koeffizient für Bremsentyp nach Tabelle G-1
$L_{W,0,CONST,i}$	dB	Antriebsgeräusche
$L_{W,0,TR,i}$	dB	Schienentransferfunktion
$L_{W,0,VEH,i}$	dB	Fahrzeugtransferfunktion
$L_{W,0,VEHSUP,i}$	dB	Aufbautentransferfunktion
$LW'_{eq,line,i}(\psi,\varphi)$	dB	gerichtete Schallleistung je Meter Linienschallquelle im Frequenzband i für
$LW'_{eq,line,i,m}$	dB	gerichtete Schallleistung je Meter Linienschallquelle im Frequenzband i der Fahrzeugklasse m
$LWP_{i,m}$	dB	Schallleistung der Motorengeräusche
$LWR_{i,m}$	dB	Schallleistung der Rollgeräusche
M_a	Stück	Stündliche Verkehrsstärke in Fahrzeugen am Abend (18:00 bis 22:00 Uhr)
M_n	Stück	Stündliche Verkehrsstärke in Fahrzeugen in der Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr)
m_{OR}	-	Steigung der mittleren Grundebene ($f = m \cdot x + b$) zwischen O und R
m_{SO}	-	Steigung der mittleren Grundebene ($f = m \cdot x + b$) zwischen S und O
M_t	Stück	Stündliche Verkehrsstärke in Fahrzeugen am Tag (6:00 bis 18:00 Uhr)
$O/O_1/O_2$	-	Beugungspunkte
R	-	Immissionsort
R'	-	Spiegelempfänger bezogen auf mittlere Grundebene
S	-	Emissionsort
S'	-	Spiegelquelle bezogen auf mittlere Grundebene
X	m	X-Koordinate
Y	m	Y-Koordinate
Z	m	Z-Koordinate
z_r	m	Auf die mittlere Grundebene bezogene Höhe des Empfängers
$z_{r,F}$	m	Auf die mittlere Grundebene bezogene Höhe des Empfängers, für günstige Ausbreitungsbedingungen
$z_{r,H}$	m	Auf die mittlere Grundebene bezogene Höhe des Empfängers, für homogene Ausbreitungsbedingungen
z_s	m	Auf die mittlere Grundebene bezogene Höhe der Quelle
$z_{s,F}$	m	Auf die mittlere Grundebene bezogene Höhe der Quelle, für günstige Ausbreitungsbedingungen
$z_{s,H}$	m	Auf die mittlere Grundebene bezogene Höhe der Quelle, für homogene Ausbreitungsbedingungen
α	-	Absorptionskoeffizient gemäß DIN 1793-1:2013
δ'	m	Welängendifferenz der Retrobeugung

Zeichen	Einheit	Bedeutung
$\Delta_{\text{dif}(S,R),F}$	dB	Beugung bei Ausbreitungsweg zwischen S und R, günstige Bedingungen
$\Delta_{\text{dif}(S,R),H}$	dB	Beugung bei Ausbreitungsweg zwischen S und R, homogene Bedingungen
$\Delta_{\text{dif}(S,R'),F}$	dB	Beugung bei Ausbreitungsweg zwischen S und R', günstige Bedingungen
$\Delta_{\text{dif}(S,R'),H}$	dB	Beugung bei Ausbreitungsweg zwischen S und R', homogene Bedingungen
$\Delta_{\text{dif}(S',R),F}$	dB	Beugung bei Ausbreitungsweg zwischen S' und R, günstige Bedingungen
$\Delta_{\text{dif}(S',R),H}$	dB	Beugung bei Ausbreitungsweg zwischen S' und R, homogene Bedingungen
$\delta_F(S'R)$	m	Weglängendifferenz zwischen S' und R bei günstigen Ausbreitungsbedingungen
$\delta_F(SR)$	m	Weglängendifferenz zwischen S und R bei günstigen Ausbreitungsbedingungen
$\delta_F(SR')$	m	Weglängendifferenz zwischen S und R' bei günstigen Ausbreitungsbedingungen
$\Delta_{\text{ground},F}$	dB	Abschwächung aufgrund des Bodenseffekts bei günstigen Bedingungen
$\Delta_{\text{ground},H}$	dB	Abschwächung aufgrund des Bodenseffekts bei homogenen Bedingungen
$\Delta_{LWP,acc,i,m}$	dB	Einfluss von Abbremsen und Beschleunigen auf das Motorengeräusch
$\Delta_{LWP,i,m}$	dB	Summe der Korrekturfkoeffizienten des Motorengeräusches
$\Delta_{LWP,road,i,m}$	dB	Einfluss der Straßenoberfläche auf das Motorengeräusch
$\Delta_{LWR,acc,i,m}$	dB	Einfluss einer Kreuzung oder eines Kreisverkehrs auf das Rollgeräusch
$\Delta_{LWR,i,m}$	dB	Summe der Korrekturfkoeffizienten des Rollgeräusches
$\Delta_{LWR,road,i,m}$	dB	Einfluss der Straßenoberfläche auf das Rollgeräusch
Δ_{retrodif}	dB	Abschwächung durch Retrobeugung
λ	1/m	Wellenlänge der nominalen Mittenfrequenz

4 Anlagenverzeichnis

Straße

Anlage 1a: Straßenverkehr CNOSSOS - DEN

Anlage 1b: Straßenverkehr CNOSSOS - Nacht

Anlage 1c: Straßenverkehr VBUS - DEN

Anlage 1d: Straßenverkehr VBUS - Nacht

Anlage 1e: Straßenverkehr RLS-90 - Tag

Anlage 1f: Straßenverkehr RLS-90 - Nacht

Schiene

Anlage 2a: Schienenverkehr CNOSSOS - DEN

Anlage 2b: Schienenverkehr CNOSSOS - Nacht

Anlage 2c: Schienenverkehr VBUSch - DEN

Anlage 2d: Schienenverkehr VBUSch - Nacht

Anlage 2e: Schienenverkehr Schall03 - Tag

Anlage 2f: Schienenverkehr Schall03 - Nacht

Gewerbe

Anlage 3a: Gewerbe CNOSSOS - DEN

Anlage 3b: Gewerbe CNOSSOS - Nacht

Anlage 3c: Gewerbe VBUSch - DEN

Anlage 3d: Gewerbe VBUSch - Nacht

Anlage 3e: Gewerbe ISO 9613 - Tag

Anlage 3f: Gewerbe ISO 9613 - Nacht

5 Zusammenfassung

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie sieht die Einführung eines harmonisierten Berechnungsverfahrens für die Lärmkartierung in Europa entsprechend Artikel 6 (2) vor. Die Europäische Kommission hat dazu mit CNOSSOS-EU (Common NOise aSSessment methOdS) gemeinsame Lärmbewertungsmethoden für alle relevanten Quellenarten entwickelt. CNOSSOS-EU soll im Jahr 2018 in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union umgesetzt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll CNOSSOS mit den nationalen Bewertungsverfahren (VBUS, VBUSch, VBUI, RLS-90, Schall03, TA-Lärm) verglichen und Vorschläge für die Anpassung der nationalen Bewertungsverfahren erarbeitet werden. Dabei sind einfache Vergleichsaufgaben jeweils zum Straßen-, Schienen- und Industrielärm zu entwickeln. Diese sind inhaltlich in drei Gruppen zu gliedern:

- Emissionsaufgaben,
- einfache Schallausbreitungsaufgaben
- komplexe Schallausbreitungsaufgaben

Während der Bearbeitung auffallende offene Fragestellungen die sich aus der Berechnungsvorschrift CNOSSOS-EU ergeben, werden dokumentiert und mit Lösungsvorschlägen versehen, in Form sogenannter Issue Logs, zur Klärung an das Umweltbundesamt geleitet. Das Umweltbundesamt gibt die Fragen zur Klärung an den Beirats-Sonderausschuss (DIN 45687) bzw. die CNOSSOS-Steuerungsgruppe (Behörden) weiter, sodass auch plausible Berechnungsergebnisse erzielt werden.

Neben den „einfachen Vergleichsaufgaben“ sind zudem komplexe Vergleichsaufgaben unter Berücksichtigung der Berechnungsverfahren für ...

- Straße (RLS-90, VBUS und CNOSSOS)
- Schiene (Schall03, VBUSch und CNOSSOS) mit Änderungen Stand 09.01.2015 und
- Industrie (TA Lärm, VBUI und CNOSSOS)

... zu berechnen und die Ergebnisse in Form von Schallimmissionsrasterkarten sowie Betroffenenzahlen zu dokumentieren.

5.1 Vergleichsaufgaben

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden 30 einfache Situationen sowie ein komplexes Beispielgebiet berechnet und die Ergebnisse mit den nationalen Vorschriften verglichen.

einfache Vergleichsaufgaben

Zum Vergleich der Rechenvorschriften wurden zunächst 30 einfache Situationen nach CNOSSOS sowie den jeweils anzuwendenden nationalen Vorschriften berechnet und verglichen. Dabei wurden die folgenden Aufgaben bearbeitet:

- Straße (RLS-90, VBUS und CNOSSOS)
 - Basissituation (Emission)
 - Variation Verkehrsmenge (Emission)
 - Variation Fahrbahnbreite (Emission)
 - Variation Abstand
 - Variation Untergrund

- Variation Gefälle
- Variation Einschnitt
- Variation Lärmschutzwand und Fahrbahnbreite
- Variation Reflexion 1. Ordnung
- Variation Reflexion 2. Ordnung
- Schiene (Schall03, VBUSch und CNOSSOS)
 - Basissituation Schiene (Emission)
 - Variation Geschwindigkeit (Emission)
 - Variation Bremsen (Emission)
 - Variation Zugtyp (Emission)
 - Variation Meteorologie
 - Variation Untergrund
 - Variation Gelände
 - Variation Hindernis (Gebäude)
 - Variation Hindernis (kurze Lärmschutzwand)
 - Variation Lärmschutzwand 1
 - Variation Lärmschutzwand 2
- Industrie (TA Lärm, VBUI und CNOSSOS)
 - Basissituation Gewerbe (Emission)
 - Variation Schallquelle, Gewerbe (Emission)
 - Variation Meteorologie / L_{DEN}
 - Variation Quellhöhe
 - Variation Quellhöhe und Untergrund
 - Variation Hindernis 1
 - Variation Hindernis 2
 - Variation Hindernistyp

Diese Beispiele sind in Kapitel 9 ausführlich erläutert und mit den Ergebnissen dargestellt.

komplexen Vergleichsaufgabe

Außerdem wurden Vergleichsrechnungen zwischen CNOSSOS-EU und in Deutschland im Rahmen der Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie verwendeten Berechnungsvorschriften (VBUX) sowie national bestehenden Berechnungsvorschriften (RLS-90, Schall03, ISO9613) auf der Grundlage einer realen Stadt mit ca. 70.000 Einwohnern durchgeführt.

Die Vergleichsrechnungen wurden für die Quellen „Straßenverkehr“ (nach CNOSSOS, VBUS, RLS-90), „Schienenverkehr“ (nach CNOSSOS, VBUSch, Schall03) und „Industrie“ (nach CNOSSOS, VBUI, ISO 9613) in Form von Schallimmissionsrastern und Betroffenenuntersuchungen (VBEB) durchgeführt. Die Ergebnisse werden abschließend kurz analysiert.

Schallimmissionsraster

Die Ergebnisse der Schallimmissionsberechnungen sind in den Anlagen 1a-1f für den Straßenverkehr, 2a-2f für den Schienenverkehr und 3a-3f für die Gewerbebetriebe zusammengefasst.

Betroffenenanalyse

Zusätzlich zu den Schallimmissionsrastern wurden Betroffenenzahlen nach VBEB für die untersuchten Berechnungsvorschriften ermittelt und ausgegeben. Die dabei ermittelten Betroffenenzahlen sind (ungerundet) den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 2: Betroffenenzahlen Straßenverkehr DEN

Vorschrift	Betroffene DEN nach Pegelklassen [dB(A)] (RLS-90 = Tag)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
RLS-90	10.414	5.473	3.252	1.312	174	2
VBUS	13.241	6.351	3.919	1.681	331	6
CNOSSOS	32.245	10.498	3.660	1.125	47	4

Tabelle 3: Betroffenenzahlen Straßenverkehr Night

Vorschrift	Betroffene Nacht nach Pegelklassen [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
RLS-90	7.254	4.251	2.034	450	39	0
VBUS	7.807	4.390	1.987	304	25	0
CNOSSOS	16.255	4.789	1.279	79	7	1

Tabelle 4: Betroffenenzahlen Schienenverkehr DEN

Vorschrift	Betroffene DEN nach Pegelklassen [dB(A)] (Schall03 = Tag)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
Schall03	4.009	1.156	460	288	140	30
VBUSCH	10.283	13.611	9.178	1.865	466	264
CNOSSOS	10.878	15.437	17.776	11.744	2.142	325

Tabelle 5: Betroffenenzahlen Schienenverkehr Night

Vorschrift	Betroffene Nacht nach Pegelklassen [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
Schall03	14.834	8.302	2.642	752	388	279
VBUSCH	10.853	13.586	7.603	1.293	414	185
CNOSSOS	11.986	15.791	17.548	10.071	1.443	232

Tabelle 6: Betroffenenzahlen Gewerbe DEN

Vorschrift	Betroffene DEN nach Pegelklassen [dB(A)] (ISO 9613 = Werktag)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
ISO 9613	221	125	69	0	0	0
VBUI	674	274	122	115	1	0
CNOSSOS	988	674	57	12	0	0

Tabelle 7: Betroffenenzahlen Gewerbe Night

Vorschrift	Betroffene Nacht nach Pegelklassen [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
ISO 9613	481	213	118	78	1	0
VBUI	481	213	118	78	1	0
CNOSSOS	921	504	35	6	0	0

Aus den zuvor benannten bzw. gezeigten nächtlichen Ergebnissen können kurz zusammengefasst folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

Straßenverkehr: Die Belastetenzahlen zwischen den Berechnungen nach RLS-90 und VBUS sind erwartungsgemäß nahezu identisch. Die Berechnungsergebnisse für CNOSSOS zeigen gerade in den lauterer Bereichen zum Teil geringere Betroffenheiten, während sie in den unteren Bereichen erheblich höhere Betroffenheiten ausweisen.

Schienenverkehr: Die Berechnungsergebnisse zwischen den Vorschriften Schall03 und VBUSch sind tendenziell ähnlich. Die Schall03 ist in den unteren Bereichen lauter als die VBUSch, in den mittleren Bereichen dann wieder zum Teil deutlich leiser um dann in dem obersten Bereich wieder lauter zu werden. Die Berechnungsergebnisse für CNOSSOS zeigen gegenüber Schall03 und VBUSCH deutlich höhere Betroffenheiten im mittleren Bereich. Lediglich in der höchsten Pegelklasse liegt die Betroffenheit zwischen Schall03 und VBUSCH.

Gewerbe: Die Belastetenzahlen zwischen den Berechnungen nach ISO9613 und VBUI sind erwartungsgemäß identisch. Die Berechnungsergebnisse für CNOSSOS zeigen in den leiseren Bereichen zum Teil deutlich höhere Betroffenenzahlen, in den lauterer Bereichen hingegen deutlich geringere Betroffenenzahlen.

5.2 Fragestellungen und Anmerkungen aus der Beschreibung von CNOSSOS-EU

Während der Bearbeitung auffallende offene Fragestellungen, die sich aus der Berechnungsvorschrift CNOSSOS-EU ergeben, wurden dokumentiert und mit Lösungsvorschlägen versehen und in Form sogenannter Issue Logs, zur Klärung an das Umweltbundesamt geleitet. Die offenen Fragen (nur zu einem Teil geklärt, Stand redaktioneller Schluss) sind im Folgenden kurz beschrieben. Dabei ist auf Kapitelnummern der verwendeten CNOSSOS-EU-Version Bezug genommen worden.

Allgemeines

- Die Anforderung an die Genauigkeit der Eingangsdaten geht von einer maximalen Abweichung von 2 dB je Parameter aus. Die dort gewählte Formulierung „*die einer Unsicherheit von ± 2 dB(A) im Emissionspegel der Quelle entspricht (wobei alle anderen Parameter unverändert bleiben)*“ weist darauf hin, dass diese Genauigkeit „je Parameter“ gefordert wird. Daraus könnten „Toleranzbereiche“ für die einzelnen Parameter ermittelt werden.
- Die Aufteilung von Linien- und Flächenquellen in Punktquellen ist nicht genau beschrieben. In Kapitel 2.5.3 heißt es: „*Die Mittel, mit denen dies [die Aufteilung in Punkte] erfolgt ist, gehören nicht zum Anwendungsbereich der aktuellen Methodik.*“ Kapitel 2.4.1 äußert sich aber unter „*Anzahl und Position äquivalenter Schallquellen*“ zu dem Thema. Dort werden zu Gewerbequellen aber nur allgemeine Hinweise gegeben. Die Aufteilung in Punktquellen ist jedoch oft entscheidend für die ermittelten Immissionspegel und sollte geregelt werden.

- Ausbreitung durch Öffnungen (wie Tordurchfahrten) ist nach diesem Verfahren nicht berechenbar, da die Berechnung unter einem Hindernis nicht vorgesehen ist.
- Der Satz „*Teilabdeckungen und Hindernisse mit einem Gefälle von mehr als 15° bezogen auf die Vertikale fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Berechnungsverfahrens*“ in Kapitel 2.5.1 wirft mehrere Fragen auf:
 1. Was ist unter einer Teilabdeckung zu verstehen? Sind damit evtl. Schallquellen unter Hindernissen zu verstehen, wie sie durch abknickende Lärmschutzwände entstehen? Für diesen Fall wäre eine Möglichkeit zur Berechnung erforderlich um solche effektiven Lärmschutzmaßnahmen berechnen zu können.
 2. Was sind Hindernisse mit einem Gefälle von mehr als 15°? Sollten Lärmschutzwälle demnach keine Wirkung haben? Auf Seite 44 (Abschwächung durch Absorption) wird gesagt, dass Objekte mit $\geq 15^\circ$ „nicht betrachtet“ werden. (Hinweis: Hier ergibt sich eine andere Vorgehensweise bei genau 15°.)
 3. Wie geht man damit um, wenn solche Hindernisse existieren? Werden sie bei der Berechnung nicht beachtet (und lassen den Schall damit durch)? Oder wird an diesen Hindernissen evtl. nur keine Reflexion berechnet?
 4. Welche Vertikale ist hier gemeint? Ist diese im rechten Winkel zu horizontalen oder zur Ausgleichsebene zu bewerten?
- Die Berechnung der Emission von Straßenverkehr geht von einer Referenztemperatur von 20°C aus. Die Ausbreitung dagegen geht von 15°C aus.
Die Beispielrechnungen erfolgten bei 10°C.
- Kapitel 2.5.6 schreibt vor, dass für α_{atm} meteorologische Daten zu verwenden sind, wenn diese vorliegen. Das führt evtl. zu nicht einheitlichem Vorgehen.
Die Beispiele wurden mit pauschaler Meteorologie berechnet.
- Nach Formel 2.5.27 ist A der Schnittpunkt des Direktschallstrahls SR und der Verlängerung des Beugungshindernisses. Hier ist offen, ob das Hindernis nach seinem Winkel oder senkrecht zu verlängern ist. Und für die senkrechte Verlängerung stellt sich die Frage, ob absolut senkrecht, oder senkrecht zur Ausgleichsebene.
Im den Beispielen wurde jeweils absolut senkrecht verlängert.
- Die Berechnung der Formel 2.5.31 verweist auf das nicht existierende Kapitel VI.4.4.b.
- „Die Hindernisse, bei denen mindestens eine Dimension unter 0,5 m liegt, sind - ausgenommen bei speziellen Konfigurationen - bei der Berechnung von Reflexionen außer Acht zu lassen.“ Das dazu angeführte Beispiel (Fußnote) bezieht sich auf Hindernisse. Eine programmiertechnische Umsetzung benötigt eine klare Definition.
- G_s in Formel 2.5.14 ist für Straßen 0 und für Bahnstrecken mit Schotterbett 1. Damit bleibt für alle anderen Fälle unklar, welcher Wert zu verwenden ist. Hier sollte der Wert des Geländes an der jeweiligen Quelle verwendet werden. In den gemachten Beispielen wird die Verwendung von 1 für Bahnstrecken und 0 für Straßen auch bei Beugung verwendet. Zu diskutieren wäre aber, wie hier bei Teilabschnitten zu verfahren ist, die nicht an der Quelle beginnen.
- Die Berechnung von Γ (gamma) bei günstigen Ausbreitungsbedingungen nach Formel 2.5.24 muss getrennt für die Fälle SR, S'R und SR' (mit jeweils individuellem d) erfolgen.

Straßenverkehr

- Es wird davon ausgegangen, dass die Emissionen der einzelnen Klassen zu einer gemeinsamen Emissionslinie zusammengefasst werden.
- Die Emissionen werden gemäß Kapitel 2.1.1 in den Oktavbändern 63 Hz bis 8 kHz berechnet. Die abweichende Definition in Kapitel 2.2.1 (unter Formel 2.2.1) wird nicht umgesetzt, da diese der Aussage in Kapitel 2.1.1 widerspricht.
- Die Korrektur für die Lufttemperatur ist für die Fahrzeugklasse 4 nicht definiert und wurde daher für Klasse 4 nicht angewendet.
- Die Referenzgeschwindigkeit ist für alle Klassen 70 km/h (inkl. Klasse 4b).
- Zuschläge für Kreisverkehre und Verkehrsampeln lassen Fragen offen, wenn es um die Ermittlung der genauen Lage der Quelllinien geht.
- Die deutsche Besonderheit der nicht beschränkten Geschwindigkeit für Pkw auf Autobahnen ist nicht berechenbar. Hier ist eine Geschwindigkeit für „unbeschränkt“ festzulegen.

Schienenverkehr

- Die Klassifikationen gemäß Tabelle 2.3.a und 2.3.b führen dazu, dass unterschiedlich zu behandelnde Fahrzeuge zusammengefasst werden. Sie ist daher nicht anwendbar.
- Die Geschwindigkeit v wird für Schienenverkehr (anders als beim Straßenverkehr) in m/s angegeben, nicht wie beschrieben in km/h.
- Die Anmerkungen in Kapitel 2.3.2 zu Rad- und Schienenrauheit nennen einen Wellenlängenbereich von „hauptsächlich“ 5 - 500 mm. Die Tabellen G-1, G-2 und G-4 gehen von 0,8 mm bis 1000 mm. Ab 180 km/h (50 m/s) überschreitet die untere Grenze von 1000 mm 50 Hz, so dass für 50 Hz kein korrekter Wert mehr ermittelt werden kann. In diesem Fall wurde der jeweils unterste, berechenbare Wert (für 1000 mm) für die Ermittlung von $L_{R,TOT,i}$ verwendet. Bei Unterschreitung von 29 km/h würde ein vergleichbares Problem bei 10 kHz bestehen, wenn nicht für diese Berechnung mindestens 50 km/h (bzw. 30 km/h für Straßen- und Stadtbahnen) anzusetzen wären.
- In Formel 2.3.2 wird laut Issue Log die Geschwindigkeit in m/s eingegeben. Sowohl die Berechnung für Straßenverkehr, als auch gewerblicher Verkehr nach Kapitel 2.4.1 verwendet äquivalente Formeln, in die jedoch v jeweils in km/h eingeht. Vermutlich ist hier jedoch eine einheitliche Vorgehensweise zu verwenden.
- Es ist noch unklar, wann und wofür stoßartige Geräusche anzusetzen sind.
Anmerkung dazu: Für stoßartige Geräusche steht in CNOSSOS: *„Die Anwendbarkeit dieser Schallleistungsspektren ist in der Regel vor Ort zu überprüfen.“* Wenn man das mit dem folgenden Absatz zum Kurvenkreischen vergleicht kann man das so verstehen, dass man sich vor Ort lediglich überzeugt, dass stoßartige Geräusche wirklich auftreten.
- Zwischen 200 km/h und 250 km/h können aerodynamische Geräusche *„in Abhängigkeit von der Fahrzeugkonstruktion in einigen Fällen unberücksichtigt bleiben.“* Unklar ist, für welche Fahrzeuge (Fahrzeugkonstruktionen) das gilt.
- Die untere Quellhöhe von 0,5 m verhindert die Berechenbarkeit von Niedrigschallschutzwänden.

Rollgeräusche des Schienenverkehrs

Die Rollgeräusche eines Fahrzeugtyps werden aus den wellenlängenabhängigen Rauheitsgraden des Rades $L_{r,VEH,i}$ und der Schiene $L_{r,TR,i}$ (in der Tabelle G-1, Teil 2, fälschlicherweise mit $L_{r,VEH,i}$ bezeichnet) sowie einem Kontaktfiter $A_{3,i}$ bestimmt.

Die Tabellen G-1 (Rauheitsgrade) und G-2 (Kontaktfiter) sind für einen Wellenlängenbereich von 1.000 mm bis 0,8 mm angegeben. Im Textteil unter Ziffer 2.3.2 *Rad und Schienenrauheit* wird der für Rollgeräusche relevante Bereich auf 5 mm bis 500 mm eingeschränkt. Da hier von „*hauptsächlich*“ die Rede ist, wurde diese Einschränkung als Hinweis verstanden und nicht bei der Implementierung umgesetzt.

Der Radrauheitsgrad ist für drei Bremstypen (Laufflächenbremse aus Grauguss, Verbundstoffbremse und Scheibenbremse) angegeben, Schienenrauheitsgrad für zwei Indikatoren (gut instandgehalten und sehr eben sowie Netz im Durchschnitt, normal instandgehalten. Hier wurde stets von Netz im Durchschnitt ausgegangen.

Nach dem Abschnitt 2.3.2 *Definition* Ist der Kontaktfiter abhängig vom Schienen- und Radtyp sowie der Ladung. In der Tabelle G-2 werden für den Kontaktfiter jedoch lediglich fünf verschiedene Kombinationen von Achslast und Raddurchmesser angegeben.

Die drei Größen Radrauheitsgrad, Schienenrauheitsgrad und Kontaktfiter werden mittels der Gleichung 2.3.7 zu einem Grad der effektiven Gesamtrauheit zusammengefasst. Auf die Berücksichtigung von stoßartigen Geräuschen mittels eines fiktiven Rauheitsgrades $L_{r,IMPACT,i}$ nach den Gleichungen 2.3.11 bzw. 2.3.12 wurde verzichtet.

Für die Umrechnung auf die zu berechnenden Terzen ist eine Transformation in den Frequenzraum erforderlich. Das geschieht mittels der Beziehung

$$f = \frac{v}{\lambda} [Hz]$$

allerdings mit v in m/s (nicht wie angegeben km/h) und λ in m.

Die Zuordnung der Resultate der Transformation zu dem Terzspektrum 50 Hz bis 10 kHz ist leider unklar beschrieben:

„Üblicherweise müssen nach einer Konvertierung in das Frequenzspektrum mittels der Geschwindigkeit neue Terzbandwertebestimmt werden, indem der Mittelwert von zwei entsprechenden Terzbändern im Wellenlängenbereich gebildet wird. Um das gesamte Frequenzspektrum der effektiven Rauheit entsprechend der zugehörigen Zuggeschwindigkeit zu bestimmen, ist der Mittelwert der beiden im Wellenlängenbereich definierten entsprechenden Terzbänder energetisch und proportional zu ermitteln.“

Dies wurde in der folgenden Form umgesetzt:

Sind f_m die Terzmittenfrequenz und f_n und f_{n+1} die aus der Transformation resultierenden nächstgelegenen (darüber und darunter) Frequenzen ($f_n \leq f_m \leq f_{n+1}$) mit den zugehörigen Werten $L_{R,TOT,n}$ und $L_{R,TOT,n+1}$, so wird der zur Terzmittenfrequenz gehörige Wert $L_{R,TOT,m}$ berechnet nach:

$$L_{R,TOT,m} = 10 * \lg \left(\frac{f_m - f_n}{f_{n+1} - f_n} * \left(* 10^{0,1 * L_{R,TOT,n}} + \frac{f_{n+1} - f_m}{f_{n+1} - f_n} * 10^{0,1 * L_{R,TOT,n+1}} \right) \right)$$

Gewerbe

- T_0 in Formel 2.4.1 ist nicht definiert.

- Diese Vorschrift ist laut Kapitel 2.5.1 (Seite 28 oben) nicht geeignet die Ausbreitung von impuls- oder tonhaltigen, gewerblichen Geräuschen zu berechnen.

5.3 Anpassung der nationalen Bewertungsverfahren

In diesem Kapitel werden die Vorgehensweisen bei der Berechnung nach CNOSSOS mit den nationalen Rechenvorschriften verglichen. Dazu werden die einzelnen Quellenarten aufgrund unterschiedlicher nationaler Berechnungsvorschriften einzeln betrachtet.

Die Schallausbreitung nach CNOSSOS wird im Folgenden den Vorgehensweisen bei den nationalen Rechenvorschriften gegenübergestellt.

Allgemeines

Die Berechnung nach CNOSSOS erfolgt getrennt für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht. Die nationalen Normen ermitteln dagegen keinen getrennten Schallpegel für den Abend. Die entsprechenden Anpassungen sind in den Vorläufigen Berechnungsvorschriften für die Lärmkartierung bereits umgesetzt und auch bei einer Anpassung an CNOSSOS erforderlich.

In Bezug auf Schallreflexionen höherer Ordnung macht CNOSSOS keine Vorgaben, wann mehr als die erste Reflexion zu berechnen ist. *Eine Anpassung der nationalen Vorschriften ist in Bezug auf die Reflexionsordnung daher nicht erforderlich.*

Straßenverkehr

Im Folgenden werden wesentliche Unterschiede zwischen der Berechnung zwischen CNOSSOS und RLS-90 betrachtet und Aussagen zur Anpassung den RLS-90 getroffen.

Die Schallquelle wird in CNOSSOS in acht Oktaven bestimmt. Die RLS-90 geht dagegen von A-bewerteten Emissionspegeln aus.

Zur Anpassung ist eine Emissionsermittlung in Oktaven erforderlich.

Die Schallausbreitung erfolgt in CNOSSOS in Oktaven. Die RLS-90 berechnet dagegen nur eine A-bewertete Schallausbreitung.

Die Ausbreitungsberechnung ist auf die Berechnung in Oktaven umzustellen.

Hinweis: Die Ausbreitungsberechnung nach CNOSSOS für Straßenverkehr erfolgt abweichend von den sonstigen Betrachtungen nur in sechs Oktaven (125 Hz - 4 kHz). Dies dürfte als fehlerhaft zu betrachten sein und es sollte abweichend mit allen acht Oktaven gerechnet werden.

Die Ausbreitungsberechnung nach CNOSSOS erfolgt (anders als in den RLS-90) zusätzlich zur vertikalen Ebene optional auch durch zwei zusätzliche Ausbreitungswege in der lateralen Ausbreitungsebene.

Dieser seitliche Umweg ist optional. Eine Anpassung ist daher nicht erforderlich.

CNOSSOS ermittelt die Emission für 5 Fahrzeugklassen. Nach RLS-90 werden lediglich Lkw und Pkw unterschieden.

Leichte und schwere Lkw sind für die Anpassung zu unterscheiden. Zweirädrige Kraftfahrzeuge sind ebenfalls getrennt zu erfassen und in der Emissionsberechnung zu bewerten.

Die Quellhöhe ist nach CNOSSOS 0,05 m. In den RLS-90 werden dagegen 0,5 m angesetzt.

Die Quellhöhe ist auf 0,05 m zu ändern.

Die geringste Geschwindigkeit ist bei CNOSSOS 20 km/h. Die RLS-90 rechnen mit mindestens 30 km/h.

Die unterste Geschwindigkeit ist auf 20 km/h zu senken und die Berechnung darauf abzustimmen.

Die Ermittlung der Schallpegel erfolgt in CNOSSOS getrennt nach Antrieb und Reifen. Die Fahrbahnoberfläche wirkt sich nur auf das Reifengeräusch aus. Die RLS-90 trennt dies nicht und vergibt einen Zuschlag auf das Gesamtgeräusch.

Die Berechnung von Reifen- / Fahrbahngeräusch und Antriebsgeräusch muss getrennt erfolgen und der Zuschlag für das Fahrbahngeräusch nur auf das Reifengeräusch vergeben werden. Dies muss nach den erweiterten Fahrzeugkategorien getrennt erfolgen.

In CNOSSOS werden Zuschläge nicht nur Ampeln sondern auch für Kreisverkehre vergeben.

Zuschläge für Kreisverkehre sind einzuführen.

Die Berechnung in CNOSSOS erfolgt anhängig von durchschnittlicher Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Temperatur und Luftfeuchtigkeitsabhängigkeit einführen könnte erforderlich sein. Es kann aber genügen von in Deutschland einheitlichen Werten auszugehen.

Der Einfluss von Steigung und Gefälle beginnt in CNOSSOS bei geringeren Winkeln und ist richtungsabhängig.

Die Steigungszuschläge sind richtungsabhängig neu zu fassen.

Von Asphaltbeton deutlich abweichende Straßenoberflächen führen in CNOSSOS zu von den RLS-90 abweichenden Beurteilungen der Auswirkungen auf den Schallpegel.

Die Bewertung der Auswirkung unterschiedlicher Straßenoberflächen ist anzugleichen.

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt in CNOSSOS einheitlich für Straßen, Schienen und Gewerbe.

Eine Berechnungsvorschrift für die Schallausbreitung aller drei Schallquellenarten mit einer einheitlichen Ausbreitungsberechnung ist erforderlich. Sinnvoller wäre eine gemeinsame Vorschrift inklusive der Schallquellen.

Die Ausbreitungsberechnung in CNOSSOS erfolgt für homogene und günstige Ausbreitungsbedingungen getrennt. Auf Basis statistischer Daten wird dann eine mittlere Verteilung beider Ausbreitungsvarianten bewertet. Nach RLS-90 erfolgt nur eine homogene Ausbreitung.

Die zusätzliche Berechnung einer Schallausbreitung unter günstigen Bedingungen ist in die Berechnungsvorschrift einzuführen.

Der Einfluss des Bodens auf die Schallausbreitung basiert bei CNOSSOS auf der Absorption des Untergrundes. Die RLS-90 unterscheidet den Untergrund nicht.

Die Auswirkung des Untergrundes auf die Schallausbreitung ist einzuführen.

Die Schallausbreitung nach RLS-90 zeigt im quellennahen Bereich etwas höhere Schallpegel als CNOSSOS berechnet. In größeren Entfernungen kehrt sich dies um und CNOSSOS berechnet die höheren Schallpegel.

Schienenverkehr

Im Folgenden werden wesentliche Unterschiede zwischen der Berechnung zwischen CNOSSOS und Schall03 betrachtet und Aussagen zur Anpassung den Schall03 getroffen.

Die Ausbreitungsberechnung nach CNOSSOS erfolgt (anders als in den Schall03) zusätzlich zur vertikalen Ebene optional auch durch zwei zusätzliche Ausbreitungswege in der lateralen Ausbreitungsebene.

Dieser seitliche Umweg ist optional. Eine Anpassung ist daher nicht erforderlich.

Die Quelhöhen sind nach CNOSSOS 0,5 m und 4,0 m. In den Schall03 werden dagegen 0 m, 4 m und 5 m angesetzt.

Die Quelhöhen sind entsprechend anzupassen.

Die Berechnung in CNOSSOS erfolgt anhängig von durchschnittlicher Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Temperatur und Luftfeuchtigkeitsabhängigkeit einführen könnte erforderlich sein. Es kann aber genügen von in Deutschland einheitlichen Werten auszugehen.

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt in CNOSSOS einheitlich für Straßen, Schienen und Gewerbe. Eine Berechnungsvorschrift für die Schallausbreitung aller drei Schallquellenarten mit einer einheitlichen Ausbreitungsberechnung ist erforderlich. Sinnvoller wäre eine gemeinsame Vorschrift inklusive der Schallquellen.

Die Ausbreitungsberechnung in CNOSSOS erfolgt für homogene und günstige Ausbreitungsbedingungen getrennt. Auf Basis statistischer Daten wird dann eine mittlere Verteilung beider Ausbreitungsvarianten bewertet. Nach Schall03 erfolgt nur eine homogene Ausbreitung.

Die zusätzliche Berechnung einer Schallausbreitung unter günstigen Bedingungen ist in die Berechnungsvorschrift einzuführen.

Der Einfluss des Bodens auf die Schallausbreitung basiert bei CNOSSOS auf der Absorption des Untergrundes. Die Schall03 bewertet hier ausschließlich Wasserflächen.

Die Auswirkung des Untergrundes auf die Schallausbreitung ist zu erweitern.

Die Emissionspegel des Schienenverkehrs bei CNOSSOS sind im Gegensatz zur Schall03 richtungsabhängig. Darüber hinaus weichen die berechneten Einflüsse des Bahnkörpers (Schieneneinbettung, Brücken usw.) deutlich voneinander ab.

Die Emissionsberechnung ist zu überarbeiten.

Die Schall03 setzt für Kreischen bei Kurvenradien zwischen 300 m und 500 m einen (Ton-) Zuschlag von 3 dB an. Nach CNOSSOS sind entweder 5 dB zu verwenden, oder detaillierte, spektrale Betrachtungen je Waggontyp durchzuführen. Maßnahmen gegen Kreischen sind in CNOSSOS nicht vorgesehen.

Es ist zu überprüfen, ob hier ebenfalls 5 dB zu verwenden sind.

Die Schall03 erfasst die Wirkung verschiedener Maßnahmen spektral (z.B. Schienenstegdämpfer), die nach CNOSSOS nicht oder nur als konstanter Wert über alle Frequenzen erfasst werden.

Maßnahmen zur Lärminderung an der Quelle und deren Wirkungen sind in Hinblick auf die Verwendbarkeit und Wirkung zu Überprüfen und ggfs. anzupassen.

Im Vergleich der Berechnungsergebnisse für eine reale Strecke zeigt sich, dass die nach CNOSSOS berechneten Schallpegel deutlich höher liegen als die Schall03 berechnet. Der grundsätzlich andere Ansatz die Frequenzzusammensetzung der Schallquelle auf Basis der Geschwindigkeit zu ermitteln lässt eine Anpassung der Schall03 nicht ohne erhebliche Änderungen möglich erscheinen.

Gewerbe

Die Berechnung nach ISO 9613 für Gewerbeflächen erfolgt ähnlich wie nach CNOSSOS in Oktaven. Auch die Betrachtung von seitlichem Umweg und die Erfassung von Witterung und Untergrund sind, anders als bei RLS-90 und Schall03, in der ISO 9613 enthalten. Darüber hinaus ist bei der Berechnung nach ISO 9613 die Ermittlung der Emissionspegel nicht Bestandteil der Berechnung. Daher ist eine Angleichung mit geringeren Änderungen verbunden.

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt in CNOSSOS einheitlich für Straßen, Schienen und Gewerbe. *Eine Berechnungsvorschrift für die Schallausbreitung aller drei Schallquellenarten mit einer einheitlichen Ausbreitungsberechnung ist erforderlich. Sinnvoller wäre eine gemeinsame Vorschrift inklusive der Schallquellen.*

Die Ausbreitungsberechnung in CNOSSOS erfolgt für homogene und günstige Ausbreitungsbedingungen getrennt. Auf Basis statistischer Daten wird dann eine mittlere Verteilung beider Ausbreitungsvarianten bewertet. Nach ISO 9613 erfolgt nur eine homogene Ausbreitung.

Die zusätzliche Berechnung einer Schallausbreitung unter günstigen Bedingungen ist in die Berechnungsvorschrift einzuführen.

Fazit

Die Unterschiede zwischen CNOSSOS auf der einen und den nationalen Rechenvorschriften auf der anderen Seite sind umfangreich. Daher dürfte eine Anpassung der nationalen Berechnungsvorschriften an CNOSSOS erhebliche Änderungen erfordern. Es erscheint daher sinnvoller eine Anpassung von CNOSSOS an die nationalen Anforderungen anzustreben. Dazu wäre zunächst die Definition von zu verwendenden Eingangsparametern (z.B. die Erhebung von Emissionsdaten für Typen von Schienenfahrzeugen) erforderlich. Darüber hinaus ist der Umgang mit in Deutschland nicht erheblichen Parametern (z.B. Anteil Spikereifen bei den Pkw) durch Vorgaben regelungsbedürftig. Auch die Verwendung von meteorologischen Daten wäre einheitlich zu regeln. Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten ist es darüber hinaus erforderlich die offenen Fragen (z.B. das Vorgehen für die Teilstückzerlegung) zu klären.

6 Summary

The EU Environmental Noise Directive prescribes the implementation of a harmonized calculation process for noise mapping in Europe in accordance with paragraph 6 (2). With CNOSSOS-EU (Common NOise aSSessment methOdS) the European Commission has developed noise assessment methods, that can be applied to all relevant types of sources. CNOSSOS-EU is to be introduced within all member states of the European Union in 2018.

The main goal of this Project was to compare CNOSSOS to national assessment methods (VBUS, VBUSch, VBUI, RLS-90, Schall03, TA-Lärm) and to make suggestions with respect to the modification of national assessment methods. In order to meet these objectives, simple comparative examples regarding road, rail and industrial noise were developed and grouped into three categories:

- emission examples
- simple sound propagation examples
- complex sound propagation examples

Questions, which arise in connection with the application of the calculation regulation CNOSSOS-EU during the process, were documented and combined with suggested solutions in the form of issue logs. Further they were submitted to the Federal Environmental Agency for clarification. The Federal Environmental Agency passed the questions on to the advisory special committee (DIN 45687), respectively the CNOSSOS steering committee (authorities) for clarification, so that plausible calculation results are attained.

In addition to the “simple comparative problems“, complex comparative problems are to be calculated considering the calculation methods for ...

- Road (RLS-90, VBUS and CNOSSOS)
- Railway (Schall03, VBUSch and CNOSSOS) with revisions effective 09.01.2015 and
- Industry (TA Lärm, VBUI and CNOSSOS)

... and the results are to be documented based on sound immission grids as well as on the numbers of exposed people.

6.1 Comparative problems

In connection with these observations, calculations were conducted for 30 simple situations as well as one complex sample area and the results were compared to the national regulations.

Simple comparative problems

In order to compare calculation regulations, initially 30 simple situations were calculated utilizing CNOSSOS as well the applicable national regulations and compared. The following tasks were carried out:

- Street (RLS-90, VBUS and CNOSSOS)
 - Basic situation (emission)
 - Variation amount of traffic (emission)
 - Variation lane width (emission)
 - Variation distance
 - Variation ground

- Variation slope
- Variation cutting
- Variation noise protection wall and lane width
- Variation reflection 1st order
- Variation reflection 2nd order
- Railway (Schall03, VBUSch and CNOSSOS)
 - Basic situation railway (emission)
 - Variation speed (emission)
 - Variation breaking (emission)
 - Variation type of train (emission)
 - Variation meteorology
 - Variation surface
 - Variation area
 - Variation barrier (building)
 - Variation barrier (short noise protection wall)
 - Variation noise protection wall 1
 - Variation noise protection wall 2
- Industry (TA Lärm, VBUI and CNOSSOS)
 - Basic situation commercial (emission)
 - Variation source of sound, industry (emission)
 - Variation meteorology / L_{DEN}
 - Variation height of source
 - Variation height of source and surface
 - Variation barrier 1
 - Variation barrier 2
 - Variation type of barrier

These examples are explained in detail and presented along with the results found in chapter 9.

Complex comparative problem

Additionally, comparative calculations were conducted with CNOSSOS-EU and calculation regulations applied in connection with the implementation of the Environmental Noise Directive in Germany (VBUX) as well as existing national calculation regulations (RLS-90, Schall03, ISO9613) based on a real city with approx. 70,000 inhabitants.

The comparative calculations were carried out for the sources “road traffic” (in accordance with CNOSSOS, VBUS, RLS-90), “railway traffic” (in accordance with CNOSSOS, VBUSch, Schall03) and “industry” (in accordance with CNOSSOS, VBUI, ISO 9613) in the form of noise immission grids. Additional exposure calculations were conducted. In conclusion, the results were analyzed briefly.

Noise immission grids

The summarized results of the noise immission calculations can be found in the attachments - 1a-1f for road traffic, 2a-2f for railway traffic and 3a-3f for industrial sides.

Analysis of exposed people

In addition to the noise immission grids the number of exposed people according to VBEb were determined with respect to the examined calculation regulations. The numbers of exposed people can be found in the following chart (unrounded).

Chart 2: Number of exposed people road traffic DEN

Regulation	Exposed people DEN in level categories [dB(A)] (RLS-90 = day)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
RLS-90	10,414	5,473	3,252	1,312	174	2
VBUS	13,241	6,351	3,919	1,681	331	6
CNOSSOS	32.245	10.498	3.660	1.125	47	4

Chart 3: Number of exposed people road traffic night

Regulation	Exposed people in level categories [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
RLS-90	7,254	4,251	2,034	450	39	0
VBUS	7,807	4,390	1,987	304	25	0
CNOSSOS	16.255	4.789	1.279	79	7	1

Chart 4: Number of exposed people railway traffic DEN

Regulation	Exposed people DEN in level categories [dB(A)] (Schall03 = day)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
Schall03	4,009	1,156	460	288	140	30
VBUSCH	10,283	13,611	9,178	1,865	466	264
CNOSSOS	10.878	15.437	17.776	11.744	2.142	325

Chart 5: Number of exposed people railway traffic night

Regulation	Exposed people night in level categories [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
Schall03	14,834	8,302	2,642	752	388	279
VBUSCH	10,853	13,586	7,603	1,293	414	185
CNOSSOS	11.986	15.791	17.548	10.071	1.443	232

Chart 6: Number of exposed people industry DEN

Regulation	Exposed people DEN in level categories [dB(A)] (ISO 9613 = work day)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
ISO 9613	221	125	69	0	0	0
VBUI	674	274	122	115	1	0
CNOSSOS	988	674	57	12	0	0

Chart 7: Number of exposed people industry night

Regulation	Exposed people night in level categories [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
ISO 9613	481	213	118	78	1	0
VBUI	481	213	118	78	1	0
CNOSSOS	921	504	35	6	0	0

The following conclusions can be drawn from the nightly results presented above:

Road traffic: The number of affected people calculated according to RLS-90 and VBUS are nearly identical, as was expected. The calculation results for CNOSSOS show lower rates of exposed people particularly for higher noise levels, but higher rates of exposed people for lower noise levels.

Railway traffic: The calculation results generated based on the regulations Schall03 and VBUSch tend to be rather similar. Schall03 is louder when it comes to lower noise levels than VBUSch, but in some cases clearly lower with medium levels and louder again with the highest noise levels. However, the calculation results for CNOSSOS clearly show significantly higher rates of exposure associated with medium to higher noise levels. Only at very high noise levels the exposure is between Schall03 and VBUSCH.

Industry: The amount of affected individuals determined through calculations based on ISO9613 and VBUI are identical. The calculation results for CNOSSOS in some cases show significantly higher numbers of affected people with respect to lower levels and clearly lower numbers of affected people with respect to higher noise levels.

6.2 Questions and remarks with respect to the description of CNOSSOS-EU

Open questions, regarding the calculation guidelines represented by CNOSSOS-EU arising as part of the examination, were documented and submitted for clarification to the Federal Environmental Agency in the form of issue logs along with suggestions regarding possible solutions. The open questions (only partially resolved at this time) are summarized below. The numbers of the chapters of the CNOSSOS-EU are used for reference.

General aspects

- The requirements regarding the accuracy of the input data are based on a maximum deviation of 2 dB per parameter. The term *“All input values affecting the emission level of a source shall be determined with at least the accuracy corresponding to an uncertainty of $\pm 2\text{dB(A)}$ in the emission level of the source (leaving all other parameters unchanged).”* indicates that this accuracy is required “per parameter”. This might allow for the identification of “tolerance ranges” for single parameters.
- An exact description of the division of line sources and area sources into point sources is not given. In Chapter 2.5.3 the following is stated: *“The means by which this [division into points] has occurred is outside the scope of the current methodology.”* The topic is addressed in Chapter 2.4.1 under *“Number and position of equivalent sound sources”*, but only general hints regarding industrial sources are provided. The division into point sources, however, is often essential for the determined immission levels and therefore should be regulated.

- The propagation through openings (such as gateways) cannot be calculated using this method, since the calculation below barriers is not part of the application scope.
- The sentence “*Partial covers and obstacles sloping, when modelled, more than 15° in relation to the vertical are out of the scope of this calculation method.*” in Chapter 2.5.1 raises several questions:
 1. What is a partial cover? Does this refer to noise sources under angled noise barriers? In that case, it would be necessary to establish a method to calculate such effective noise protection measures.
 2. What are obstacles with a slope of more than 15°? Does this mean that noise protection dams with hard surface do not generate an effect? On page 44 (mitigation through absorption) it is stated, that objects with $\geq 15^\circ$ “are not examined”. (Please note: There is a different process for cases with exactly 15°.)
 3. How are situations with such barriers handled? Are they excluded from the calculation (and therefore let the sound pass)? Or does this only mean that the reflection is not calculated at these barriers?
 4. To which vertical plane does this refer? Is it to be assessed within a right angle to the horizontal or to the equalization plane?
- The calculation of the emission generated by road traffic is based on a reference temperature of 20°C. The propagation on the other hand is based on 15°C.
The sample calculations were conducted based on 10°C.
- Chapter 2.5.6 prescribes the utilization of meteorological data for α_{atm} if such data are available. This may result in non-uniform procedures.
Samples were calculated based on general meteorology.
- According to formula 2.5.27, A constitutes the intersection of the direct radiation SR and the extension of the reflecting barrier. It is unclear whether the barrier is to be extended along its angle or vertically. In the case of a vertical extension the question would be whether the extension should be absolutely vertical or vertical in relation to the equalization plane.
In the samples the extension was absolutely vertical.
- The calculation of formula 2.5.31 refers to Chapter VI.4.4.b which does not exist.
- “The barriers in which at least one dimension is below 0.5 m – with the exception of special configurations – are to be disregarded in the calculation of reflections.” The example cited in connection (footnote) refers to barriers. The integration into a program requires a clear definition.
- G_s in formula 2.5.14 is 0 for streets and 1 for railway tracks with a roadbed. Therefore, it remains unclear for all other cases which value is to be applied. Here, the value of the area at the source in question should be used. In the created examples, 1 is used for railway tracks and 0 for streets also in cases in which deflection occurs. However, it might be necessary to discuss the procedure in cases in which sections do not start at the source.
- The calculation of Γ (gamma) under beneficial propagation conditions according to formula 2.5.24 has to be conducted separately for the cases SR, S'R and SR' (each with an individual d).

Road traffic

- It is assumed that the emissions within the single categories are summarized as one shared emission line.
- Emissions are calculated within octave bands 63 Hz to 8 kHz in accordance with Chapter 2.1.1. The deviating definition in Chapter 2.2.1 (under formula 2.2.1) is not implemented since it contradicts statements made in Chapter 2.1.1.
- Since the correction with respect to air temperature is not defined for vehicle category 4, it was not applied for category 4.
- The reference speed for all categories is 70 km/h (incl. category 4b).
- Extra additions for roundabouts and traffic lights raise questions with regard to the exact location of the source lines.
- The unlimited speed for cars on German highways cannot be calculated. In this case, speed has to be applied as “unlimited”.

Railway traffic

- The classification according to Chart 2.3.a and 2.3.b results in the fact that vehicles, that should be treated differently, are grouped together. Therefore it cannot be applied.
- The speed v for railway traffic is stated in m/s (in contrast to road traffic), not as described in km/h.
- The remarks in Chapter 2.3.2 regarding wheel and rail roughness indicate a wavelength range of “*mainly*” 5 - 500 mm. The charts G-1, G-2 and G-4 range from 0.8 mm to 1,000 mm. From 180 km/h (50 m/s) the lower limit of 1000 mm exceeds 50 Hz so that a correct value for 50 Hz cannot be determined. In that case the lowest calculable value (for 1,000 mm) was used for the determination of $L_{R,TOT,i}$. With speeds lower than 29 km/h a similar problem would arise at 10 kHz if not a minimum value of 50 km/h (respectively 30 km/h for trams and city railways) applies for this calculation.
- In formula 2.3.2 the speed is inserted in m/s according to the issue log. The calculation for street traffic as well as for commercial traffic according to Chapter 2.4.1 uses equivalent formulas in which v is inserted in km/h. A uniform approach should be applied here.
- It is unclear at this point, when and for which situation impact noise has to be included. CNOSSOS states with regard to impact noise: “*The applicability of these sound power spectra shall normally be verified on-site.*” If one compares this to the following paragraph concerning curve squeal, this can be interpreted in such a way that one merely visits the location to make sure that impact noise actually does occur.
- Between 200 km/h and 250 km/h aerodynamic noise may “*be disregarded in some cases depending on the vehicle design.*” It is unclear for which vehicles (designs) this is valid.
- The lower source height of 0.5 makes it impossible to calculate the effects of lowest noise protection walls.

Rolling noise caused by rail traffic

The rolling noise generated by a vehicle type is determined based on the wavelength-dependent roughness levels of the wheel $L_{r,VEH,i}$ and the rail $L_{r,TR,i}$ (in chart G-1, part 2, wrongly termed $L_{r,VEH,i}$) as well as a contact filter $A_{3,i}$.

Chart G-1 (roughness levels) and chart G-2 (contact filters) are provided for a wavelength range of 1,000 mm to 0,8 mm. In the text under item 2.3.2 *Wheel and rail roughness*, the range relevant for rolling noise is limited to 5 mm to 500 mm. Since the term used here is “mainly”, this limitation is seen as a suggestion and applied in the implementation.

The level of roughness covers three types of breaks (grey cast iron tread break, composite break and disc break), the rail roughness level is provided for two indicators (well maintained and very smooth as well as normally maintenance). In these cases the average network (normally maintained) was always used as a basis.

According to paragraph 2.3.2 *Definition* the contact filter depends on the type of rails as well as the wheels and the load. However, in chart G-2 only five different combinations of axle load and wheel diameter are provided for the contact filter.

The three values wheel roughness level, rail roughness level and contact filter are summarized to one level of effective total roughness using the equation 2.3.7. Impact noise based on a fictitious roughness level $L_{i,IMPACT,i}$ according to equation 2.3.11 respectively 2.3.12 were not considered.

For the conversion to the thirds that are to be calculated a transformation into the frequency space is required. This is done through the relation

$$f = \frac{v}{\lambda} [Hz]$$

however, with v in m/s (not as stated in km/h) and λ in m.

Unfortunately, the description of the allocation of the results of the transformation to the third octave band spectrum 50 Hz to 10 kHz is unclear:

“In general cases, after conversion to the frequency spectrum by means of the speed, it is necessary to obtain new 1/3 octave band spectra values averaging between two corresponding 1/3 octave bands in the wavelength domain. To estimate the total effective roughness frequency spectrum corresponding to the appropriate train speed, the two corresponding 1/3 octave bands defined in the wavelength domain shall be averaged energetically and proportionally.”

This was put into practice in the following manner:

If f_m is the third octave mid-band frequency and f_n and f_{n+1} are the frequencies ($f_n \leq f_m \leq f_{n+1}$) resulting from the transformation and the closest (above and below) with the accompanying values $L_{R,TOT,n}$ and $L_{R,TOT,n+1}$, the value belonging to the third octave mid-band frequency $L_{R,TOT,m}$ is calculated as follows:

$$L_{R,TOT,m} = 10 * \lg \left(\frac{f_m - f_n}{f_{n+1} - f_n} * \left(* 10^{0,1 * L_{R,TOT,n}} + \frac{f_{n+1} - f_m}{f_{n+1} - f_n} * 10^{0,1 * L_{R,TOT,n+1}} \right) \right)$$

Industry

- To in formula 2.4.1 is not defined.
- According to Chapter 2.5.1 (page 28 top) this regulation is not suitable to calculate the propagation of impulse or tonal industrial noise.

6.3 Adaptation of national assessment procedures

In this chapter the procedures associated with calculations in accordance with CNOSSOS were compared to the national calculation regulations. In order to do that, the single types of noise sources were examined individually due to differences among the national calculation regulations.

General aspects

The calculation based on CNOSSOS is carried out separately for day, evening and night time. The national norms, on the other hand, do not determine a separate noise level for the evening. The necessary modifications have already been made in the Preliminary Calculation Guidelines for Noise Mapping and will also be required when adapting to CNOSSOS.

Regarding sound reflections of a higher order, CNOSSOS does not prescribe in which cases more than the first reflection is to be calculated. *Therefore, it is not necessary to adapt national regulations with respect to the reflection order.*

Road traffic

Essential differences between the calculation according to CNOSSOS and RLS-90 are examined and conclusions are drawn concerning the adaption of the RLS-90.

In CNOSSOS, the noise source is determined in eight octaves. In contrast the RLS-90 relies on A-rated emission levels.

In order to adapt, it is necessary to determine emissions in octaves.

In CNOSSOS, the propagation of noise occurs in octaves. The RLS-90 only calculates an A-rated noise propagation.

The calculation of the propagation has to be changed to the calculation in octaves.

Please note: The calculation of the propagation for road traffic according to CNOSSOS is conducted in only six octaves (125 Hz - 4 kHz), in contrast to all other sources. This is likely to be a mistake and calculations should be made including all of the eight octaves.

The calculation of the propagation according to CNOSSOS is conducted (in contrast to RLS-90) utilizing the vertical plane and additionally two optional propagation paths on the lateral propagation plane.

This lateral detour is optional. Therefore, modifications are not necessary.

CNOSSOS determines the emission for five vehicle categories. RLS-90 only differentiates between trucks and cars.

It is necessary to differentiate between light and heavy trucks as part of the adaption. Two-wheeled motor vehicles are also to be registered separately and to be assessed within the emission calculation.

According to CNOSSOS, the source height is 0.05 m. In RLS-90 it is 0.5 m.

The source height has to be changed to 0.05 m.

The lowest speed in CNOSSOS is 20 km/h. In RLS-90 it is at least 30 km/h.

The lowest speed is to be changed to 20 km/h and the calculation should be adapted accordingly.

The determination of the noise level in CNOSSOS is conducted separately based on engine and tires. The road surface only has an effect on the tire noise. In RLS-90 no such differentiation is made and an correction is provided for the total noise.

The calculation of the tire / road surface noise and the engine noise has to be conducted individually and the correction for the road surface is applied to the tire noise. This also has to be carried out separately for the extended vehicle categories.

In CNOSSOS, corrections are not only added for traffic lights, but also for roundabouts.

Corrections for roundabouts have to be included.

The calculation in CNOSSOS is conducted based on an average temperature and humidity.

It may be necessary to introduce temperature and humidity as determining factors. However, it may be sufficient to define consistent average values for Germany.

The impact of slope starts in CNOSSOS with lower angles and depends on direction.

The corrections with respect to slope have to be re-established as direction-dependent.

Road surfaces other than concrete lead to significant differences in noise levels comparing CNOSSOS and RLS-90.

The assessment of the effects of different road surfaces has to be aligned.

The propagation calculation in CNOSSOS is conducted in a uniform manner for streets, rails and industry.

Calculation regulations for the propagation of all three types of noise sources with one consistent propagation calculation process are needed. It would be more useful to establish a common guideline including the noise sources.

The propagation calculation in CNOSSOS is carried out separately for homogenous and favorable propagation conditions. As a next step, an average propagation of both propagation variations was evaluated based on statistical data. In RLS-90 there is only homogenous propagation.

The additional calculation of noise propagation under favorable conditions has to be introduced into the calculation guidelines.

In CNOSSOS, the effect of the ground in noise propagation is based on the absorption of the ground surface. In RLS-90, this differentiation is not made.

The impact of the ground surface on the propagation of noise is to be established.

The noise propagation according to RLS-90 shows slightly higher noise levels within the areas close to the sources than CNOSSOS. When distances become larger, this reverses and CNOSSOS calculates higher noise levels.

Railway traffic

In the following chapter essential differences between the calculation according to CNOSSOS and Schall03 are examined and conclusions are drawn concerning the adaption of Schall03.

The propagation calculation according to CNOSSOS is conducted (in contrast to Schall03) not only utilizing the vertical plane but additionally through two optional propagation channels on the lateral propagation level.

This lateral detour is optional. Therefore, modifications are not required.

According to CNOSSOS, the source heights are 0.5 m and 4.0 m. In Schall03, on the other hand, they are 0 m, 4 m and 5 m.

The source heights have to be adapted accordingly.

The calculation in CNOSSOS is conducted based on an average temperature and humidity.

It may be necessary to introduce temperature and humidity as determining factors. However, it may be sufficient to define consistent average values for Germany.

The calculation of propagation in CNOSSOS is conducted in a uniform manner for roads, rails and industry.

Calculation regulations for the noise propagation of all three types of noise sources with one uniform propagation calculation are needed. It would be more useful to establish a common guideline including the noise sources.

The propagation calculation in CNOSSOS is carried out separately for homogenous and favorable propagation conditions. Based on statistical data an average propagation for both propagation variations is evaluated. In Schall03 there is only a homogenous propagation.

The additional calculation of noise propagation under favorable conditions has to be introduced into the calculation guidelines.

In CNOSSOS, the effect of the ground on the propagation of noise is based on the absorption of the ground. Schall03 only assesses water surfaces.

The impact of the ground on noise propagation is to be extended.

In contrast to Schall03, the emission levels of rail traffic depend on direction in CNOSSOS. Furthermore, the calculated effects of the railway structures (rail embedding, bridges, etc.) differ vastly.

The emission calculation procedure has to be revised.

Schall03 adds a (tonal) extra of 3dB for the squeal in curve radiuses between 300 m and 500 m. According to CNOSSOS either 5 dB should be used or detailed spectral examinations are to be conducted for each wagon type. Measures against squeal are not included in CNOSSOS.

It is to be assessed whether 5 dB should be used here as well.

Schall03 documents the effects of different measures in a spectral way (e.g. rail web dampers) that are not recognized at all or merely as a constant value across all frequencies in CNOSSOS.

Measures to mitigate noise at the source and their effects are to be revised and modified with respect to usability and effect.

When comparing the calculation results for a real railway, it becomes clear that the noise levels calculated based on CNOSSOS are considerably higher than the ones calculated according to Schall03. The fundamentally different approach to identifying the frequency composition of the noise source based on the speed makes it seem impossible to adapt Schall03 without making substantial changes.

Industry

The calculation in accordance with ISO 9613 for industrial areas is conducted in a way, which is similar to the procedure based on octaves as applied in CNOSSOS. In contrast to RLS-90 and Schall03, ISO 9613 does include the observation of the lateral detour and the parameters weather and ground. In addition to that, determining the emission levels is not part of the calculation in ISO 9613. Therefore, an adaption would require minor changes.

The calculation of propagation in CNOSSOS is conducted in a uniform manner for roads, rails and industry.

Calculation guidelines for the propagation of all three types of noise sources with one consistent propagation calculation process are needed. It would be more useful to establish a common guideline including the noise sources.

The calculation of propagation in CNOSSOS is carried out separately for homogenous and favorable propagation conditions. Based on statistical data a average distribution of both propagation variations is evaluated. In ISO 9613 there is only homogenous propagation.

The additional calculation of noise propagation under favorable conditions has to be introduced into the calculation regulations.

Conclusion

The differences between CNOSSOS on the one hand and the national calculation regulations on the other are extensive, meaning that an adaption of the national calculation regulations to match CNOSSOS would entail substantial changes. Therefore, it would seem more plausible to work towards an adaption of CNOSSOS to meet the national requirements. In order to do that, a first step would be to define the input parameters (e.g. the acquisition of emission data for all types of rail vehicles). In addition to that it is necessary to regulate procedures on parameters that are not significant in Germany (e.g. percentage of spike tires on cars) by establishing suitable guidelines. Also, the use of meteorological data should be regulated in a uniform way. In order to generate repeatable results, it is also necessary to clear up open questions (e.g. regarding the procedure for partial dissection).

7 Aufgabenstellung

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie sieht die Einführung eines harmonisierten Berechnungsverfahrens für die Lärmkartierung in Europa entsprechend Artikel 6 (2) vor. Die Europäische Kommission hat dazu mit CNOSSOS-EU (Common NOise aSSessment MethOdS) gemeinsame Lärmbewertungsmethoden für alle relevanten Quellenarten entwickelt. CNOSSOS-EU soll im Jahr 2018 in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union umgesetzt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll CNOSSOS (Stand KOM Dossier D034332/03 <http://ec.europa.eu/transparency/regcomitology/index.cfm?do=search.documentdetail&N2/e3rVXvMn63CPfN8ksKI5caHfQ0PXAXDnHD7hsDLqBuE2177sL3dMBpRfefPrJ>) mit den nationalen Bewertungsverfahren (VBUS, VBUSch, VBUI, RLS-90, Schall03, TA-Lärm) verglichen und Vorschläge für die Anpassung der nationalen Bewertungsverfahren erarbeitet werden. Dabei sind dreißig Vergleichsaufgaben zum Straßen-, Schienen- und Industrielärm zu entwickeln. Diese sind inhaltlich in drei Gruppen zu gliedern:

- Emissionsaufgaben,
- einfache Schallausbreitungsaufgaben
- komplexe Schallausbreitungsaufgaben

Die Ergebnisse werden in Anlehnung an die Testaufgaben der Schall03 und der ISO/TR 17534-3 dokumentiert.

Während der Bearbeitung auffallende offene Fragestellungen, die sich aus der Berechnungsvorschrift CNOSSOS-EU ergeben, werden dokumentiert und mit Lösungsvorschlägen versehen, in Form sogenannter Issue Logs, zur Klärung an das Umweltbundesamt geleitet. Das Umweltbundesamt gibt die Fragen zur Klärung an den Beirats-Sonderausschuss (DIN 45687) bzw. die CNOSSOS-Steuerungsgruppe (Behörden) weiter, sodass auch plausible Berechnungsergebnisse erzielt werden.

Neben den „einfachen Vergleichsaufgaben“ sind zudem komplexe Vergleichsaufgaben unter Berücksichtigung der Berechnungsverfahren für ...

- Straße (RLS-90, VBUS und CNOSSOS)
- Schiene (Schall03, VBUSch und CNOSSOS) mit Änderungen Stand 09.01.2015 und
- Industrie (TA Lärm, VBUI und CNOSSOS)

... zu berechnen und die Ergebnisse in Form von Schallimmissionsrasterkarten sowie Betroffenenzahlen zu dokumentieren.

8 Allgemeine Angaben zu den einfachen Vergleichsaufgaben

8.1 Allgemeine Grundbedingungen

Die folgenden Grundbedingungen gelten für alle Berechnungen:

- ▶ Temperatur: 10 °C
- ▶ Luftfeuchtigkeit: 70%

Daraus ergibt sich für alle Berechnungsfälle eine Temperaturkorrektur von $\Delta L_{W,temp} = 0,8$ dB.

Die allgemein verwendeten Indizes werden in der folgenden Tabelle erläutert.

Tabelle 8: Indices

Index	Bedeutung
i	Index des Frequenzbandes
m	Fahrzeugklasse
F	Günstige Ausbreitungsbedingungen
H	Homogene Ausbreitungsbedingungen
t	Tag
a	Abend
n	Nacht
r	Empfänger
s	Quelle
A	Quelle A (Schiene, 0,5 m Höhe)
B	Quelle B (Schiene, 4,0 m Höhe)

8.2 Straßenverkehr

Für die Vergleichsrechnungen wurden die folgenden Verkehrsmengen verwendet:

Tabelle 9: Emissionsangaben Straßenverkehr RLS-90 & VBUS

Beispiel Nr.	RLS-90				VBUS					
	M_t	M_n	p_t	p_n	M_t	M_a	M_n	p_t	p_a	p_n
1, 3-11	1750	300	40	40	2000	1000	300	40	40	40
2	193,75	30	3,62	4	225	100	30	3,56	4	4

Der Reflexionsverlust in Aufgabe 10 wurde mit $D_{Ref} = 2,5$ dB Absorptionsverlust berechnet. Mehrfachreflexion (Aufgabe 11) erfolgt nach RLS-90 und VBUS nicht.

Hinweis zu Aufgabe 2: Die 300 Krad gelten für die 12 Stunden Tag. Daraus ergibt sich zusammen mit den übrigen Fahrzeugen eine Verkehrsmenge von 225 Fahrzeugen je Stunde im Tagzeitraum.

8.3 Schienenverkehr

Für die Vergleichsrechnungen nach Schall03 wurden die folgenden Verkehrsmengen und -zusammensetzungen verwendet:

Tabelle 10: Emissionsangaben Schienenverkehr Schall03

Beispiel Nr.	Teil 1			Teil 2			Teil 3		
	Kat.	Fahrz.	Achsen	Kat.	Fahrz.	Achsen	Kat.	Fahrz.	Achsen
12, 13, 16-22	7Z2	1	4	10Z2	20	4	10Z18	5	4
14	7Z2	1	4	10Z5	20	4	10Z18	5	4
15	4V1	1	28						

Für die Vergleichsrechnungen nach VBUSCH wurden die folgenden Verkehrsmengen und -zusammensetzungen verwendet:

Tabelle 11: Emissionsangaben Schienenverkehr VBUSCH

Beispiel Nr.	DFz.	Länge	p
12, 13, 16-22	0	683	0%
14	0	683	80%
15	0	237	100%

Die Emissionslinie wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit für alle Berechnungen nach Schall03 und VBUSCH auf das Gelände gelegt (0m Höhe). Davon abweichende Höhen über Gelände aufgrund des Gleisaufbaus sind auch bei der Berechnung nach CNOSSOS nicht angesetzt worden.

8.4 Gewerbe

Da die Berechnung nach ISO 9613 und VBUI in Oktaven erfolgen kann, wurden hier dieselben Emissionen verwendet wie für die Berechnung nach CNOSSOS. Auch der Untergrund wurde bei den Berechnungen entsprechend der jeweiligen Aufgabe gewählt.

9 Einfache Vergleichsaufgaben

Nachfolgend sind 30 einfache Vergleichsaufgaben für Straße, Schiene und Gewerbe berechnet und dokumentiert worden. Dabei sind Aufgabe ...

1-11 Vergleichsaufgaben Straße

12-22 Vergleichsaufgaben Schiene und

23-30 Vergleichsaufgaben Gewerbe.

9.1 Straße

Die Klassen- und Typbezeichnungen sind aus CNOSSOS entnommen. Die Rechenbeispiele werden für CNOSSOS, RLS-90 und VBUS gerechnet und verglichen. Dazu wird ein 1m langes Straßenstück herangezogen.

Für alle Straßen gilt: $G_s = 0$

Hinweis: Die RLS-90 definieren Lkw ab 2,8 t. Bei VBUS und CNOSSOS wird ein Fahrzeug erst ab 3,5 t als Lkw definiert. Bei den Berechnungen der Schallpegel nach RLS-90 wurde dies

gleichgesetzt (d.h. es erfolgte keine unterschiedlichen Klassifikation von Fahrzeugen zwischen 2,8 und 3,5 t).

1. Basissituation Straße (Emission)

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ Entfernung: 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ Ebenes Gelände

Tabelle 12: Beispiel 1 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*1	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	

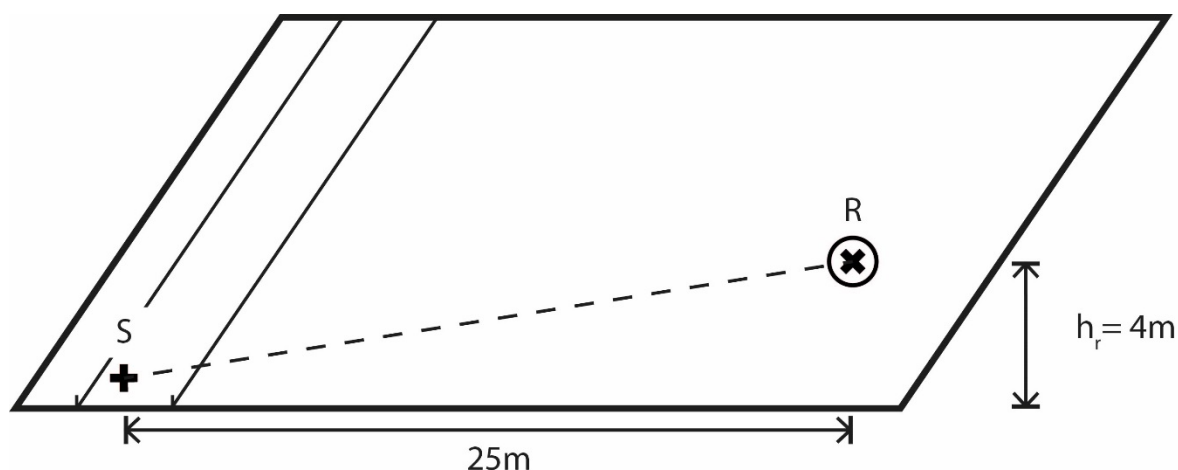


Abbildung 1: Darstellung Beispiel 1

¹ die Emissionshöhe ist bei Straßen- und Schienenverkehr vorgegeben (relativ zum Gelände)

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 13: Beispiel 1 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	75,27	76,42	75,11	76,82	84,05	81,66	73,13	64,30
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	76,62	73,89	76,44	76,87	78,29	73,73	67,13	62,18
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	82,49	79,78	81,28	83,13	83,04	77,70	71,99	66,62
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^*,eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^*,eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Abend	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW^*,eq,line,i,m$	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW^*,eq,line,i,m$	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	67,03	68,18	66,88	68,58	75,81	73,42	64,89	56,06

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$L_{W',eq,line,i,m}$	68,38	65,65	68,20	68,63	70,05	65,49	58,89	53,94
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$L_{W',eq,line,i,m}$	74,25	71,54	73,04	74,89	74,80	69,46	63,75	58,38
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$L_{W',eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		L _{w',eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 14: Beispiel 1 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	84,10	82,13	83,24	84,81	87,18	83,60	76,19	69,51	90,26
L _{evening}	[dB]	81,09	79,12	80,23	81,80	84,17	80,59	73,17	66,50	87,25
L _{night}	[dB]	75,86	73,89	75,00	76,57	78,94	75,36	67,95	61,27	82,02

Ausbreitung

Tabelle 15: Beispiel 1 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}		
25,31	25,00	0,70	0,14	0,05	4,00	39,07		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,96
A _{ground,F}	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57
A _{ground,H}	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57

Immission

Tabelle 16: Beispiel 1 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	47,60	45,62	46,72	48,26	50,59	46,85	38,86	30,05	53,6
L _{evening}	[dB]	44,59	42,61	43,71	45,25	47,58	43,84	35,85	27,04	50,6
L _{night}	[dB]	39,36	37,38	38,48	40,02	42,35	38,62	30,62	21,81	45,4

Tabelle 17: Beispiel 1 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
L _{day} [dB(A)]	53,6	59,0	-5,4	59,6	-6,0
L _{evening} [dB(A)]	50,6	-	-	56,6	-6,0
L _{night} [dB(A)]	45,4	51,4	-6,0	51,4	-6,0

2. Variation Verkehrsmenge (Emission)

- ▶ $M_t=200$, $M_a=100$, $M_n=30$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ **Klasse 2 (mittlere Lkw): 2%**
- ▶ **Klasse 3 (Schw. Lkw): 2%**
- ▶ **Zusätzlich** (d.h. nicht in M_t enthalten) **300 Krad im Tagzeitraum** (Klasse 4b)
- ▶ Entfernung: 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln
- ▶ 100 km/h (Pkw/Krad) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ Ebenes Gelände

Tabelle 18: Beispiel 2 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	

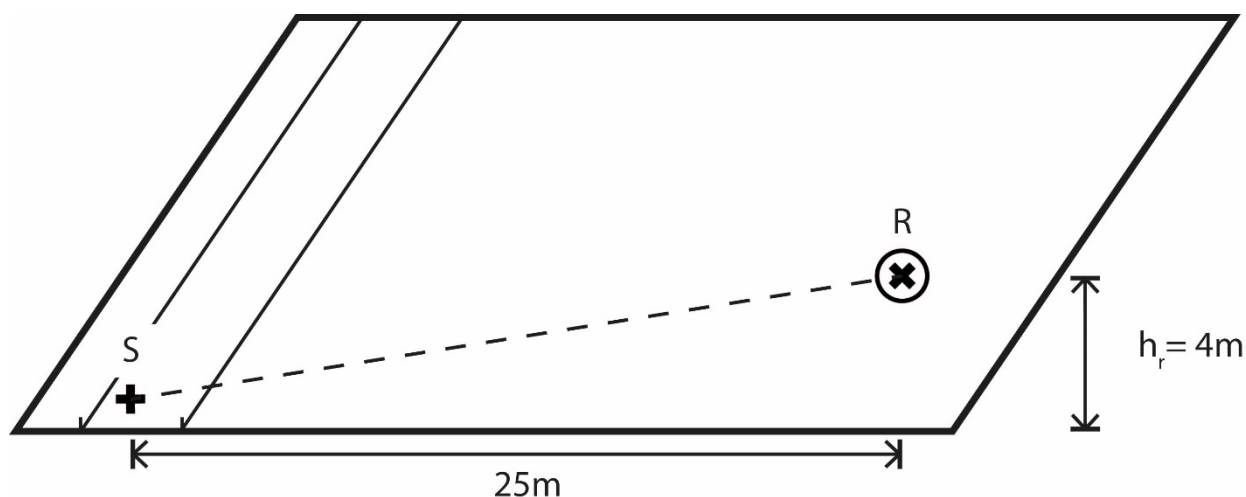


Abbildung 2: Darstellung Beispiel 2

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 19: Beispiel 2 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$L_{W',eq,line,i,m}$	67,31	68,46	67,16	68,86	76,09	73,70	65,17	56,34
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$L_{W',eq,line,i,m}$	57,87	55,14	57,69	58,12	59,54	54,97	48,38	43,43
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$L_{W',eq,line,i,m}$	61,52	58,81	60,31	62,16	62,07	56,73	51,02	45,65
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		L _{WR,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		L _{W',eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
		ΔL _{WR,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
		L _{WR,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	96,37	99,73	97,80	97,87	99,63	98,60	94,86	91,64
		L _{W',eq,line,i,m}	60,35	63,71	61,78	61,85	63,61	62,58	58,84	55,62
Abend	1	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,i,m}	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		L _{WR,i,m}	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		L _{W',eq,line,i,m}	64,30	65,45	64,15	65,85	73,08	70,69	62,16	53,33
	2	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,i,m}	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		L _{WR,i,m}	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		L _{W',eq,line,i,m}	54,86	52,12	54,68	55,11	56,53	51,96	45,37	40,42
	3	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	58,51	55,80	57,30	59,15	59,06	53,72	48,01	42,64
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	96,37	99,73	97,80	97,87	99,63	98,60	94,86	91,64
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	59,08	60,22	58,92	60,62	67,85	65,46	56,93	48,11
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	49,63	46,90	49,45	49,88	51,30	46,74	40,14	35,19
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	53,28	50,57	52,07	53,93	53,83	48,50	42,78	37,41
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	96,37	99,73	97,80	97,87	99,63	98,60	94,86	91,64
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 20: Beispiel 2 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
<i>L_{day}</i>	[dB]	69,30	70,19	69,22	70,61	76,57	74,15	66,28	59,32	79,67
<i>L_{evening}</i>	[dB]	65,69	66,08	65,35	66,98	73,34	70,83	62,41	53,89	76,32
<i>L_{night}</i>	[dB]	60,46	60,85	60,12	61,75	68,11	65,60	57,18	48,66	71,09

Ausbreitung

Tabelle 21: Beispiel 2 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
<i>d</i>	<i>d_p</i>	<i>G_{path}</i>	<i>G'_{path}</i>	<i>z_s</i>	<i>z_r</i>	<i>A_{div}</i>		
25,31	25,00	0,70	0,14	0,05	4,00	39,07		
<i>f</i>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>A_{atm}</i>	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,96
<i>A_{ground,F}</i>	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57
<i>A_{ground,H}</i>	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57

Immission

Tabelle 22: Beispiel 2 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
<i>L_{day}</i>	[dB]	32,79	33,68	32,70	34,07	39,98	37,41	28,95	19,86	43,0
<i>L_{evening}</i>	[dB]	29,19	29,57	28,83	30,44	36,75	34,09	25,08	14,43	39,6
<i>L_{night}</i>	[dB]	23,96	24,34	23,60	25,21	31,52	28,86	19,85	9,20	34,4

Tabelle 23: Beispiel 2 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
<i>L_{day}</i> [dB(A)]	43,0	44,3	-1,3	44,9	-1,9
<i>L_{evening}</i> [dB(A)]	39,6	-	-	41,5	-1,9
<i>L_{night}</i> [dB(A)]	34,4	36,3	-1,9	36,3	-1,9

3. Variation Kreuzungszuschlag (Emission)

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ Entfernung: 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ **Kreuzung in 30 m Entfernung vom Emissionspunkt**
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ Ebenes Gelände

Tabelle 24: Beispiel 3 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	
Kreuzung								
X	Y	Z						
0	30	0						

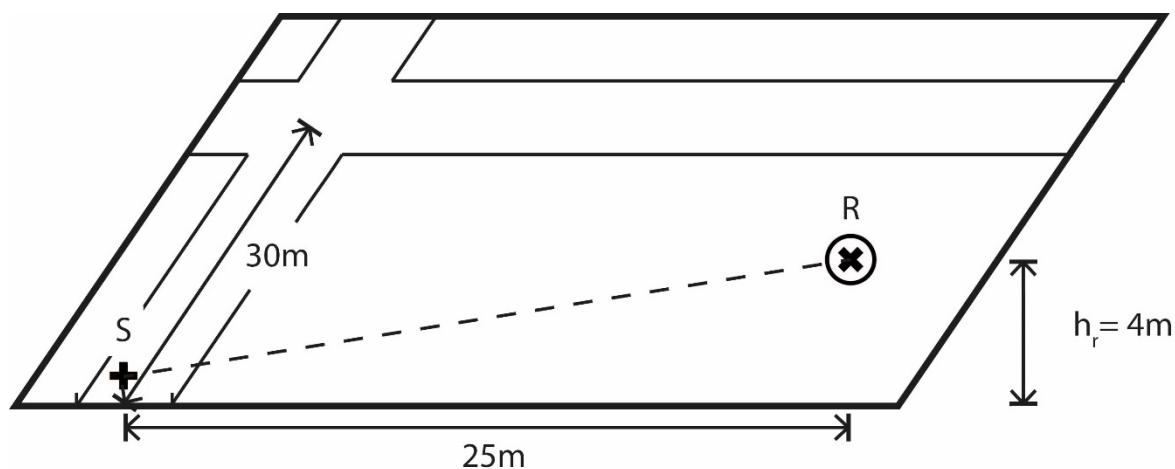


Abbildung 3: Darstellung Beispiel 3

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 25: Beispiel 3 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35
		$L_{WR,i,m}$	82,00	89,78	88,18	91,83	99,98	97,31	87,79	78,15
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
		$L_{WP,i,m}$	97,79	96,14	95,15	93,18	91,48	94,18	90,58	83,38
		$L_{W',eq,line,i,m}$	78,70	77,83	76,74	76,36	81,35	79,82	73,21	65,31
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40
		$L_{WR,i,m}$	83,34	88,38	90,99	95,68	96,75	90,60	83,62	80,43
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$L_{WP,i,m}$	107,03	103,47	106,01	104,03	105,83	102,43	96,03	89,93
		$L_{W',eq,line,i,m}$	82,79	79,34	81,89	80,36	82,07	78,44	72,01	66,13
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40
		$L_{WR,i,m}$	86,34	91,24	93,52	99,77	100,24	94,05	86,94	82,45
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$L_{WP,i,m}$	110,70	107,33	108,66	108,01	107,11	102,91	98,31	92,31
		$L_{W',eq,line,i,m}$	88,67	85,39	86,75	86,58	85,89	81,40	76,58	70,70
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Abend	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35
		$L_{WR,i,m}$	82,00	89,78	88,18	91,83	99,98	97,31	87,79	78,15
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
		$L_{WP,i,m}$	97,79	96,14	95,15	93,18	91,48	94,18	90,58	83,38
		$LW',eq,line,i,m$	75,69	74,82	73,73	73,35	78,34	76,81	70,20	62,30
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40
		$L_{WR,i,m}$	83,34	88,38	90,99	95,68	96,75	90,60	83,62	80,43
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$L_{WP,i,m}$	107,03	103,47	106,01	104,03	105,83	102,43	96,03	89,93
		$LW',eq,line,i,m$	79,78	76,33	78,88	77,35	79,06	75,43	69,00	63,12
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40
		$L_{WR,i,m}$	86,34	91,24	93,52	99,77	100,24	94,05	86,94	82,45
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$L_{WP,i,m}$	110,70	107,33	108,66	108,01	107,11	102,91	98,31	92,31
		$LW',eq,line,i,m$	85,66	82,38	83,74	83,57	82,87	78,39	73,57	67,69
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15	-3,15
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35	-2,35
		$L_{WR,i,m}$	82,00	89,78	88,18	91,83	99,98	97,31	87,79	78,15
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
		$L_{WP,i,m}$	97,79	96,14	95,15	93,18	91,48	94,18	90,58	83,38
		$LW',eq,line,i,m$	70,46	69,59	68,50	68,12	73,11	71,59	64,97	57,07

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40
		$L_{WR,i,m}$	83,34	88,38	90,99	95,68	96,75	90,60	83,62	80,43
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$L_{WP,i,m}$	107,03	103,47	106,01	104,03	105,83	102,43	96,03	89,93
		$LW',eq,line,i,m$	74,55	71,10	73,65	72,12	73,84	70,21	63,77	57,89
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80	-2,80
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40
		$L_{WR,i,m}$	86,34	91,24	93,52	99,77	100,24	94,05	86,94	82,45
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
		$L_{WP,i,m}$	110,70	107,33	108,66	108,01	107,11	102,91	98,31	92,31
		$LW',eq,line,i,m$	80,44	77,15	78,51	78,34	77,65	73,16	68,34	62,46
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		L _{w,eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 26: Beispiel 3 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	90,00	86,93	88,29	87,83	88,36	84,83	79,15	72,84	92,05
L _{evening}	[dB]	86,99	83,92	85,28	84,82	85,35	81,82	76,14	69,83	89,04
L _{night}	[dB]	81,77	78,69	80,05	79,59	80,12	76,59	70,91	64,60	83,81

Ausbreitung

Tabelle 27: Beispiel 3 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}		
25,31	25,00	0,70	0,14	0,05	4,00	39,07		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,96
A _{ground,F}	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57
A _{ground,H}	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57	-2,57

Immission

Tabelle 28: Beispiel 3 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	53,50	50,42	51,77	51,28	51,77	48,09	41,83	33,38	55,4
L _{evening}	[dB]	50,49	47,41	48,76	48,27	48,76	45,08	38,82	30,37	52,4
L _{night}	[dB]	45,26	42,18	43,53	43,05	43,53	39,85	33,59	25,15	47,1

Tabelle 29: Beispiel 3 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
L _{day} [dB(A)]	55,4	62,0	-6,6	59,6	-4,2
L _{evening} [dB(A)]	52,4	-	-	56,6	-4,2
L _{night} [dB(A)]	47,1	54,4	-7,3	51,4	-4,3

4. Variation Fahrbahnbreite (Emission)

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ **4 Fahrstreifen** (RQ 29), **Klasse 1 fährt auf den inneren, Klasse 2 & 3 fahren auf den äußeren Fahrstreifen** (mit 1 m Länge, d.h. 4 Emissionspunkte, einer je Fahrbahn)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ Entfernung: 25 m (von der Mitte der Fahrbahn)
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ Ebenes Gelände

Hinweis: Bei VBUS & RLS-90 wird der Verkehr vorschriftsgemäß auf die äußeren Fahrstreifen gelegt.

Tabelle 30: Beispiel 4 - Geometrie

Höhenlinie			Emission Kl. 1 nah			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	4,375	0	*	-50	-150	
250	-150	0	Emission Kl. 1 fern			250	-150	
250	150	0	X	Y	Z	250	150	
-50	150	0	-4,375	0	*	-50	150	
-50	-150	0	Emission Kl. 2&3 nah			-50	-150	
Immission			X	Y	Z			
X	Y	Z (rel)	8,125	0	*			
25	0	4	Emission Kl. 2&3 fern					
			X	Y	Z			
			-8,125	0	*			

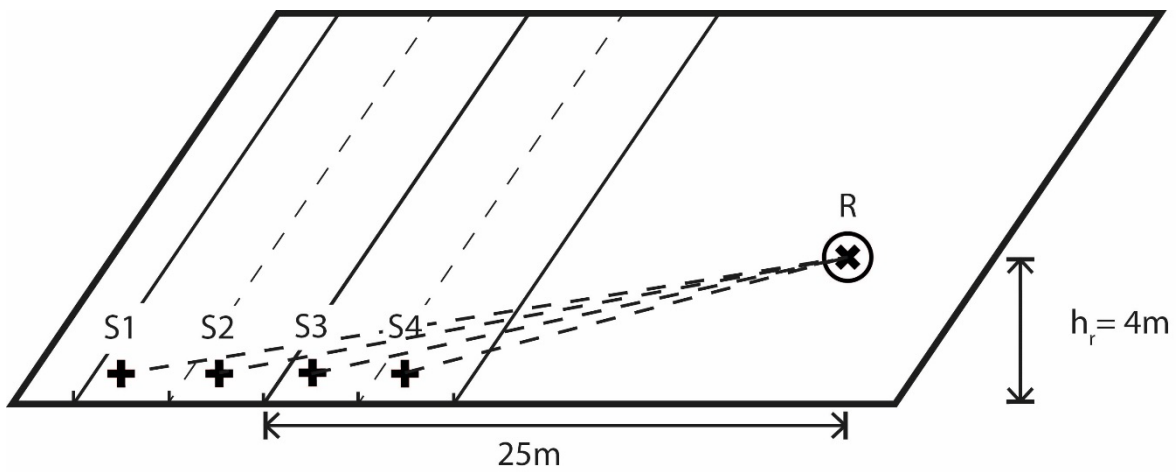


Abbildung 4: Darstellung Beispiel 4

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Die Angaben erfolgen jeweils getrennt für die vier relevanten Fahrstreifen.

Tabelle 31: Beispiel 4 - Emissionsparameter Klasse 1

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Abend		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	69,25	70,40	69,09	70,80	78,03	75,64	67,11	58,28
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		LW ^{eq,line,i,m}	64,02	65,17	63,87	65,57	72,80	70,41	61,88	53,05
	2	ΔLWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWR,i,m	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		LWR,i,m	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		ΔLWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		LW ^{eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
	3	ΔLWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWR,i,m	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		LWR,i,m	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		ΔLWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		LW ^{eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
	4a	ΔLWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWR,road,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		ΔLWR,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		LWR,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		LW ^{eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	ΔLWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWR,road,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		ΔLWR,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		LWR,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔLWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		LWP,i,m	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		LW',eq,line,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 32: Beispiel 4 - Emissionsparameter Klasse 2&3

Emissionsparameter Klasse 2&3 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		LWR,i,m	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		LW',eq,line,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		LWR,i,m	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		LW',eq,line,i,m	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		LWR,i,m	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		LW',eq,line,i,m	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter Klasse 2&3 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		L _{WR,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		L _{W',eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
		ΔL _{WR,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
		L _{WR,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		L _{W',eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
Abend	1	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,i,m}	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		L _{WR,i,m}	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		L _{W',eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,i,m}	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		L _{WR,i,m}	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		L _{W',eq,line,i,m}	70,60	67,87	70,42	70,85	72,27	67,70	61,11	56,16
	3	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,i,m}	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Emissionsparameter Klasse 2&3 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		L _{WR,i,m}	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		L _{W',eq,line,i,m}	76,47	73,76	75,26	77,11	77,02	71,68	65,97	60,60
	4a	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
		ΔL _{WR,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
		L _{WR,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		L _{W',eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
		ΔL _{WR,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
		L _{WR,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		L _{W',eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,i,m}	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		L _{WR,i,m}	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		ΔL _{WP,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WP,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		L _{WP,i,m}	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		L _{W',eq,line,i,m}	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	ΔL _{WR,acc,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		ΔL _{WR,road,i,m}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter Klasse 2&3 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW^{*}_{eq,line,i,m}$	65,37	62,64	65,19	65,62	67,04	62,48	55,88	50,93
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^{*}_{eq,line,i,m}$	71,24	68,53	70,03	71,88	71,79	66,45	60,74	55,37
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^{*}_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^{*}_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 33: Beispiel 4 - Emissionspegel

Emissionspegel je innerem Fahrstreifen (Klasse 1, linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29	84,01
L _{evening}	[dB]	69,25	70,40	69,09	70,80	78,03	75,64	67,11	58,28	81,00
L _{night}	[dB]	64,02	65,17	63,87	65,57	72,80	70,41	61,88	53,05	75,77
Emissionspegel je äußerem Fahrstreifen (Klasse 2&3, linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	80,48	77,76	79,50	81,05	81,28	76,15	70,21	64,94	84,46
L _{evening}	[dB]	77,47	74,75	76,49	78,04	78,27	73,14	67,20	61,93	81,45
L _{night}	[dB]	72,24	69,53	71,26	72,81	73,04	67,92	61,97	56,71	76,22

Ausbreitung

Tabelle 34: Beispiel 4 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter									
Emission Kl. 1 nah									
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}			
21,00	20,63	0,70	0,12	0,05	4,00	37,44			
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
A _{atm}	0,00	0,01	0,02	0,04	0,08	0,20	0,69	2,46	
A _{ground,F}	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	
A _{ground,H}	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	-2,64	
Emission Kl. 1 fern									
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}			
29,64	29,38	0,70	0,17	0,05	4,00	40,44			
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,06	0,11	0,29	0,97	3,47	
A _{ground,F}	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	
A _{ground,H}	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	-2,49	
Emission Kl. 2&3 nah									
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}			
17,33	16,88	0,70	0,10	0,05	4,00	35,78			
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
A _{atm}	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06	0,17	0,57	2,03	
A _{ground,F}	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	
A _{ground,H}	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	-2,71	
Emission Kl. 2&3 fern									
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}			
33,36	33,13	0,70	0,19	0,05	4,00	41,46			

f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,00	0,01	0,03	0,06	0,12	0,32	1,09	3,90
$A_{ground,F}$	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43
$A_{ground,H}$	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43	-2,43

Immission

Tabelle 35: Beispiel 4 - Immissionspegel

Immissionspegelanteil Klasse 1, naher Fahrstreifen (linear)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day} [dB]	37,46	38,60	37,28	38,97	46,16	43,64	34,63	24,04	49,05
$L_{evening}$ [dB]	34,45	35,59	34,27	35,96	43,15	40,63	31,62	21,03	46,04
L_{night} [dB]	29,22	30,36	29,04	30,73	37,92	35,40	26,39	15,80	40,81
Immissionspegelanteil Klasse 1, ferner Fahrstreifen (linear)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day} [dB]	34,31	35,45	34,13	35,81	42,98	40,41	31,20	19,88	45,84
$L_{evening}$ [dB]	31,30	32,44	31,12	32,80	39,97	37,40	28,19	16,87	42,83
L_{night} [dB]	26,07	27,21	25,89	27,57	34,74	32,18	22,96	11,64	37,60
Immissionspegelanteil Klasse 2&3, naher Fahrstreifen (linear)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day} [dB]	47,41	44,69	46,42	47,94	48,15	42,92	36,57	29,85	51,28
$L_{evening}$ [dB]	44,40	41,68	43,41	44,93	45,14	39,91	33,56	26,84	48,27
L_{night} [dB]	39,17	36,45	38,18	39,70	39,91	34,68	28,33	21,61	43,04
Immissionspegelanteil Klasse 2&3, ferner Fahrstreifen (linear)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day} [dB]	41,43	38,71	40,43	41,94	42,12	36,80	30,08	22,00	45,22
$L_{evening}$ [dB]	38,42	35,70	37,42	38,93	39,11	33,79	27,07	18,99	42,21
L_{night} [dB]	33,20	30,47	32,19	33,70	33,89	28,56	21,84	13,77	36,98
Immissionspegel (linear)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day} [dB]	48,88	46,78	47,98	49,52	51,55	47,67	39,90	31,69	54,6
$L_{evening}$ [dB]	45,87	43,77	44,97	46,51	48,54	44,66	36,89	28,68	51,6
L_{night} [dB]	40,64	38,54	39,74	41,28	43,31	39,43	31,67	23,45	46,3

Tabelle 36: Beispiel 4 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
L_{day} [dB(A)]	54,6	60,1	-5,5	60,7	-6,1
$L_{evening}$ [dB(A)]	51,6	-	-	57,7	-6,1
L_{night} [dB(A)]	46,3	52,5	-6,2	52,5	-6,2

5. Variation Abstand

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ **Entfernung: 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ Ebenes Gelände

Tabelle 37: Beispiel 5 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	

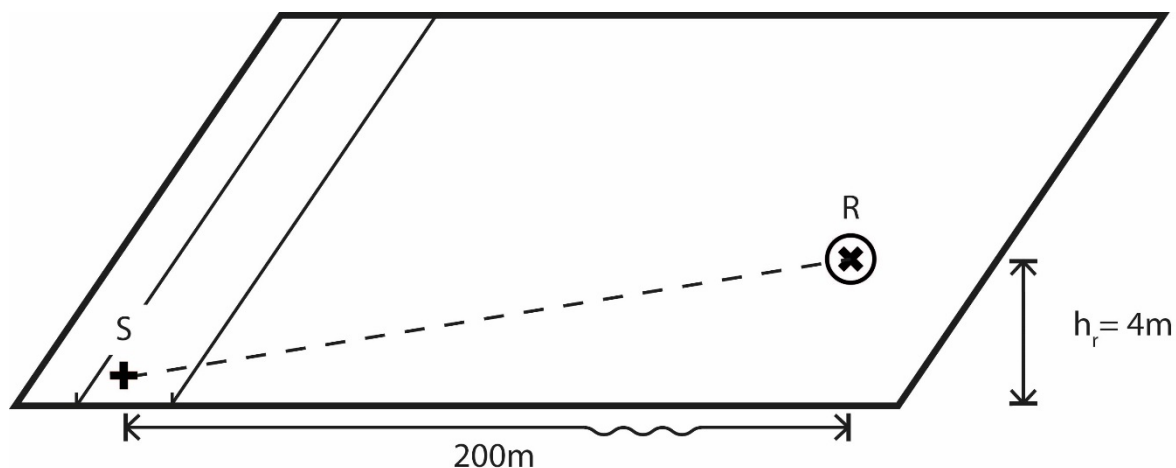


Abbildung 5: Darstellung Beispiel 5

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 38: Beispiel 5 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	75,27	76,42	75,11	76,82	84,05	81,66	73,13	64,30
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	76,62	73,89	76,44	76,87	78,29	73,73	67,13	62,18
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	82,49	79,78	81,28	83,13	83,04	77,70	71,99	66,62
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Abend		LWR,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		LW',eq,line,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		Δ LWR,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		LWR,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		LW',eq,line,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
	1	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,i,m	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		LWR,i,m	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		LW',eq,line,i,m	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
	2	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,i,m	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		LWR,i,m	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		LW',eq,line,i,m	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	67,03	68,18	66,88	68,58	75,81	73,42	64,89	56,06
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	68,38	65,65	68,20	68,63	70,05	65,49	58,89	53,94
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	74,25	71,54	73,04	74,89	74,80	69,46	63,75	58,38
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 39: Beispiel 5 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
<i>L</i> _{day}	[dB]	84,10	82,13	83,24	84,81	87,18	83,60	76,19	69,51	90,26
<i>L</i> _{evening}	[dB]	81,09	79,12	80,23	81,80	84,17	80,59	73,17	66,50	87,25
<i>L</i> _{night}	[dB]	75,86	73,89	75,00	76,57	78,94	75,36	67,95	61,27	82,02

Ausbreitung

Tabelle 40: Beispiel 5 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
<i>d</i>	<i>d</i> _p	<i>G</i> _{path}	<i>G'</i> _{path}	<i>z</i> _s	<i>z</i> _r	<i>A</i> _{div}		
200,04	200,00	0,70	0,70	0,05	4,00	57,02		
<i>f</i>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>A</i> _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
<i>A</i> _{ground,F}	-1,61	-1,61	-1,61	-1,61	3,84	2,34	-1,61	-1,61
<i>A</i> _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	3,17	8,22	13,87	18,51	12,74

Immission

Tabelle 41: Beispiel 5 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
<i>L</i> _{day}	[dB]	28,66	26,63	27,62	29,01	25,59	22,31	14,21	-9,31	30,4
<i>L</i> _{evening}	[dB]	25,65	23,62	24,61	25,99	22,58	19,30	11,20	-12,32	27,4
<i>L</i> _{night}	[dB]	20,42	18,40	19,38	20,77	17,35	14,07	5,97	-17,55	22,1

Tabelle 42: Beispiel 5 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
<i>L</i> _{day} [dB(A)]	30,4	35,8	-5,4	34,8	-4,4
<i>L</i> _{evening} [dB(A)]	27,4	-	-	32,6	-5,2
<i>L</i> _{night} [dB(A)]	22,1	28,1	-6,0	28,1	-6,0

6. Variation Untergrund

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ **Entfernung: 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ **Ausbreitung über unterschiedlichen Grund**
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Ebene Fahrbahn, Ebenes Gelände
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln, keine Spikes
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)

Tabelle 43: Beispiel 6 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			Immission		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z (rel)
-50	-150	0	0	0	*	200	0	4
250	-150	0						
250	150	0						
-50	150	0						
-50	-150	0						
G=0			G=0,5			G=1		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150		50	-150		150	-150	
50	-150		150	-150		250	-150	
50	150		150	150		250	150	
-50	150		50	150		150	150	
-50	-150		50	-150		150	-150	

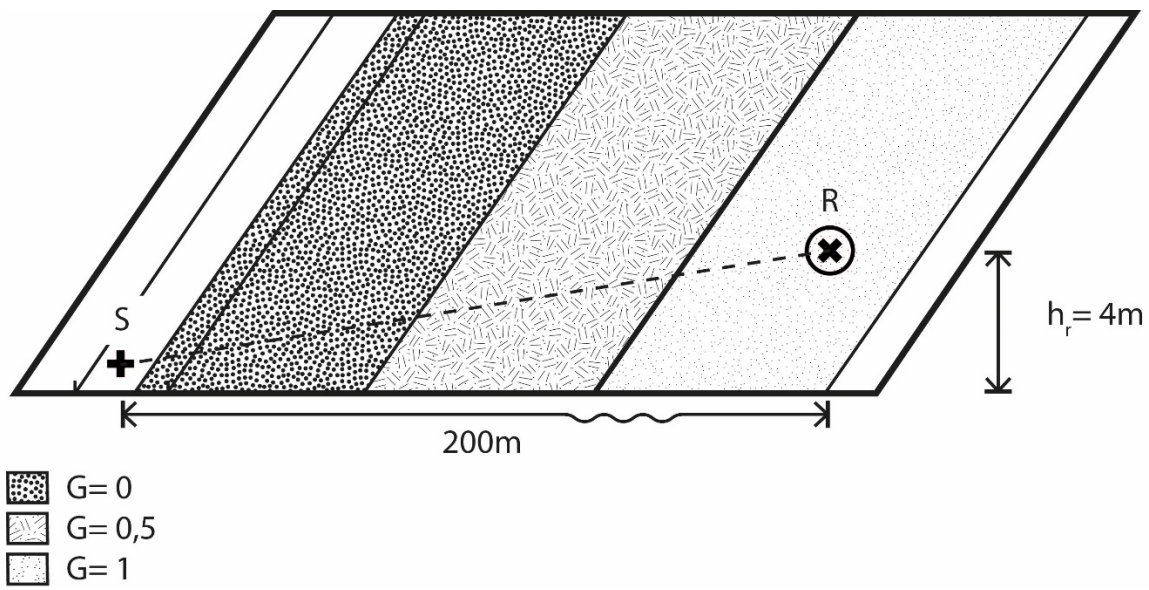


Abbildung 6: Darstellung Beispiel 6

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 44: Beispiel 6 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	75,27	76,42	75,11	76,82	84,05	81,66	73,13	64,30
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	76,62	73,89	76,44	76,87	78,29	73,73	67,13	62,18
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	82,49	79,78	81,28	83,13	83,04	77,70	71,99	66,62
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		LWR,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		LW',eq,line,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		Δ LWR,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		LWR,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		LW',eq,line,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
Abend	1	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,i,m	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		LWR,i,m	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		LW',eq,line,i,m	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
	2	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,i,m	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		LWR,i,m	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		LW',eq,line,i,m	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	67,03	68,18	66,88	68,58	75,81	73,42	64,89	56,06
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	68,38	65,65	68,20	68,63	70,05	65,49	58,89	53,94
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	74,25	71,54	73,04	74,89	74,80	69,46	63,75	58,38
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 45: Beispiel 6 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
<i>L</i> _{day}	[dB]	84,10	82,13	83,24	84,81	87,18	83,60	76,19	69,51	90,26
<i>L</i> _{evening}	[dB]	81,09	79,12	80,23	81,80	84,17	80,59	73,17	66,50	87,25
<i>L</i> _{night}	[dB]	75,86	73,89	75,00	76,57	78,94	75,36	67,95	61,27	82,02

Ausbreitung

Tabelle 46: Beispiel 6 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
<i>d</i>	<i>d</i> _p	<i>G</i> _{path}	<i>G'</i> _{path}	<i>z</i> _s	<i>z</i> _r	<i>A</i> _{div}		
200,04	200,00	0,50	0,50	0,05	4,00	57,02		
<i>f</i>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>A</i> _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
<i>A</i> _{ground,F}	-2,68	-2,68	-2,68	-2,68	-2,00	2,76	-2,68	-2,68
<i>A</i> _{ground,H}	-1,50	-1,50	-1,50	-0,44	3,53	9,90	15,59	13,33

Immission

Tabelle 47: Beispiel 6 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
<i>L</i> _{day}	[dB]	29,73	27,71	28,69	30,08	31,43	21,89	15,28	-8,24	33,5
<i>L</i> _{evening}	[dB]	26,72	24,69	25,68	27,07	28,42	18,87	12,27	-11,25	30,5
<i>L</i> _{night}	[dB]	21,49	19,47	20,45	21,84	23,19	13,65	7,04	-16,48	25,3

Tabelle 48: Beispiel 6 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
<i>L</i> _{day} [dB(A)]	33,5	35,8	-2,3	34,8	-1,3
<i>L</i> _{evening} [dB(A)]	30,5	-	-	32,6	-2,1
<i>L</i> _{night} [dB(A)]	25,3	28,1	-2,8	28,1	-2,8

7. Variation Gefälle

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ **Entfernung: 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ **Gelände ist ansteigend** (10% Steigung von Straße zu Immissionsort), Straße ist weiterhin eben

Tabelle 49: Beispiel 7 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	-5	0	0	*	-50	-150	
250	-150	25				250	-150	
250	150	25	Immission			250	150	
-50	150	-5	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	-5	200	0	4	-50	-150	

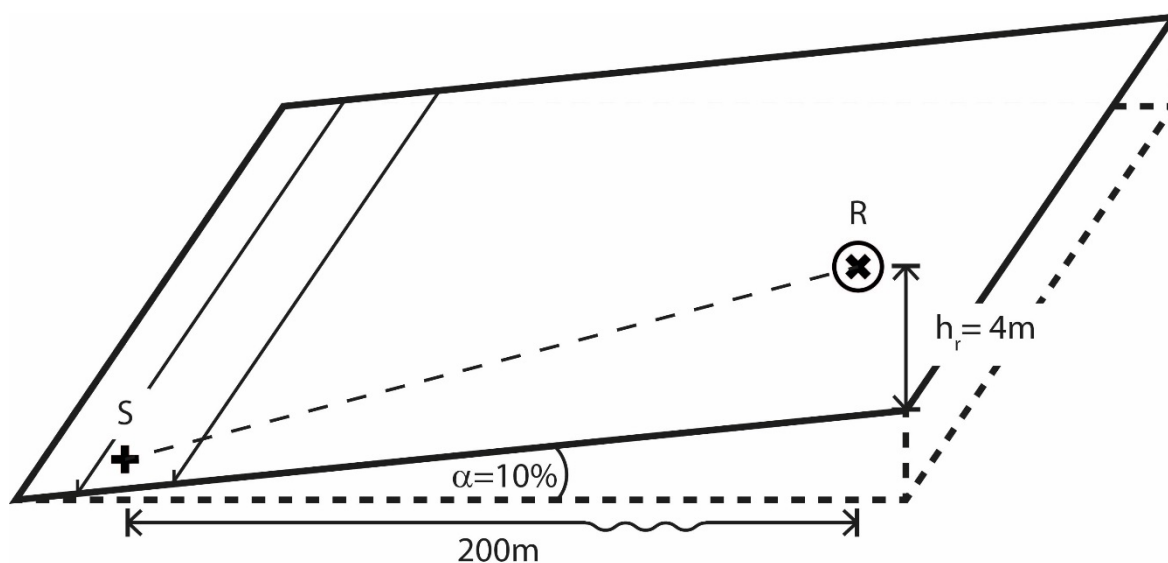


Abbildung 7: Darstellung Beispiel 7

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 50: Beispiel 7 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	75,27	76,42	75,11	76,82	84,05	81,66	73,13	64,30
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	76,62	73,89	76,44	76,87	78,29	73,73	67,13	62,18
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	82,49	79,78	81,28	83,13	83,04	77,70	71,99	66,62
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	Abend	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW'_{eq,line,i,m}$	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
		$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
	2	$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW'_{eq,line,i,m}$	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	67,03	68,18	66,88	68,58	75,81	73,42	64,89	56,06
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	68,38	65,65	68,20	68,63	70,05	65,49	58,89	53,94
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	74,25	71,54	73,04	74,89	74,80	69,46	63,75	58,38
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 51: Beispiel 7 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
<i>L</i> _{day}	[dB]	84,10	82,13	83,24	84,81	87,18	83,60	76,19	69,51	90,26
<i>L</i> _{evening}	[dB]	81,09	79,12	80,23	81,80	84,17	80,59	73,17	66,50	87,25
<i>L</i> _{night}	[dB]	75,86	73,89	75,00	76,57	78,94	75,36	67,95	61,27	82,02

Ausbreitung

Tabelle 52: Beispiel 7 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
<i>d</i>	<i>d</i> _p	<i>G</i> _{path}	<i>G'</i> _{path}	<i>z</i> _s	<i>z</i> _r	<i>A</i> _{div}		
201,43	201,39	0,70	0,70	0,05	3,98	57,08		
<i>f</i>	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<i>A</i> _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,74	1,95	6,61	23,57
<i>A</i> _{ground,F}	-1,62	-1,62	-1,62	-1,62	3,88	2,26	-1,62	-1,62
<i>A</i> _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	3,27	8,34	13,97	18,63	12,89

Immission

Tabelle 53: Beispiel 7 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
<i>L</i> _{day}	[dB]	28,61	26,59	27,57	28,96	25,48	22,31	14,12	-9,52	30,3
<i>L</i> _{evening}	[dB]	25,60	23,58	24,56	25,95	22,47	19,30	11,10	-12,53	27,3
<i>L</i> _{night}	[dB]	20,37	18,35	19,33	20,72	17,24	14,07	5,88	-17,76	22,1

Tabelle 54: Beispiel 7 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
<i>L</i> _{day} [dB(A)]	30,3	35,7	-5,4	34,7	-4,4
<i>L</i> _{evening} [dB(A)]	27,3	-	-	32,5	-5,2
<i>L</i> _{night} [dB(A)]	22,1	28,0	-5,9	28,0	-5,9

8. Variation Einschnitt

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ **Entfernung: 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ **Straße liegt in einem Einschnitt** (Gelände von der Emission aus 10 m eben, dann auf 5 m Anstieg um 5 m, danach eben bis Immission)

Tabelle 55: Beispiel 8 - Geometrie

Höhenlinie 1			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
10	-150	0				250	-150	
10	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	
Höhenlinie 2			Höhenlinie 3					
X	Y	Z	X	Y	Z			
10	-150	0	15	-150	5			
15	-150	5	250	-150	5			
15	150	5	250	150	5			
10	150	0	15	150	5			

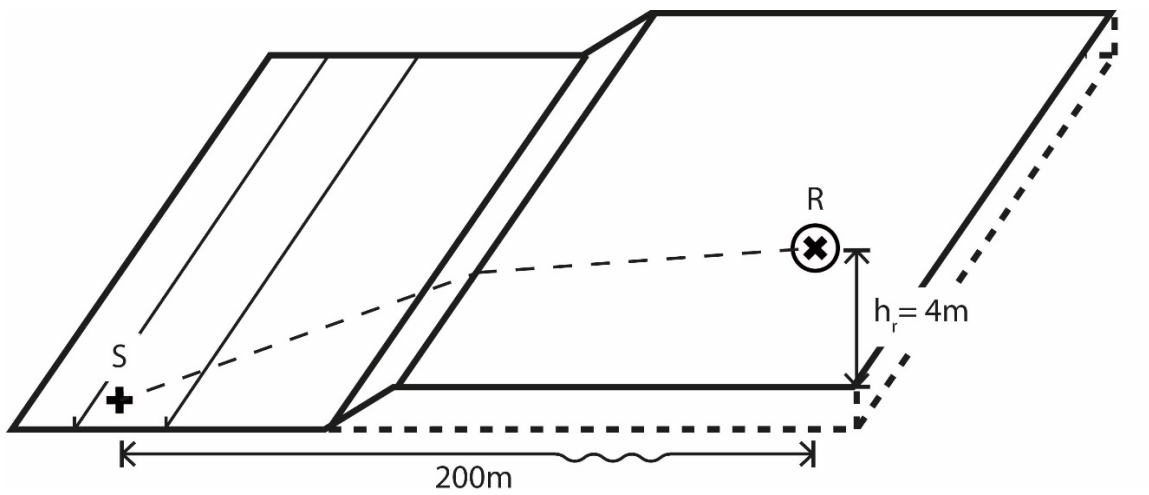


Abbildung 8: Darstellung Beispiel 8

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 56: Beispiel 8 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$L_{W',eq,line,i,m}$	75,27	76,42	75,11	76,82	84,05	81,66	73,13	64,30
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$L_{W',eq,line,i,m}$	76,62	73,89	76,44	76,87	78,29	73,73	67,13	62,18
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$L_{W',eq,line,i,m}$	82,49	79,78	81,28	83,13	83,04	77,70	71,99	66,62
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$L_{W',eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$L_{W',eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
Abend	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$L_{W',eq,line,i,m}$	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$L_{W',eq,line,i,m}$	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^*,eq,line,i,m$	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^*,eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^*,eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW^*,eq,line,i,m$	67,03	68,18	66,88	68,58	75,81	73,42	64,89	56,06
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$L_{W',eq,line,i,m}$	68,38	65,65	68,20	68,63	70,05	65,49	58,89	53,94
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$L_{W',eq,line,i,m}$	74,25	71,54	73,04	74,89	74,80	69,46	63,75	58,38
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$L_{W',eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$L_{W',eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 57: Beispiel 8 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	84,10	82,13	83,24	84,81	87,18	83,60	76,19	69,51	90,26
L _{evening}	[dB]	81,09	79,12	80,23	81,80	84,17	80,59	73,17	66,50	87,25
L _{night}	[dB]	75,86	73,89	75,00	76,57	78,94	75,36	67,95	61,27	82,02

Ausbreitung

Tabelle 58: Beispiel 8 - Ausbreitungsparameter (Geometrie)

Ausbreitungsparameter (Geometrie)							
	S	R	O	S'	R'	m _{so}	0,26
X	0,00	200,00	15,00	0,56	200,00	b _{so}	-1,11
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m _{or}	0,00
Z	0,05	9,00	5,00	-2,13	1,00	b _{or}	5,00

Tabelle 59: Beispiel 8 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	A _{div}	δ _{F(SR)}	δ _{F(S'R)}	δ _{F(SR')}				
200,20	57,03	0,61	1,37	0,81				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,57	23,42
Δ _{diff(S,R),F}	8,77	10,79	13,22	15,91	18,75	21,67	24,63	27,62
Δ _{diff(S',R),F}	11,19	13,64	16,36	19,22	22,15	25,12	28,11	31,11
Δ _{diff(S,R'),F}	9,54	11,73	14,28	17,04	19,92	22,87	25,84	28,84
Δ _{diff(S,R),H}	8,88	10,93	13,38	16,08	18,93	21,86	24,82	27,81
Δ _{diff(S',R),H}	11,25	13,72	16,44	19,30	22,23	25,20	28,20	31,20
Δ _{diff(S,R'),H}	9,64	11,85	14,41	17,18	20,06	23,01	25,98	28,98
A _{diff,F}	6,33	8,71	10,20	12,64	19,59	23,53	21,41	21,78
A _{diff,H}	7,01	9,58	11,41	16,21	22,74	28,88	34,05	35,91

Tabelle 60: Beispiel 8 - Ausbreitungsparameter SO

Ausbreitungsparameter SO								
d _p	z _{s,F}	z _{r,F}	z _{s,H}	z _{r,H} (z _{o,s})	G _{path}	G' _{path}		
15,76	1,16	2,19	1,12	2,15	0,70	0,11		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{ground,F}	-1,33	-0,95	-2,29	-2,66	-2,66	-2,66	-2,66	-2,66
A _{ground,H}	-1,34	-0,74	-1,61	-2,66	-2,66	-2,66	-2,66	-2,66
Δ _{ground,F}	-1,03	-0,69	-1,65	-1,90	-1,89	-1,88	-1,87	-1,87
Δ _{ground,H}	-1,04	-0,54	-1,16	-1,92	-1,91	-1,90	-1,89	-1,89

Tabelle 61: Beispiel 8 - Ausbreitungsparameter OR

Ausbreitungsparameter OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
185,00	0,28	7,70	0,00	4,00	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{ground,F}$	-1,53	-1,53	-1,53	-1,53	3,21	4,46	-1,53	-1,53
$A_{ground,H}$	-0,90	-0,90	-0,90	2,37	6,92	11,48	15,15	18,54
$\Delta_{ground,F}$	-1,41	-1,39	-1,37	-1,36	2,73	3,74	-1,35	-1,35
$\Delta_{ground,H}$	-0,83	-0,81	-0,80	2,05	5,72	8,93	11,12	12,80

Immission

Tabelle 62: Beispiel 8 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L_{day} [dB]	20,71	16,31	15,81	14,75	9,83	1,11	-8,83	-32,72	15,1	
$L_{evening}$ [dB]	17,70	13,30	12,80	11,74	6,82	-1,90	-11,84	-35,73	12,1	
L_{night} [dB]	12,47	8,07	7,57	6,51	1,59	-7,13	-17,06	-40,96	6,9	

Tabelle 63: Beispiel 8 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
L_{day} [dB(A)]	15,1	25,1	-10,0	24,0	-8,9
$L_{evening}$ [dB(A)]	12,1	-	-	21,8	-9,7
L_{night} [dB(A)]	6,9	17,5	-10,6	17,3	-10,4

9. Variation Lärmschutzwand und Fahrbahnbreite

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ **4 Fahrstreifen** (RQ 29), **Klasse 1 fährt auf den inneren, Klasse 2 & 3 fahren auf den äußeren Fahrstreifen** (mit 1 m Länge, d.h. 4 Emissionspunkte)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ **Entfernung: 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ **An der Straße befindet sich eine Lärmschutzwand** (8m Abstand zur äußeren Fahrbahnachse = 16,125 m zur Straßenmitte, 4m Höhe)

Hinweis: Bei VBUS & RLS-90 wird der Verkehr vorschriftsgemäß auf die äußeren Fahrstreifen gelegt.

Tabelle 64: Beispiel 9 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	4,375	0	*	-50	-150	
250	-150	0	-4,375	0	*	250	-150	
250	150	0	8,125	0	*	250	150	
-50	150	0	-8,125	0	*	-50	150	
-50	-150	0	Lärmschutzwand			-50	-150	
Immission			X	Y	Z (rel)			
X	Y	Z (rel)	16,125	-150	4			
200	0	4	16,125	150	4			

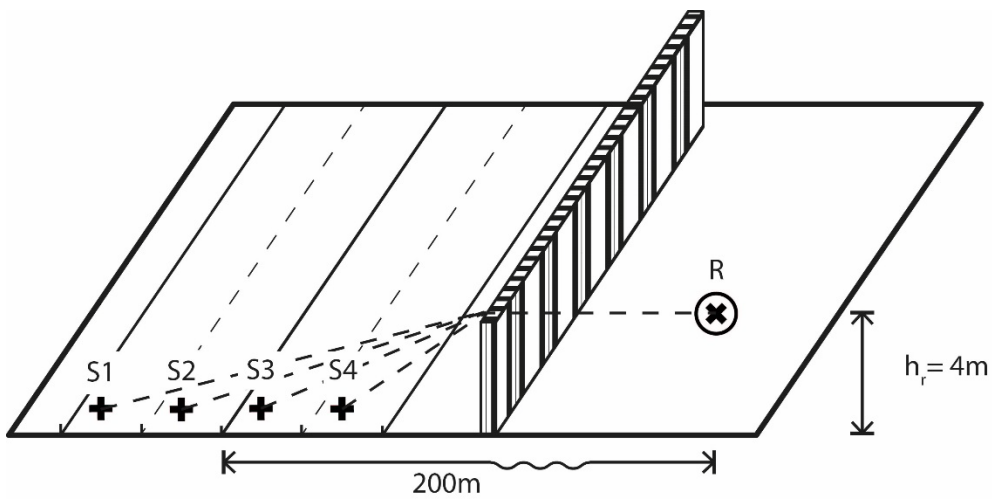


Abbildung 9: Darstellung Beispiel 9

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Die Angaben erfolgen jeweils getrennt für die vier relevanten Fahrstreifen.

Tabelle 65: Beispiel 9 - Emissionsparameter Klasse 1

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Abend	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	69,25	70,40	69,09	70,80	78,03	75,64	67,11	58,28
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^{*}_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^{*}_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^{*}_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW^{*}_{eq,line,i,m}$	64,02	65,17	63,87	65,57	72,80	70,41	61,88	53,05

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50

Emissionsparameter Klasse 1 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 66: Beispiel 9 - Emissionsparameter Klasse 2&3

Emissionsparameter Klasse 2&3 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW'_{eq,line,i,m}$	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW'_{eq,line,i,m}$	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter Klasse 2&3 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Abend	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	70,60	67,87	70,42	70,85	72,27	67,70	61,11	56,16
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Emissionsparameter Klasse 2&3 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW'_{eq,line,i,m}$	76,47	73,76	75,26	77,11	77,02	71,68	65,97	60,60
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter Klasse 2&3 (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	65,37	62,64	65,19	65,62	67,04	62,48	55,88	50,93
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	71,24	68,53	70,03	71,88	71,79	66,45	60,74	55,37
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 67: Beispiel 9 - Emissionspegel Klasse 1

Emissionspegel je innerem Fahrstreifen (Klasse 1, linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day}	[dB]	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29	84,01
$L_{evening}$	[dB]	69,25	70,40	69,09	70,80	78,03	75,64	67,11	58,28	81,00
L_{night}	[dB]	64,02	65,17	63,87	65,57	72,80	70,41	61,88	53,05	75,77

Tabelle 68: Beispiel 9 - Emissionspegel Klasse 2&3

Emissionspegel je äußerem Fahrstreifen (Klasse 2&3, linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day}	[dB]	80,48	77,76	79,50	81,05	81,28	76,15	70,21	64,94	84,46
$L_{evening}$	[dB]	77,47	74,75	76,49	78,04	78,27	73,14	67,20	61,93	81,45
L_{night}	[dB]	72,24	69,53	71,26	72,81	73,04	67,92	61,97	56,71	76,22

Ausbreitung

Tabelle 69: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter (Klasse 1, naher Fahrstreifen)

Ausbreitungsparameter (Klasse 1, naher Fahrstreifen)									
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$					
195,66	56,83	0,58	0,61	0,76					
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
A_{atm}	0,02	0,08	0,20	0,38	0,72	1,89	6,42	22,89	
$\Delta_{diff(S,R),F}$	8,65	10,64	13,05	15,73	18,56	21,48	24,44	27,43	
$\Delta_{diff(S',R),F}$	8,78	10,81	13,24	15,93	18,77	21,69	24,66	27,65	
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	9,35	11,50	14,02	16,77	19,64	22,58	25,55	28,54	
$\Delta_{diff(S,R),H}$	8,75	10,76	13,19	15,87	18,71	21,63	24,60	27,59	
$\Delta_{diff(S',R),H}$	8,87	10,92	13,37	16,07	18,91	21,84	24,81	27,80	
$\Delta_{diff(S,R'),H}$	9,43	11,60	14,13	16,88	19,76	22,70	25,67	28,67	
$A_{dif,F}$	5,06	7,07	10,01	12,18	15,02	17,94	20,91	21,47	
$A_{dif,H}$	5,15	7,19	10,12	14,78	15,17	18,09	21,06	21,46	

Tabelle 70: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter (Klasse 1, ferner Fahrstreifen)

Ausbreitungsparameter (Klasse 1, ferner Fahrstreifen)									
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$					
204,41	57,21	0,30	0,32	0,48					
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,75	1,97	6,70	23,92	
$\Delta_{diff(S,R),F}$	7,20	8,72	10,76	13,18	15,87	18,71	21,63	24,59	
$\Delta_{diff(S',R),F}$	7,30	8,87	10,94	13,39	16,09	18,94	21,86	24,83	
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	8,14	9,99	12,30	14,91	17,70	20,60	23,55	26,53	

$\Delta_{\text{diff}(S,R),H}$	7,41	9,02	11,13	13,61	16,32	19,18	22,11	25,08
$\Delta_{\text{diff}(S',R),H}$	7,51	9,16	11,29	13,79	16,52	19,38	22,32	25,29
$\Delta_{\text{diff}(S,R'),H}$	8,32	10,22	12,56	15,19	18,00	20,91	23,86	26,85
$A_{\text{dif},F}$	3,77	5,33	7,88	9,85	12,54	15,39	18,31	21,28
$A_{\text{dif},H}$	3,98	5,62	8,23	12,54	12,98	15,84	18,78	21,67

Tabelle 71: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter (Klasse 2&3, naher Fahrstreifen)

Ausbreitungsparameter (Klasse 2&3, naher Fahrstreifen)								
d	A _{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
191,92	56,66	0,87	0,91	1,04				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,20	0,37	0,70	1,85	6,29	22,45
$\Delta_{diff(S,R),F}$	9,74	11,97	14,55	17,32	20,21	23,16	26,13	29,13
$\Delta_{diff(S',R),F}$	9,88	12,14	14,73	17,52	20,41	23,36	26,34	29,34
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	10,29	12,62	15,26	18,07	20,98	23,93	26,92	29,91
$\Delta_{diff(S,R),H}$	9,79	12,03	14,61	17,39	20,28	23,23	26,21	29,20
$\Delta_{diff(S',R),H}$	9,93	12,20	14,80	17,59	20,48	23,43	26,41	29,41
$\Delta_{diff(S,R'),H}$	10,34	12,67	15,31	18,13	21,03	23,99	26,98	29,98
A _{dif,F}	6,07	8,32	11,43	13,68	16,58	19,53	21,37	21,37
A _{dif,H}	6,12	8,38	11,48	16,29	16,65	19,60	21,37	21,37

Tabelle 72: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter (Klasse 2&3, ferner Fahrstreifen)

Ausbreitungsparameter (Klasse 2&3, ferner Fahrstreifen)								
d	A _{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
208,16	57,37	0,24	0,25	0,41				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,03	0,09	0,22	0,40	0,76	2,01	6,83	24,36
$\Delta_{diff(S,R),F}$	6,79	8,15	10,03	12,34	14,95	17,74	20,64	23,60
$\Delta_{diff(S',R),F}$	6,89	8,29	10,21	12,55	15,18	17,98	20,89	23,85
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	7,82	9,57	11,80	14,36	17,12	20,00	22,95	25,92
$\Delta_{diff(S,R),H}$	7,07	8,54	10,53	12,92	15,59	18,41	21,33	24,29
$\Delta_{diff(S',R),H}$	7,16	8,67	10,69	13,10	15,78	18,62	21,54	24,50
$\Delta_{diff(S,R'),H}$	8,04	9,86	12,14	14,73	17,51	20,41	23,36	26,34
A _{dif,F}	3,43	4,83	7,22	9,09	11,72	14,52	17,43	20,38
A _{dif,H}	3,70	5,21	7,70	11,88	12,33	15,16	18,08	21,04

Tabelle 73: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter SO (Klasse 1, naher Fahrstreifen)

Ausbreitungsparameter SO (Klasse 1, naher Fahrstreifen)								
d _p	Z _{s,F}	Z _{r,F}	Z _{s,H}	Z _{r,H} (Z _{o,s})	G _{path}	G' _{path}		
11,75	0,07	4,03	0,05	4,00	0,70	0,07		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{ground,F}	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969
A _{ground,H}	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969	-2,7969
$\Delta_{ground,F}$	-2,7612	-2,7523	-2,7459	-2,7419	-2,7397	-2,7385	-2,7379	-2,7376
$\Delta_{ground,H}$	-2,7619	-2,7535	-2,7474	-2,7437	-2,7416	-2,7405	-2,7399	-2,7396

Tabelle 74: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter SO (Klasse 1, ferner Fahrstreifen)

Ausbreitungsparameter SO (Klasse 1, ferner Fahrstreifen)								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
20,50	0,08	4,07	0,05	4,00	0,70	0,12		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{ground,F}$	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457
$A_{ground,H}$	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457	-2,6457
$\Delta_{ground,F}$	-2,6184	-2,6079	-2,5986	-2,5920	-2,5880	-2,5858	-2,5846	-2,5840
$\Delta_{ground,H}$	-2,6197	-2,6103	-2,6024	-2,5969	-2,5935	-2,5917	-2,5908	-2,5903

Tabelle 75: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter SO (Klasse 2&3, naher Fahrstreifen)

Ausbreitungsparameter SO (Klasse 2&3, naher Fahrstreifen)								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
8,00	0,06	4,02	0,05	4,00	0,70	0,05		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{ground,F}$	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617
$A_{ground,H}$	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617	-2,8617
$\Delta_{ground,F}$	-2,8217	-2,8144	-2,8096	-2,8068	-2,8053	-2,8045	-2,8041	-2,8039
$\Delta_{ground,H}$	-2,8222	-2,8151	-2,8104	-2,8077	-2,8062	-2,8054	-2,8050	-2,8048

Tabelle 76: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter SO (Klasse 2&3, ferner Fahrstreifen)

Ausbreitungsparameter SO (Klasse 2&3, ferner Fahrstreifen)								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
24,25	0,09	4,09	0,05	4,00	0,70	0,14		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{ground,F}$	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809
$A_{ground,H}$	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809	-2,5809
$\Delta_{ground,F}$	-2,5564	-2,5456	-2,5353	-2,5276	-2,5227	-2,5199	-2,5183	-2,5176
$\Delta_{ground,H}$	-2,5579	-2,5486	-2,5402	-2,5341	-2,5304	-2,5283	-2,5271	-2,5266

Tabelle 77: Beispiel 9 - Ausbreitungsparameter OR

Ausbreitungsparameter OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
183,88	4,98	4,98	4,00	4,00	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{ground,F}$	-0,9000	-0,9000	-0,3268	-0,9000	-0,9000	-0,9000	-0,9000	-0,9000
$A_{ground,H}$	-0,9000	-0,9000	-0,3521	1,8743	-0,9000	-0,9000	-0,9000	-0,9000
$\Delta_{ground,F}$	-0,8338	-0,8192	-0,2928	-0,8029	-0,7995	-0,7977	-0,7968	-0,7963
$\Delta_{ground,H}$	-0,8352	-0,8212	-0,3165	1,6479	-0,8025	-0,8008	-0,8000	-0,7995

Immission

Tabelle 78: Beispiel 9 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
<i>f</i>	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day}	[dB]	22,44	18,73	17,05	16,44	15,76	8,10	-6,74	-31,86	18,9
L_{evening}	[dB]	19,43	15,72	14,04	13,43	12,75	5,09	-9,75	-34,87	15,8
L_{night}	[dB]	14,21	10,49	8,81	8,21	7,52	-0,14	-14,98	-40,10	10,6

Tabelle 79: Beispiel 9 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
L_{day} [dB(A)]	18,9	27,2	-8,3	25,8	-6,9
L_{evening} [dB(A)]	15,8	-		23,5	-7,7
L_{night} [dB(A)]	10,6	19,6	-9,0	19,1	-8,5

10. Variation Reflexion 1. Ordnung

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ **Entfernung: 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Ebene Fahrbahn, Ebenes Gelände
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln, keine Spikes
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ **Lärmschutzwand seitlich des Ausbreitungswegs, die eine Reflexion auslöst**
- ▶ Reflexion bei Vergleichsrechnungen: -2,5 dB(A)

Tabelle 80: Beispiel 10 - Reflexionseigenschaften der seitlichen Wand

Reflexionseigenschaften der seitlichen Wand									
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5

Tabelle 81: Beispiel 10 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			$G=0,7$		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0				250	150	
-50	150	0				-50	150	
-50	-150	0	Reflektor (Wand)			-50	-150	
Immission			X	Y	Z (rel)			
X	Y	Z (rel)	50	10	4			
200	0	4	150	10	4			

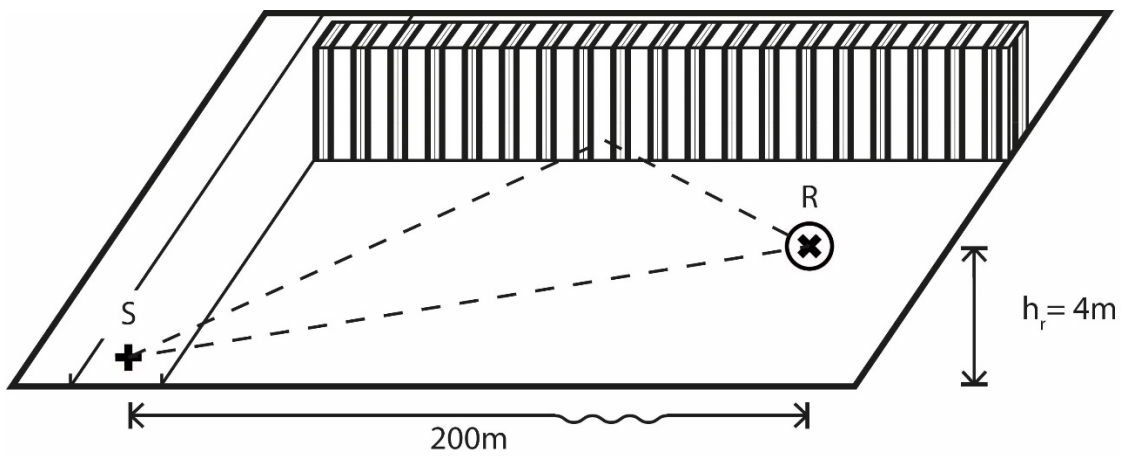


Abbildung 10: Darstellung Beispiel 10

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 82: Beispiel 10 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	75,27	76,42	75,11	76,82	84,05	81,66	73,13	64,30
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	76,62	73,89	76,44	76,87	78,29	73,73	67,13	62,18
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	82,49	79,78	81,28	83,13	83,04	77,70	71,99	66,62
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	Abend	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
		$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
	2	$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW',eq,line,i,m$	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW',eq,line,i,m$	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	67,03	68,18	66,88	68,58	75,81	73,42	64,89	56,06
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	68,38	65,65	68,20	68,63	70,05	65,49	58,89	53,94
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	74,25	71,54	73,04	74,89	74,80	69,46	63,75	58,38
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW^{*,eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 83: Beispiel 10 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day} [dB]	84,10	82,13	83,24	84,81	87,18	83,60	76,19	69,51	90,26
L _{evening} [dB]	81,09	79,12	80,23	81,80	84,17	80,59	73,17	66,50	87,25
L _{night} [dB]	75,86	73,89	75,00	76,57	78,94	75,36	67,95	61,27	82,02

Direkte Ausbreitung

Tabelle 84: Beispiel 10 - Ausbreitungsparameter (direkte Ausbreitung)

Ausbreitungsparameter (direkte Ausbreitung)								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	z _s	z _r	A _{div}		
200,04	200,00	0,70	0,70	0,05	4,00	57,02		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
A _{ground,F}	-1,61	-1,61	-1,61	-1,61	3,84	2,34	-1,61	-1,61
A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	3,17	8,22	13,87	18,51	12,74

Tabelle 85: Beispiel 10 -Immissionspegel (linear & A-bewertet, direkte Ausbreitung)

Immissionspegel (linear & A-bewertet, direkte Ausbreitung)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day} [dB]	28,66	26,63	27,62	29,01	25,59	22,31	14,21	-9,31	30,4
L _{evening} [dB]	25,65	23,62	24,61	25,99	22,58	19,30	11,20	-12,32	27,4
L _{night} [dB]	20,42	18,40	19,38	20,77	17,35	14,07	5,97	-17,55	22,1

Reflexionsweg

Der Reflexionspunkt liegt bei:

Tabelle 86: Beispiel 10 - Reflexionspunkt

X	Y	Z
100	10	2,025

Tabelle 87: Beispiel 10 - Ausbreitungsparameter (Reflexionsweg)

Ausbreitungsparameter (Reflexionsweg)								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	z _s	z _r	A _{div}		
201,04	201,00	0,70	0,70	0,05	4,00	57,07		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,74	1,94	6,59	23,52
A _{ground,F}	-1,61	-1,61	-1,61	-1,61	3,85	2,29	-1,61	-1,61
A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	3,21	8,27	13,91	18,55	12,78
A _{refl}	-0,46	-0,97	-1,55	-2,22	-3,01	-3,98	-5,23	-3,01

λ	5,40	2,72	1,36	0,68	0,34	0,17	0,09	0,04
δ'	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
Δ_{retrodif}	4,33	3,86	2,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 88: Beispiel 10 -Immissionspegel (linear & A-bewertet aus Reflexionsweg)

Immissionspegel (linear & A-bewertet aus Reflexionsweg)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L_{day} [dB]	23,83	21,77	23,33	26,75	22,52	18,32	8,91	-12,47	27,3	
L_{evening} [dB]	20,82	18,76	20,32	23,74	19,51	15,31	5,90	-15,48	24,3	
L_{night} [dB]	15,59	13,53	15,10	18,51	14,28	10,08	0,67	-20,71	19,1	

Gesamtimmission

Tabelle 89: Beispiel 10 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet gesamt)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L_{day} [dB]	29,89	27,86	28,99	31,03	27,33	23,77	15,33	-7,60	32,1	
L_{evening} [dB]	26,88	24,85	25,98	28,02	24,32	20,76	12,32	-10,61	29,1	
L_{night} [dB]	21,65	19,62	20,75	22,79	19,09	15,53	7,09	-15,84	23,9	

Tabelle 90: Beispiel 10 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
L_{day} [dB(A)]	32,1	37,7	-5,6	36,7	-4,6
L_{evening} [dB(A)]	29,1	-	-	34,5	-5,4
L_{night} [dB(A)]	23,9	30,0	-6,1	30,0	-6,1

11. Variation Reflexion 2. Ordnung

- ▶ $M_t=2.000$, $M_a=1.000$, $M_n=300$
- ▶ 1 Fahrstreifen (mit 1 m Länge, d.h. 1 Emissionspunkt)
- ▶ Klasse 2 (mittlere Lkw) 15%
- ▶ Klasse 3 (Schw. Lkw) 25%
- ▶ Keine Zweiräder
- ▶ **Entfernung: 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ **Meteorologie: 100 % Homogene Bedingungen**
- ▶ Straßenoberfläche: Referenz
- ▶ Keine Spikes
- ▶ Ebene Fahrbahn
- ▶ Keine Kreuzungen/Ampeln
- ▶ 100 km/h (Pkw) / 80 km/h (Lkw)
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ **An der Straße befinden sich seitlich des Ausbreitungsweges eine Lärmschutzwand mit zwei Abschnitten, die zusammen eine Mehrfachreflexion auslösen**

Tabelle 91: Beispiel 11 - Reflexionseigenschaften der seitlichen Wand

Reflexionseigenschaften der seitlichen Wand									
f	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α		0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8

Tabelle 92: Beispiel 11 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			$G=0,7$		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0				250	150	
-50	150	0	Reflektor (Wand)			-50	150	
-50	-150	0	X	Y	Z (rel)	-50	-150	
Immission			40	45,86	4			
X	Y	Z (rel)	100	70,71	4			
200	0	4	160	45,86	4			

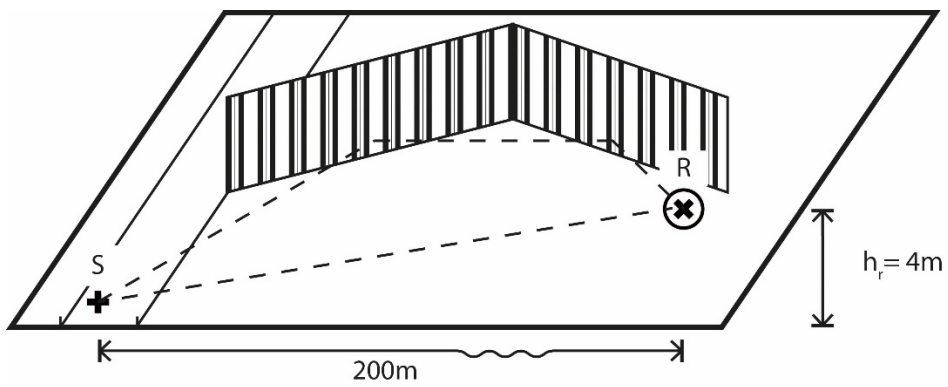


Abbildung 11: Darstellung Beispiel 11

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an.

Tabelle 93: Beispiel 11 - Emissionsparameter

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Tag	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW',eq,line,i,m$	75,27	76,42	75,11	76,82	84,05	81,66	73,13	64,30
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW',eq,line,i,m$	76,62	73,89	76,44	76,87	78,29	73,73	67,13	62,18
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$LW'_{eq,line,i,m}$	82,49	79,78	81,28	83,13	83,04	77,70	71,99	66,62
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
Abend	1	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		$L_{WR,i,m}$	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW'_{eq,line,i,m}$	72,26	73,41	72,10	73,81	81,04	78,65	70,12	61,29
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		LWP,i,m	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		LW',eq,line,i,m	73,61	70,88	73,43	73,86	75,28	70,72	64,12	59,17
	3	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,i,m	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		LWR,i,m	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		LW',eq,line,i,m	79,48	76,77	78,27	80,12	80,03	74,69	68,98	63,61
	4a	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		Δ LWR,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		LWR,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		LW',eq,line,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		Δ LWR,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
		LWR,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		LWP,i,m	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		LW',eq,line,i,m	---	---	---	---	---	---	---	---
Nacht	1	Δ LWR,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWR,i,m	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
		LWR,i,m	85,15	92,93	91,33	94,98	103,13	100,46	90,94	81,30
		Δ LWP,acc,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Δ LWP,road,i,m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	93,94	92,29	91,30	89,33	87,63	90,33	86,73	79,53
		$LW'_{eq,line,i,m}$	67,03	68,18	66,88	68,58	75,81	73,42	64,89	56,06
	2	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	86,14	91,18	93,79	98,48	99,55	93,40	86,42	83,23
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	100,73	97,17	99,71	97,73	99,53	96,13	89,73	83,63
		$LW'_{eq,line,i,m}$	68,38	65,65	68,20	68,63	70,05	65,49	58,89	53,94
	3	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,i,m}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
		$L_{WR,i,m}$	89,14	94,04	96,32	102,57	103,04	96,85	89,74	85,25
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	104,40	101,03	102,36	101,71	100,81	96,61	92,01	86,01
		$LW'_{eq,line,i,m}$	74,25	71,54	73,04	74,89	74,80	69,46	63,75	58,38
	4a	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	83,80	80,10	79,70	82,10	80,90	79,90	73,60	68,10
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
	4b	$\Delta L_{WR,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WR,road,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$\Delta L_{WR,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---
		$L_{WR,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,acc,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissionsparameter (linear)										
	Klasse	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		$\Delta L_{WP,road,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$\Delta L_{WP,i,m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		$L_{WP,i,m}$	91,80	91,30	80,80	81,30	83,20	80,60	79,00	74,50
		$LW'_{eq,line,i,m}$	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 94: Beispiel 11 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day}	[dB]	84,10	82,13	83,24	84,81	87,18	83,60	76,19	69,51	90,26
$L_{evening}$	[dB]	81,09	79,12	80,23	81,80	84,17	80,59	73,17	66,50	87,25
L_{night}	[dB]	75,86	73,89	75,00	76,57	78,94	75,36	67,95	61,27	82,02

Direkte Ausbreitung

Tabelle 95: Beispiel 11 - Ausbreitungsparameter (direkte Ausbreitung)

Ausbreitungsparameter (direkte Ausbreitung)									
d	d_p	G_{path}	G'_{path}	z_s	z_r	A_{div}			
200,04	200,00	0,70	0,70	0,05	4,00	57,02			
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40	
$A_{ground,F}$	-1,61	-1,61	-1,61	-1,61	3,84	2,34	-1,61	-1,61	
$A_{ground,H}$	-0,90	-0,90	-0,90	3,17	8,22	13,87	18,51	12,74	

Tabelle 96: Beispiel 11 -Immissionspegel (linear & A-bewertet, direkte Ausbreitung)

Immissionspegel (linear & A-bewertet, direkte Ausbreitung)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_{day}	[dB]	27,95	25,93	26,91	24,23	21,21	10,77	-5,91	-23,65	25,5
$L_{evening}$	[dB]	24,94	22,92	23,90	21,22	18,20	7,76	-8,92	-26,66	22,5
L_{night}	[dB]	19,71	17,69	18,67	15,99	12,97	2,53	-14,14	-31,89	17,2

Reflexionsweg

Die Reflexionspunkte liegen bei:

Tabelle 97: Beispiel 11 - Reflexionspunkt

X	Y	Z
50,02	50,01	1,21
149,98	50,01	2,84

Tabelle 98: Beispiel 11 - Ausbreitungsparameter (Reflexionsweg)

Ausbreitungsparameter (Reflexionsweg)								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}		
312,18	312,16	0,70	0,70	0,05	4,00	60,89		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,04	0,13	0,32	0,60	1,14	3,02	10,24	36,53
A _{ground,F}	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	3,39	-2,00	-2,00	-2,00
A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	7,29	12,68	17,73	22,37	16,61
A _{refl,1}	-0,97	-2,22	-3,98	-5,23	-6,99	-10,00	-10,00	-6,99
λ ₁	5,40	2,72	1,36	0,68	0,34	0,17	0,09	0,04
δ' ₁	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
Δ _{retrodif,1}	3,84	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A _{refl,2}	-0,97	-2,22	-3,98	-5,23	-6,99	-10,00	-10,00	-6,99
λ ₂	5,40	2,72	1,36	0,68	0,34	0,17	0,09	0,04
δ' ₂	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
Δ _{retrodif,2}	4,63	4,48	4,16	3,45	1,54	0,00	0,00	0,00
A _{refl,1+2}	-1,94	-4,44	-7,96	-10,46	-13,98	-20,00	-20,00	-13,98
Δ _{retrodif,1+2}	8,47	7,16	4,16	3,45	1,54	0,00	0,00	0,00

Tabelle 99: Beispiel 11 - Immissionspegel (linear & A-bewertet, Reflexionsweg)

Immissionspegel (linear & A-bewertet, Reflexionsweg)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L _{day} [dB]	16,16	13,34	13,25	7,24	3,09	-12,89	-30,53	-45,75	9,1	
L _{evening} [dB]	13,15	10,33	10,24	4,23	0,08	-15,90	-33,54	-48,76	6,1	
L _{night} [dB]	7,92	5,10	5,01	-1,00	-5,14	-21,13	-38,77	-53,99	0,9	

Gesamtimmission

Tabelle 100: Beispiel 11 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet, gesamt)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L _{day} [dB]	28,23	26,16	27,09	24,32	21,27	10,79	-5,89	-23,63	25,6	
L _{evening} [dB]	25,22	23,15	24,08	21,31	18,26	7,78	-8,90	-26,64	22,6	
L _{night} [dB]	19,99	17,92	18,85	16,08	13,04	2,55	-14,13	-31,87	17,3	

Tabelle 101: Beispiel 11 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

		CNOSSOS	RLS-90	Differenz CNOSSOS - RLS-90	VBUS	Differenz CNOSSOS - VBUS
L_{day}	[dB(A)]	25,6	35,8	-10,2	34,8	-9,2
L_{evening}	[dB(A)]	22,6	-	-	32,6	-10,0
L_{night}	[dB(A)]	17,3	28,1	-10,8	28,1	-10,8

9.2 Schiene

Die Typbezeichnungen der Vergleichsaufgaben sind aus CNOSSOS-EU entnommen. Die Rechenbeispiele werden für CNOSSOS, Schall03 (2014) und VBUSch gerechnet und verglichen. Da die Berechnung und damit die Ergebnisse sich nicht für die unterschiedlichen Beurteilungszeiten unterscheiden, werden nur die Angaben für den Tag wiedergegeben. Die Angaben gelten jeweils für einen Zug pro Stunde.

Für alle Schienen gilt: $G_s = 1$

12. Basissituation Schiene (Emission)

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ Abstand 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 102: Beispiel 12 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	

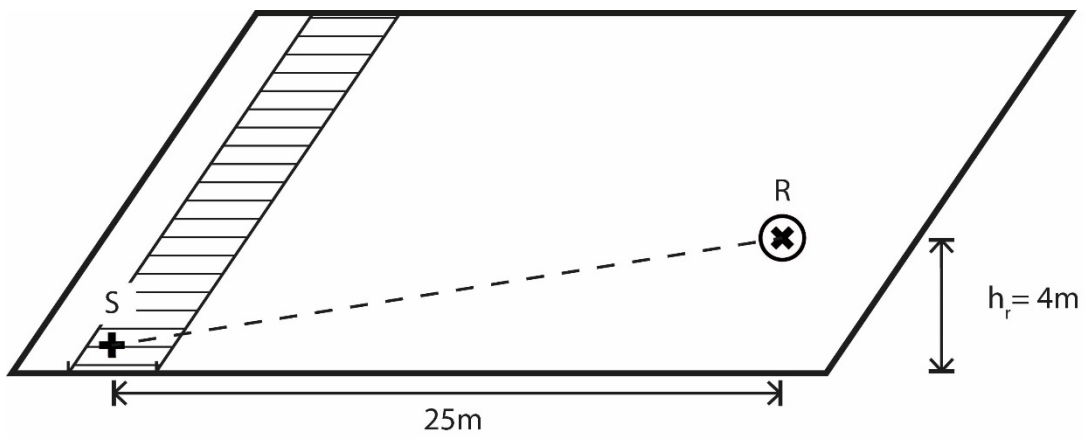


Abbildung 12: Darstellung Beispiel 12

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben.

Tabelle 103: Beispiel 12 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 104: Beispiel 12 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80

Emissionsparameter <i>Lok</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$LW'_{eq,line,i}(\psi\phi)$	50,02	52,20	55,05	57,88	57,61	58,64	62,34	63,18
4,0 m	$LW_{0,CONST,i}$	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	$LW'_{eq,line,i}(\psi\phi)$	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$LW_{0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$LW_{0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$LW_{0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$LW_{0,CONST,i}$	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	$LW'_{eq,line,i}(\psi\phi)$	63,90	66,40	68,44	70,06	72,21	71,87	69,61	65,83
4,0 m	$LW_{0,CONST,i}$	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	$LW'_{eq,line,i}(\psi\phi)$	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$LW_{0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$LW_{0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$LW_{0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$LW_{0,CONST,i}$	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	$LW'_{eq,line,i}(\psi\phi)$	65,77	67,87	66,36	64,05	62,90	61,70	61,24	61,42
4,0 m	$LW_{0,CONST,i}$	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	$LW'_{eq,line,i}(\psi\phi)$	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 105: Beispiel 12 - Emissionsparameter Lok III

Emissionsparameter <i>Lok</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$LW'_{eq,line,i}(\psi\phi)$	57,68	62,83	67,96	73,32	76,15	71,38	69,45	66,23
4,0 m	$LW'_{eq,line,i}(\psi\phi)$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 106: Beispiel 12 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 107: Beispiel 12 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi,\varphi)$	61,85	63,79	67,23	70,01	69,64	70,37	71,65	75,08
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi,\varphi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	76,23	78,78	81,27	83,01	85,19	84,84	82,59	78,81
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	78,75	80,87	79,36	77,05	75,90	74,70	74,24	74,42
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 108: Beispiel 12 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,64	74,79	79,48	86,12	89,12	84,37	82,45	79,23
4,0 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 109: Beispiel 12 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21

λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 110: Beispiel 12 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	55,83	57,77	61,21	63,99	63,62	64,35	65,63	69,06
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	70,21	72,76	75,25	76,98	79,17	78,81	76,57	72,78
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	72,73	74,85	73,34	71,03	69,88	68,68	68,22	68,40
4,0 m	$L_{w,o,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 111: Beispiel 12 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,62	68,77	73,46	80,10	83,10	78,35	76,43	73,21
4,0 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 112: Beispiel 12 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	70,82	75,97	80,69	87,27	90,26	85,51	83,59	80,37
4,0 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung

Tabelle 113: Beispiel 12 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter									
	G	d	d_p	G_{path}	G'_{path}	z_s	z_r	A_{div}	
0,5 m	0,70	25,24	25,00	0,70	0,94	0,50	4,00	39,04	
4,0 m	0,70	25,00	25,00	0,70	0,97	4,00	4,00	38,96	
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	A_{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,95
	$A_{ground,F}$	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17
	$A_{ground,H}$	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17
4,0 m	A_{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,82	2,93
	$A_{ground,F}$	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09
	$A_{ground,H}$	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09

Immission

Tabelle 114: Beispiel 12 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	31,94	37,08	41,79	48,34	51,29	46,39	43,89	38,54	54,20
4,0 m	15,97	17,35	22,41	18,04	13,89	7,70	1,62	-5,31	19,56
Σ	32,05	37,13	41,84	48,35	51,29	46,39	43,89	38,54	54,2

Tabelle 115: Beispiel 12 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

		CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L_{day}	[dB(A)]	54,2	51,2	3,0	52,8	1,4

13. Variation Geschwindigkeit (Emission)

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ **60 km/h**
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ Abstand 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 116: Beispiel 13 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	

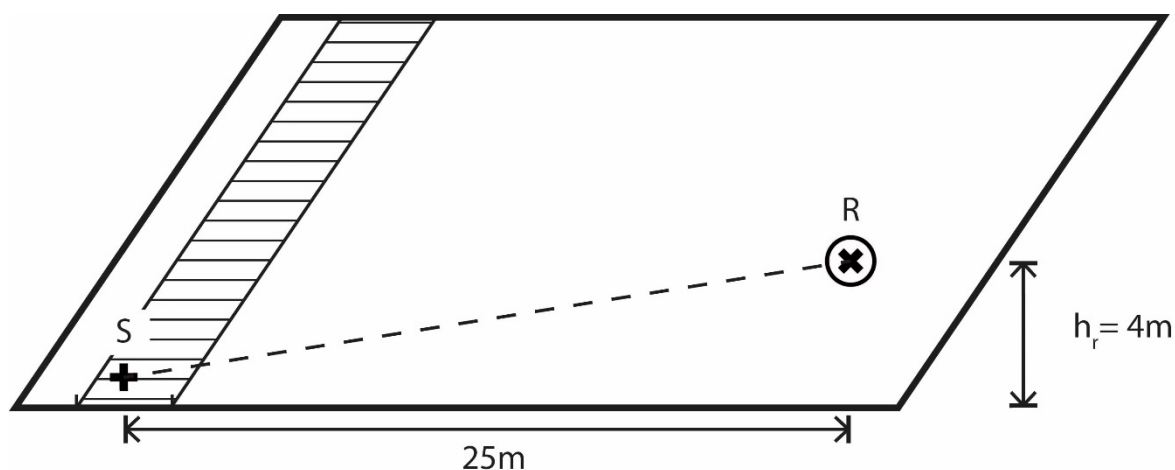


Abbildung 13: Darstellung Beispiel 13

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Im-

missionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben.

Tabelle 117: Beispiel 13 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 118: Beispiel 13 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	10,91	10,07	9,19	8,45	7,62	7,00	7,65	8,89
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	67,83	73,89	81,71	91,27	94,54	96,33	99,47	104,91
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,33	93,39	96,31	98,57	96,94	97,33	99,67	105,01
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80
	$L_{W',eq,line,i}(\psi,\varphi)$	51,76	53,41	55,78	58,68	58,45	59,73	64,50	66,89
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	$L_{W',eq,line,i}(\psi,\varphi)$	49,98	53,78	52,28	51,78	53,08	55,38	61,68	56,48

Emissionsparameter <i>Lok</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	10,04	9,45	7,40	3,87	-1,38	-6,22	-8,87	-10,51
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	107,66	109,38	109,02	107,29	106,34	104,20	103,15	102,31
	$L_{W,0,VEH,i}$	105,86	104,48	102,22	100,29	97,04	94,70	97,55	100,11
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	68,43	69,32	68,38	66,57	65,39	63,54	62,82	62,89
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	55,18	56,58	53,58	51,58	50,48	51,78	47,68	45,88
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-12,81	-14,71	-16,57	-17,53	-18,61	-18,94	-18,40	-18,99
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	101,51	100,21	98,55	97,89	97,31	96,98	97,92	98,03
	$L_{W,0,VEH,i}$	102,81	106,21	104,45	103,49	102,91	102,68	103,62	103,73
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	63,72	65,70	64,01	63,15	62,62	62,42	63,42	63,57
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	43,98	42,08	40,28	38,48	36,78	35,18	33,68	32,48

Tabelle 119: Beispiel 13 - Emissionsparameter Lok III

Emissionsparameter <i>Lok</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	58,74	63,76	71,66	73,00	68,83	69,04	68,07	67,94
4,0 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	57,05	58,45	63,52	59,18	55,07	49,03	43,52	38,69

Tabelle 120: Beispiel 13 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 121: Beispiel 13 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	10,91	10,07	9,19	8,45	7,62	7,00	7,65	8,89
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	67,83	73,89	81,71	91,27	94,54	96,33	99,47	104,91
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,33	93,39	96,31	98,57	96,94	97,33	99,67	105,01
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	16,93	16,09	15,21	14,47	13,64	13,03	13,67	14,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	63,44	64,53	67,56	70,42	70,04	71,00	73,73	79,14
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	10,04	9,45	7,40	3,87	-1,38	-6,22	-8,87	-10,51
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	107,66	109,38	109,02	107,29	106,34	104,20	103,15	102,31
	$L_{W,0,VEH,i}$	105,86	104,48	102,22	100,29	97,04	94,70	97,55	100,11
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	16,06	15,48	13,42	9,89	4,64	-0,20	-2,85	-4,49
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	81,05	81,80	81,07	79,34	78,11	75,99	75,57	75,77
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-12,81	-14,71	-16,57	-17,53	-18,61	-18,94	-18,40	-18,99
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	101,51	100,21	98,55	97,89	97,31	96,98	97,92	98,03
	$L_{W,0,VEH,i}$	102,81	106,21	104,45	103,49	102,91	102,68	103,62	103,73
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-6,79	-8,69	-10,55	-11,51	-12,59	-12,92	-12,38	-12,97
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	76,67	78,68	76,99	76,14	75,61	75,42	76,42	76,58
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 122: Beispiel 13 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	70,32	75,28	83,67	85,63	81,48	81,99	81,06	80,94
4,0 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 123: Beispiel 13 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40

L_{R,TOT,i}	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23
----------------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Tabelle 124: Beispiel 13 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	L_{r,TOT,i}	10,91	10,07	9,19	8,45	7,62	7,00	7,65	8,89
	L_{H,TR,i}	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	L_{H,VEH,i}	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	67,83	73,89	81,71	91,27	94,54	96,33	99,47	104,91
	L_{W,0,VEH,i}	92,33	93,39	96,31	98,57	96,94	97,33	99,67	105,01
	L_{W,0,VEHSUP,i}	16,93	16,09	15,21	14,47	13,64	13,03	13,67	14,91
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	57,42	58,51	61,54	64,40	64,01	64,98	67,71	73,12
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	L_{r,TOT,i}	10,04	9,45	7,40	3,87	-1,38	-6,22	-8,87	-10,51
	L_{H,TR,i}	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	L_{H,VEH,i}	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	107,66	109,38	109,02	107,29	106,34	104,20	103,15	102,31
	L_{W,0,VEH,i}	105,86	104,48	102,22	100,29	97,04	94,70	97,55	100,11
	L_{W,0,VEHSUP,i}	16,06	15,48	13,42	9,89	4,64	-0,20	-2,85	-4,49
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	75,03	75,78	75,05	73,32	72,09	69,97	69,55	69,75
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	L_{r,TOT,i}	-12,81	-14,71	-16,57	-17,53	-18,61	-18,94	-18,40	-18,99
	L_{H,TR,i}	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	L_{H,VEH,i}	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	101,51	100,21	98,55	97,89	97,31	96,98	97,92	98,03
	L_{W,0,VEH,i}	102,81	106,21	104,45	103,49	102,91	102,68	103,62	103,73
	L_{W,0,VEHSUP,i}	-6,79	-8,69	-10,55	-11,51	-12,59	-12,92	-12,38	-12,97
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	70,65	72,66	70,97	70,12	69,59	69,40	70,40	70,56
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 125: Beispiel 13 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	64,30	69,25	77,65	79,61	75,46	75,97	75,04	74,92
4,0 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 126: Beispiel 13 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesammter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	71,52	76,48	84,85	86,78	82,63	83,13	82,20	82,08
4,0 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	57,05	58,45	63,52	59,18	55,07	49,03	43,52	38,69

Ausbreitung

Tabelle 127: Beispiel 13 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter									
	G	d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}	
0,5 m	0,70	0,70	25,24	25,00	0,70	0,94	0,50	4,00	
4,0 m	0,70	0,70	25,00	25,00	0,70	0,97	4,00	4,00	
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,95
	A _{ground,F}	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17
	A _{ground,H}	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17
4,0 m	A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,82	2,93
	A _{ground,F}	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09
	A _{ground,H}	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09

Immission

Tabelle 128: Beispiel 13 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	32,64	37,60	45,95	47,86	43,66	44,01	42,49	40,25	50,86
4,0 m	18,19	19,57	24,63	20,26	16,11	9,92	3,83	-3,10	21,77
Σ	32,79	37,66	45,98	47,86	43,67	44,01	42,49	40,25	50,9

Tabelle 129: Beispiel 13 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L _{day} [dB(A)]	50,9	48,7	2,2	48,4	2,5

14. Variation Bremsen (Emission)

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ **20 % Klotzbremsen** (d.h. die 20 Standard-Waggon mit Kompositbremsen)
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ Abstand 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 130: Beispiel 14 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	

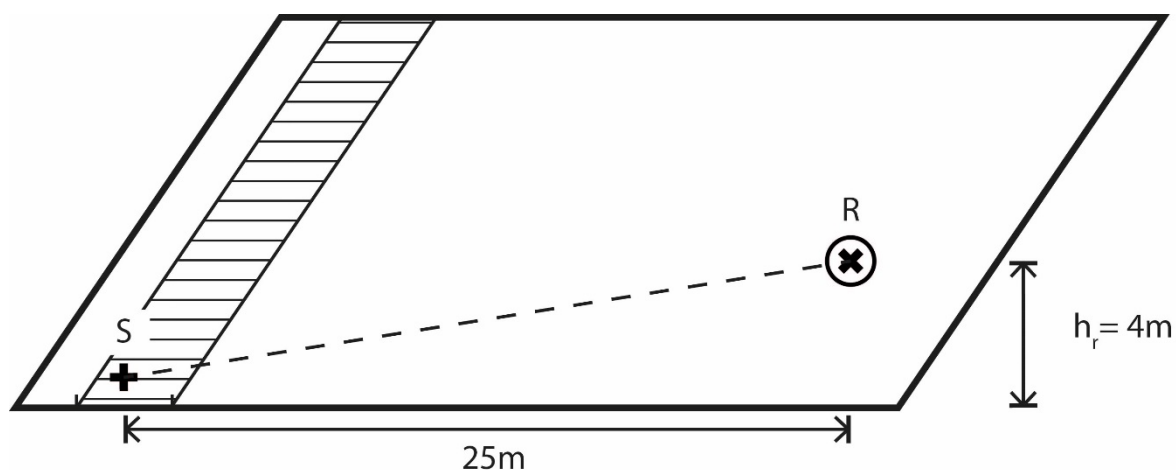


Abbildung 14: Darstellung Beispiel 14

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Im-

missionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben.

Tabelle 131: Beispiel 14 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 132: Beispiel 14 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80
	$L_{W',eq,line,i}(\psi,\varphi)$	50,02	52,20	55,05	57,88	57,61	58,64	62,34	63,18
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	$L_{W',eq,line,i}(\psi,\varphi)$	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26

Emissionsparameter <i>Lok</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	63,90	66,40	68,44	70,06	72,21	71,87	69,61	65,83
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	65,77	67,87	66,36	64,05	62,90	61,70	61,24	61,42
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 133: Beispiel 14 - Emissionsparameter Lok III

Emissionsparameter <i>Lok</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	57,68	62,83	67,96	73,32	76,15	71,38	69,45	66,23
4,0 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 134: Beispiel 14 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00	-4,00
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,14	11,14	11,14	11,14	11,14	10,17	9,21	8,27
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	-4,00	-4,00	-4,00	-4,30	-4,60	-4,90	-5,20	-6,30

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	7,33	6,41	5,51	4,40	3,10	1,51	-0,27	-2,79
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	-6,80	-7,20	-7,30	-7,30	-7,10	-6,90	-6,70	-6,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	-5,79	-9,85	-13,13	-14,83	-14,91	-17,42	-18,84	-20,88
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	-3,70	-2,40	-2,60	-2,50	-2,50	-2,50	-2,50	-2,50
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-20,98	-21,20	-22,51	-23,54	-24,53	-25,70	-26,76	-27,66

Tabelle 135: Beispiel 14 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,14	11,14	10,62	9,70	8,76	7,72	6,94	6,08
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,06	74,96	83,14	92,52	95,69	97,04	98,76	102,10
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,56	94,46	97,74	99,82	98,09	98,04	98,96	102,20
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,16	17,16	16,64	15,72	14,79	13,74	12,96	12,10
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	61,45	63,39	66,77	69,46	68,96	69,50	70,80	74,10
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	4,95	3,71	2,35	0,65	-1,50	-4,08	-7,36	-11,54
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	102,57	103,63	103,97	104,07	106,22	106,34	104,66	101,28
	$L_{W,0,VEH,i}$	100,77	98,73	97,17	97,07	96,92	96,84	99,06	99,08
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	10,97	9,73	8,37	6,67	4,52	1,94	-1,34	-5,52
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	73,74	73,84	73,81	73,90	75,77	75,91	74,86	72,52
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-13,82	-14,87	-16,08	-18,16	-19,77	-20,93	-21,11	-21,87
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	100,50	100,06	99,04	97,26	96,15	94,99	95,21	95,15
	$L_{W,0,VEH,i}$	101,80	106,06	104,94	102,86	101,75	100,69	100,91	100,85
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-7,80	-8,84	-10,06	-12,14	-13,75	-14,91	-15,09	-15,85
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	73,44	76,31	75,27	73,30	72,24	71,21	71,48	71,48
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 136: Beispiel 14 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	69,21	74,09	77,88	78,62	80,31	79,17	78,56	76,17
4,0 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 137: Beispiel 14 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40

L_{R,TOT,i}	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23
----------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabelle 138: Beispiel 14 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	L_{r,TOT,i}	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	L_{H,TR,i}	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	L_{H,VEH,i}	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	L_{W,0,VEH,i}	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	L_{W,0,VEHSUP,i}	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	55,83	57,77	61,21	63,99	63,62	64,35	65,63	69,06
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	L_{r,TOT,i}	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	L_{H,TR,i}	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	L_{H,VEH,i}	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	L_{W,0,VEH,i}	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	L_{W,0,VEHSUP,i}	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	70,21	72,76	75,25	76,98	79,17	78,81	76,57	72,78
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	L_{r,TOT,i}	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	L_{H,TR,i}	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	L_{H,VEH,i}	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	L_{W,0,VEH,i}	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	L_{W,0,VEHSUP,i}	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	72,73	74,85	73,34	71,03	69,88	68,68	68,22	68,40
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 139: Beispiel 14 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{w,eq,line,i(\psi\phi)}$	63,62	68,77	73,46	80,10	83,10	78,35	76,43	73,21
4,0 m	$L_{w,eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 140: Beispiel 14 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{w,eq,line,i(\psi\phi)}$	70,50	75,45	79,53	82,93	85,47	82,17	80,95	78,23
4,0 m	$L_{w,eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung

Tabelle 141: Beispiel 14 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter									
	G	d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}	
0,5 m	0,70	25,24	25,00	0,70	0,94	0,50	4,00	39,04	
4,0 m	0,70	25,00	25,00	0,70	0,97	4,00	4,00	38,96	
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,95
	A _{ground,F}	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17
	A _{ground,H}	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17
4,0 m	A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,82	2,93
	A _{ground,F}	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09
	A _{ground,H}	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09

Immission

Tabelle 142: Beispiel 14 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	31,62	36,56	40,63	44,01	46,50	43,05	41,25	36,40	50,22
4,0 m	15,97	17,35	22,41	18,04	13,89	7,70	1,62	-5,31	19,56
Σ	31,74	36,61	40,70	44,02	46,51	43,05	41,25	36,40	50,2

Tabelle 143: Beispiel 14 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L _{day} [dB(A)]	50,2	47,3	2,9	48,4	1,8

15. Variation Zugtyp (Emission)

- ▶ **ICE** (HGV-Neigezug ohne Radabsorber, ETR 470, 28 Achsen)
- ▶ **100 % Scheibenbremsen**
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ **230 km/h**
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ Abstand 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

***Anmerkung:** Für Züge mit Radabsorbern liegen keine Daten für die Räder vor. Daher erfolgt die Berechnung für einen Zug ohne Radabsorber.*

Tabelle 144: Beispiel 15 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	

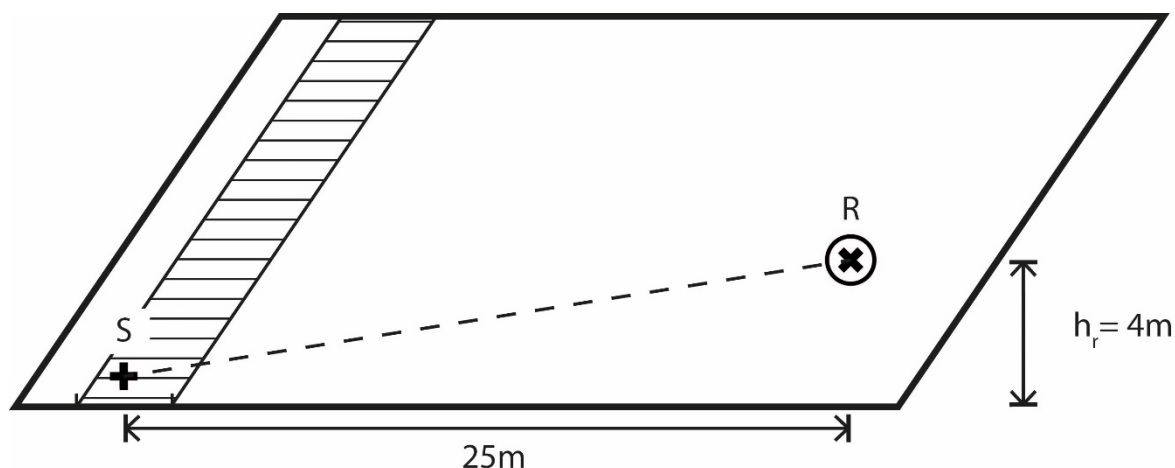


Abbildung 15: Darstellung Beispiel 15

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Im-

missionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben.

Tabelle 145: Beispiel 15 - Emissionsparameter ICE I

Emissionsparameter <i>ICE</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	-5,90	-5,90	-5,90	-5,90	-5,90	-5,90	2,30	2,80
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,09	11,09	11,09	11,09	11,09	10,11	9,84	9,15
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,60	1,20	2,10	0,90	-0,30	-1,60	-2,90	-4,90
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,35	7,24	6,80	5,53	4,07	2,27	0,28	-2,48
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	-7,00	-8,60	-9,30	-9,50	-10,10	-10,30	-10,30	-10,80
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	-5,83	-10,14	-13,59	-15,42	-15,83	-18,63	-20,33	-23,17
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	-10,90	-9,50	-9,50	-9,50	-9,50	-9,50	-9,50	-9,50
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-25,24	-26,23	-27,68	-29,06	-30,30	-31,68	-32,92	-33,82

Tabelle 146: Beispiel 15 - Emissionsparameter ICE II

Emissionsparameter <i>ICE</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,09	11,09	11,09	11,09	11,09	11,08	10,18	9,87
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	76,46	83,36	92,06	102,36	106,46	108,85	110,45	114,34
	$L_{W,0,VEH,i}$	100,96	102,86	106,66	109,66	108,86	109,85	110,65	114,44
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	80,50	81,40	80,50	82,20	80,00	79,70	79,60	96,40
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	53,29	55,21	59,09	62,69	63,12	64,69	65,87	69,76
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	84,80	86,60	83,40	81,60	80,50	80,50	79,50	94,30
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	36,75	38,55	35,35	33,55	32,45	32,45	31,45	46,25

Emissionsparameter <i>ICE</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	9,20	8,34	7,54	6,84	5,52	4,18	2,50	0,27
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	115,27	116,71	117,61	118,71	121,69	123,05	122,97	121,54
	$L_{W,0,VEH,i}$	113,47	111,81	110,81	111,71	112,39	113,55	117,37	119,34
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	80,50	81,30	97,20	79,50	79,80	86,70	81,70	82,70
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	69,81	70,29	70,85	71,91	74,62	75,99	76,55	76,15
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	78,30	78,40	94,40	77,70	77,30	84,60	79,50	81,70
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	30,25	30,35	46,35	29,65	29,25	36,55	31,45	34,05
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-2,24	-5,33	-9,66	-13,59	-14,90	-15,81	-18,64	-20,20
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	120,54	118,05	113,92	110,28	109,47	108,56	106,13	105,27
	$L_{W,0,VEH,i}$	121,84	124,05	119,82	115,88	115,07	114,26	111,83	110,97
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	80,70	78,00	75,10	72,10	69,60	66,70	64,10	61,80
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	76,85	77,67	73,51	69,69	68,93	68,15	65,78	64,98
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	79,80	76,90	74,10	71,30	68,60	66,00	63,50	61,30
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	33,48	31,81	28,14	23,25	20,55	17,95	15,45	13,25

Tabelle 147: Beispiel 15 - Emissionsparameter ICE III

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	61,33	68,36	73,60	75,84	80,57	81,71	75,97	71,29
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	41,85	37,62	46,49	46,54	38,29	37,99	29,89	20,74

Ausbreitung

Tabelle 148: Beispiel 15 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter									
	G	d	d_p	G_{path}	G'_{path}	Z_s	Z_r	A_{div}	
0,5 m	0,70	25,24	25,00	0,70	0,94	0,50	4,00	39,04	
4,0 m	0,70	25,00	25,00	0,70	0,97	4,00	4,00	38,96	
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	A_{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,95
	$A_{ground,F}$	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17

	A_{ground,H}	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17
4,0 m	A_{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,82	2,93
	A_{ground,F}	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09
	A_{ground,H}	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09

Immission

Tabelle 149: Beispiel 15 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	22,45	29,47	34,69	36,92	41,60	42,59	36,27	29,46	46,74
4,0 m	2,98	-1,26	7,60	7,63	-0,66	-1,12	-9,79	-21,05	7,49
Σ	22,49	29,47	34,70	36,92	41,60	42,59	36,27	29,46	46,7

Tabelle 150: Beispiel 15 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

		CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L_{day}	[dB(A)]	46,7	51,2	-4,5	52,8	-6,1

16. Variation Meteorologie

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ **Meteorologie: 100 % homogene Bedingungen**

Tabelle 151: Beispiel 16 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	

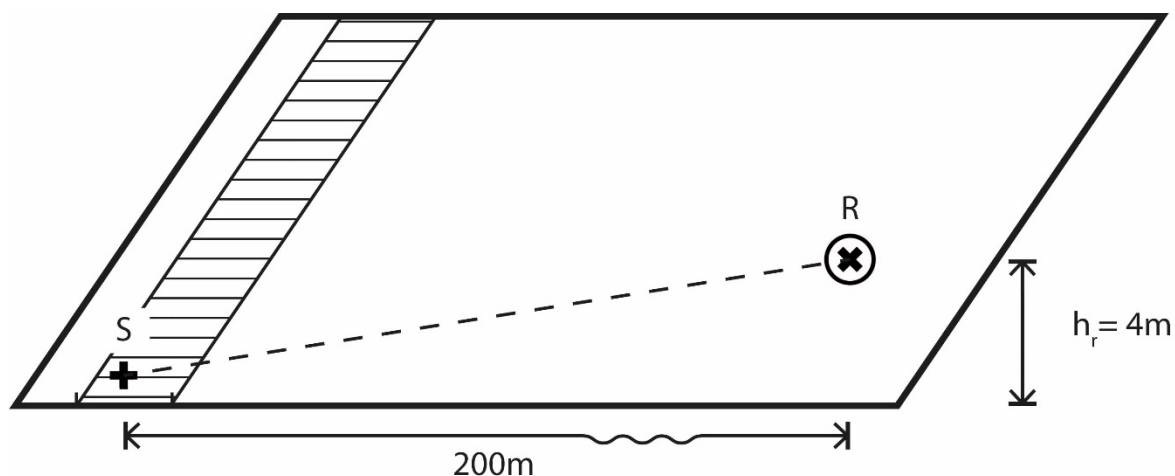


Abbildung 16: Darstellung Beispiel 16

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht)

gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben. Die Auswirkungen der Richtung (ψ und ϕ) werden für diese Zwischenergebnisse mit Null besetzt.

Tabelle 152: Beispiel 16 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 153: Beispiel 16 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80
	$L_{W',eq,line,i}(\psi,\phi)$	49,75	51,94	54,78	57,60	57,33	58,34	62,03	62,86
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	$L_{W',eq,line,i}(\psi,\phi)$	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600

Emissionsparameter <i>Lok</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	63,56	66,04	68,06	69,65	71,78	71,41	69,11	65,30
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	65,19	67,26	65,71	63,35	62,15	60,91	60,40	60,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 154: Beispiel 16 - Emissionsparameter Lok III

Emissionsparameter <i>Lok</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	57,41	62,55	67,63	72,93	75,69	70,80	68,77	65,39
4,0 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 155: Beispiel 16 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
A_{3,i}	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
L_{R,TOT,i}	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
L_{r,VEH,i}	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
L_{r,TR,i}	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
A_{3,i}	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
L_{R,TOT,i}	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
L_{r,VEH,i}	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
L_{r,TR,i}	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
A_{3,i}	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
L_{R,TOT,i}	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 156: Beispiel 16 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	L_{r,TOT,i}	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	L_{H,TR,i}	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	L_{H,VEH,i}	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	L_{W,0,VEH,i}	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	L_{W,0,VEHSUP,i}	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	61,59	63,52	66,95	69,73	69,35	70,07	71,34	74,75
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	L_{r,TOT,i}	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	L_{H,TR,i}	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	L_{H,VEH,i}	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	L_{W,0,VEH,i}	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	L_{W,0,VEHSUP,i}	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	75,89	78,42	80,89	82,60	84,75	84,37	82,09	78,27
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i}($\psi\phi$)	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	78,18	80,26	78,71	76,35	75,15	73,91	73,40	73,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 157: Beispiel 16 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	69,37	74,50	79,15	85,73	88,66	83,79	81,77	78,39
4,0 m	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 158: Beispiel 16 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 159: Beispiel 16 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	55,57	57,50	60,93	63,71	63,33	64,05	65,32	68,73
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	69,87	72,40	74,86	76,58	78,73	78,35	76,07	72,25
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	72,16	74,24	72,69	70,33	69,13	67,89	67,38	67,51
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{*,eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 160: Beispiel 16 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,35	68,48	73,13	79,71	82,64	77,77	75,75	72,37
4,0 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 161: Beispiel 16 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	70,55	75,68	80,36	86,88	89,80	84,93	82,91	79,53
4,0 m	$L_{w',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung

Tabelle 162: Beispiel 16 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter									
	G	d	d _p	G _{path}	G' _{path}	z _s	z _r	A _{div}	
0,5 m	0,7	200,03	200,00	0,70	0,70	0,5	4	57,022	
4,0 m	0,7	200,00	200,00	0,70	0,75	4	4	57,021	
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
	A _{ground,F}	-1,49	-1,49	-1,49	-1,46	2,51	-1,49	-1,49	-1,49
	A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	4,18	10,65	4,88	-0,90	-0,90
4,0 m	A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
	A _{ground,F}	-0,75	-0,75	-0,13	-0,75	-0,75	-0,75	-0,75	-0,75
	A _{ground,H}	-0,75	-0,75	0,35	2,47	-0,75	-0,75	-0,75	-0,75

Immission

Tabelle 163: Beispiel 16 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	14,41	19,48	24,03	25,29	21,39	21,09	20,22	0,01	28,06
4,0 m	-1,46	-0,12	3,72	-2,92	-4,16	-11,40	-21,53	-43,20	0,35
Σ	14,52	19,53	24,07	25,30	21,41	21,09	20,22	0,01	28,1

Tabelle 164: Beispiel 16 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L _{day} [dB(A)]	28,1	28,1	0,0	28,2	-0,1

17. Variation Untergrund

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ **Grund: 10 % Typ B (G=1), 80 % Wasser (Typ H, G=0), 10 % Typ B (G=1)**
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 165: Beispiel 17 - Geometrie

Höhenlinie			Emission					
X	Y	Z	X	Y	Z			
-50	-150	0	0	0	*			
250	-150	0						
250	150	0	Immission					
-50	150	0	X	Y	Z (rel)			
-50	-150	0	200	0	4			
G=1			G=0			G=1		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150		20	-150		180	-150	
20	-150		180	-150		250	-150	
20	150		180	150		250	150	
-50	150		20	150		180	150	
-50	-150		20	-150		180	-150	

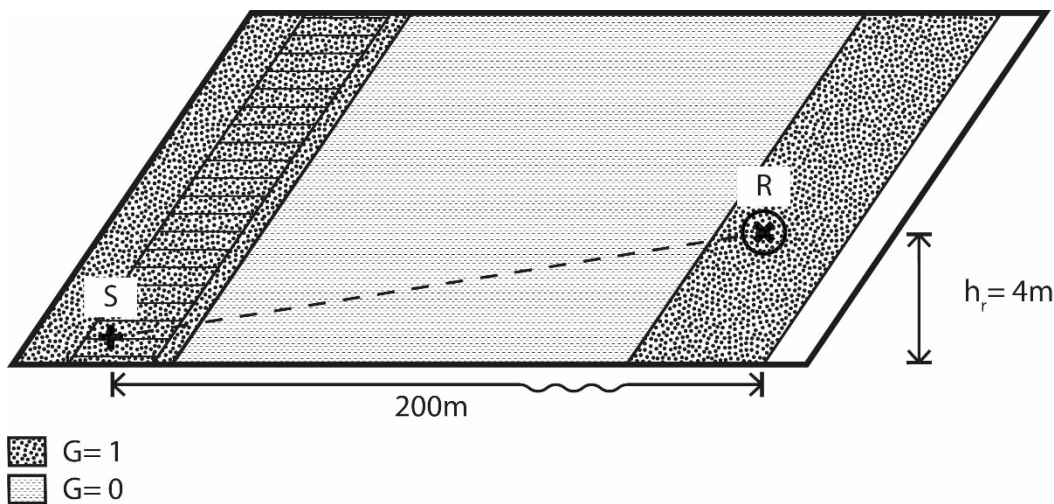


Abbildung 17: Darstellung Beispiel 17

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben. Die Auswirkungen der Richtung (ψ und ϕ) werden für diese Zwischenergebnisse mit Null besetzt.

Tabelle 166: Beispiel 17 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00

A_{3,i}	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
L_{R,TOT,i}	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 167: Beispiel 17 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	L_{r,TOT,i}	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	L_{H,TR,i}	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	L_{H,VEH,i}	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	L_{W,0,VEH,i}	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	L_{W,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	49,75	51,94	54,78	57,60	57,33	58,34	62,03	62,86
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	L_{r,TOT,i}	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	L_{H,TR,i}	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	L_{H,VEH,i}	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	L_{W,0,VEH,i}	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	L_{W,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	63,56	66,04	68,06	69,65	71,78	71,41	69,11	65,30
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	L_{r,TOT,i}	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	L_{H,TR,i}	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	L_{H,VEH,i}	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	L_{W,0,VEH,i}	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	L_{W,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	65,19	67,26	65,71	63,35	62,15	60,91	60,40	60,53
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70

Emissionsparameter <i>Lok</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$LW'_{eq,line,i}(\psi\varphi)$	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 168: Beispiel 17 - Emissionsparameter Lok III

Emissionsparameter <i>Lok</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$LW'_{eq,line,i}(\psi\varphi)$	57,41	62,55	67,63	72,93	75,69	70,80	68,77	65,39
4,0 m	$LW'_{eq,line,i}(\psi\varphi)$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 169: Beispiel 17 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 170: Beispiel 17 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	61,59	63,52	66,95	69,73	69,35	70,07	71,34	74,75
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	75,89	78,42	80,89	82,60	84,75	84,37	82,09	78,27
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	78,18	80,26	78,71	76,35	75,15	73,91	73,40	73,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 171: Beispiel 17 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	69,37	74,50	79,15	85,73	88,66	83,79	81,77	78,39
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 172: Beispiel 17 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 173: Beispiel 17 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	55,57	57,50	60,93	63,71	63,33	64,05	65,32	68,73
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	69,87	72,40	74,86	76,58	78,73	78,35	76,07	72,25
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	72,16	74,24	72,69	70,33	69,13	67,89	67,38	67,51
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 174: Beispiel 17 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,35	68,48	73,13	79,71	82,64	77,77	75,75	72,37
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 175: Beispiel 17 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	70,55	75,68	80,36	86,88	89,80	84,93	82,91	79,53
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung

Tabelle 176: Beispiel 17 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter									
	G	d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}	
0,5 m	0,2	200,03	200,00	0,20	0,20	0,5	4	57,022	
4,0 m	0,2	200,00	200,00	0,20	0,33	4	4	57,021	
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
	A _{ground,F}	-2,82	-2,67	-3,95	-3,96	-3,96	-3,96	-3,96	-3,96
	A _{ground,H}	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-2,40	-0,71	-0,29	-2,40
4,0 m	A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
	A _{ground,F}	-1,59	-0,55	-0,59	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00
	A _{ground,H}	-2,00	-1,72	-1,52	-0,74	-2,00	-2,00	-2,00	-2,00

Immission

Tabelle 177: Beispiel 17 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	16,33	21,24	27,08	33,43	36,00	29,93	23,28	3,07	38,25
4,0 m	-0,61	-0,33	4,66	1,55	-2,91	-10,15	-20,28	-41,95	2,46
Σ	16,42	21,27	27,11	33,43	36,00	29,93	23,28	3,07	38,2

Tabelle 178: Beispiel 17 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

		CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L _{day}	[dB(A)]	38,2	28,1	10,1	28,2	10,0

18. Variation Hindernis

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ **Kubisches Gebäude als Hindernis im Ausbreitungsweg**
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 179: Beispiel 18 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	
Gebäude								
X	Y	Z (rel)						
40	-10	20						
60	-10	20						
60	10	20						
40	10	20						
40	-10	20						

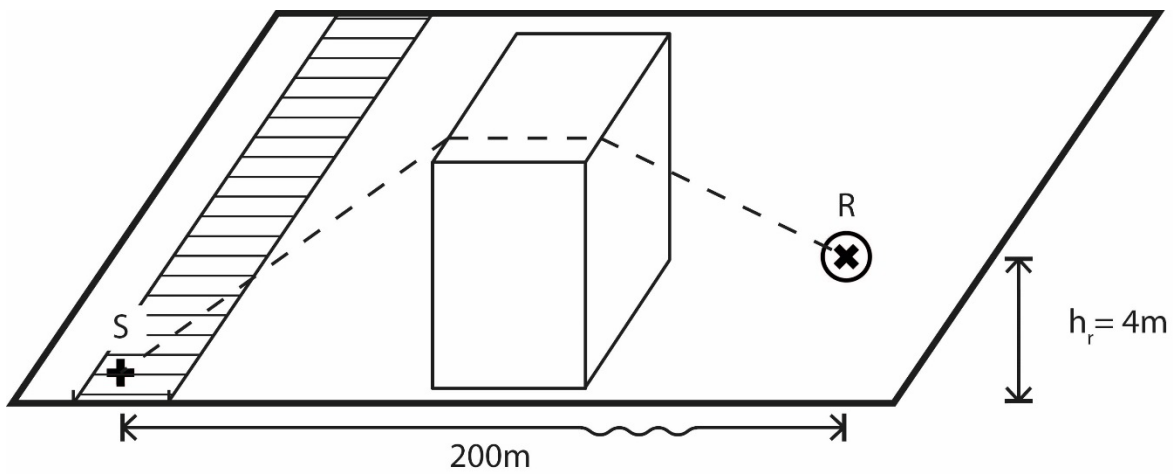


Abbildung 18: Darstellung Beispiel 18

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben. Die Auswirkungen der Richtung (ψ und ϕ) werden für diese Zwischenergebnisse mit Null besetzt.

Tabelle 180: Beispiel 18 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 181: Beispiel 18 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Emissionsparameter <i>Lok</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	49,75	51,94	54,78	57,60	57,33	58,34	62,03	62,86
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,56	66,04	68,06	69,65	71,78	71,41	69,11	65,30
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	65,19	67,26	65,71	63,35	62,15	60,91	60,40	60,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 182: Beispiel 18 - Emissionsparameter Lok III

Emissionsparameter <i>Lok</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	57,41	62,55	67,63	72,93	75,69	70,80	68,77	65,39
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 183: Beispiel 18 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 184: Beispiel 18 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	61,59	63,52	66,95	69,73	69,35	70,07	71,34	74,75
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	75,89	78,42	80,89	82,60	84,75	84,37	82,09	78,27
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	78,18	80,26	78,71	76,35	75,15	73,91	73,40	73,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 185: Beispiel 18 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,37	74,50	79,15	85,73	88,66	83,79	81,77	78,39
4,0 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 186: Beispiel 18 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70

L_{R,TOT,i}	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
L_{r,VEH,i}	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
L_{r,TR,i}	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
A_{3,i}	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
L_{R,TOT,i}	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
L_{r,VEH,i}	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
L_{r,TR,i}	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
A_{3,i}	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
L_{R,TOT,i}	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 187: Beispiel 18 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	L_{r,TOT,i}	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	L_{H,TR,i}	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	L_{H,VEH,i}	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	L_{W,0,VEH,i}	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	L_{W,0,VEHSUP,i}	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	55,57	57,50	60,93	63,71	63,33	64,05	65,32	68,73
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	L_{r,TOT,i}	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	L_{H,TR,i}	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	L_{H,VEH,i}	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{W,0,TR,i}	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	L_{W,0,VEH,i}	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	L_{W,0,VEHSUP,i}	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	69,87	72,40	74,86	76,58	78,73	78,35	76,07	72,25
4,0 m	L_{W,0,CONST,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
	L_{W',eq,line,i(ψφ)}	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	L_{r,TOT,i}	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	72,16	74,24	72,69	70,33	69,13	67,89	67,38	67,51
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 188: Beispiel 18 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	63,35	68,48	73,13	79,71	82,64	77,77	75,75	72,37
4,0 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 189: Beispiel 18 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	70,55	75,68	80,36	86,88	89,80	84,93	82,91	79,53
4,0 m	$LW',eq,line,i(\psi\phi)$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung Quelle A (0,5 m)

Tabelle 190: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)

Ausbreitungsparameter A (Geometrie)									
	S	R	O_1	O_2	S'	R'		m_{SO}	0
X	0	200	40	60	0	200		b_{SO}	0
Y	0	0	0	0	0	0		m_{OR}	0
Z	0,5	4	20	20	-0,5	-4		b_{OR}	0

Tabelle 191: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter A

Ausbreitungsparameter A									
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$					
200,03	57,02	5,30	5,72	6,41					
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40	
$\Delta_{diff(S,R),F}$	17,36	21,65	25,91	29,48	32,66	35,72	38,74	41,75	
$\Delta_{diff(S',R),F}$	17,68	21,98	26,25	29,82	33,00	36,05	39,07	42,09	
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	18,14	22,46	26,73	30,31	33,49	36,54	39,56	42,58	

$\Delta_{\text{dif}(S,R),H}$	17,42	21,71	25,98	29,55	32,73	35,78	38,80	41,82
$\Delta_{\text{dif}(S',R),H}$	17,74	22,04	26,31	29,88	33,06	36,12	39,14	42,15
$\Delta_{\text{dif}(S,R'),H}$	18,20	22,52	26,79	30,36	33,54	36,60	39,62	42,63
$A_{\text{dif},F}$	16,48	20,77	24,12	24,12	24,12	24,12	24,12	24,12
$A_{\text{dif},H}$	16,54	20,83	24,12	24,12	24,12	24,12	24,12	24,12

Tabelle 192: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter A S0

Ausbreitungsparameter A S0								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
40,00	0,51	20,16	0,50	20,00	0,70	0,98		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06
$A_{\text{ground},H}$	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06
$\Delta_{\text{ground},F}$	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06
$\Delta_{\text{ground},H}$	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06

Tabelle 193: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter A OR

Ausbreitungsparameter A OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
140,00	21,40	4,09	20,00	4,00	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$A_{\text{ground},H}$	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{\text{ground},F}$	-0,83	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82
$\Delta_{\text{ground},H}$	-0,83	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82

Ausbreitung Quelle B (4,0 m)

Tabelle 194: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)

Ausbreitungsparameter B (Geometrie)									
	S	R	O ₁	O ₂	S'	R'		m _{SO}	0
X	0	200	40	60	0	200		b _{SO}	0
Y	0	0	0	0	0	0		m _{OR}	0
Z	4,0	4	20	20	-4,0	-4		b _{OR}	0

Tabelle 195: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter B

Ausbreitungsparameter B								
d	A _{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,00	57,02	3,91	7,32	4,88				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
Δ_{diff(S,R),F}	16,12	20,36	24,60	28,17	31,35	34,40	37,42	40,43
Δ_{diff(S',R),F}	18,69	23,03	27,31	30,88	34,06	37,12	40,14	43,15
Δ_{diff(S,R'),F}	17,02	21,30	25,56	29,13	32,31	35,36	38,38	41,39
Δ_{diff(S,R),H}	16,21	20,45	24,70	28,26	31,44	34,49	37,51	40,52
Δ_{diff(S',R),H}	18,74	23,07	27,35	30,93	34,11	37,17	40,19	43,20
Δ_{diff(S,R'),H}	17,09	21,37	25,63	29,20	32,38	35,43	38,45	41,47
A_{dif,F}	15,27	19,51	23,76	24,15	24,15	24,15	24,15	24,15
A_{dif,H}	15,35	19,60	23,85	24,15	24,15	24,15	24,15	24,15

Tabelle 196: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter B SO

Ausbreitungsparameter B SO								
d_p	z_{s,F}	z_{r,F}	z_{s,H}	z_{r,H} (z_{0,s})	G_{path}	G'_{path}		
4,01	20,12	4,00	20,00	0,70	0,98	4,01		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{ground,F}	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
A_{ground,H}	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
Δ_{ground,F}	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
Δ_{ground,H}	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04

Tabelle 197: Beispiel 18 - Ausbreitungsparameter B OR

Ausbreitungsparameter B OR								
d_p	z_{s,F}	z_{r,F}	z_{s,H} (z_{0,r})	z_{r,H}	G_{path}	G'_{path}		
140,00	21,40	4,09	20,00	4,00	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{ground,F}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
A_{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
Δ_{ground,F}	-0,82	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81
Δ_{ground,H}	-0,82	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81	-0,81

Immission

Tabelle 198: Beispiel 18 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	-2,97	-2,19	-0,99	5,35	7,92	1,85	-4,80	-25,02	10,17
4,0 m	-17,48	-20,39	-19,69	-24,60	-29,06	-36,30	-46,43	-68,10	-23,02
Σ	-2,82	-2,13	-0,93	5,35	7,92	1,85	-4,80	-25,02	10,2

Tabelle 199: Beispiel 18 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS	VBUSCH	Differenz CNOSSOS
--	----------------	-----------------	--------------------------	---------------	--------------------------

				- Schall03		- VBUSCH
L_{day}	[dB(A)]	10,2	9,6	0,6	8,1	2,1

19. Variation Lärmschutzwand 1

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ **Lärmschutzwand, 4 m an der Schiene**

Tabelle 200: Beispiel 19 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Lärmschutzwand			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	3,3	-150	4	-50	-150	
Immission			3,3	150	4			
X	Y	Z (rel)						
200	0	4						

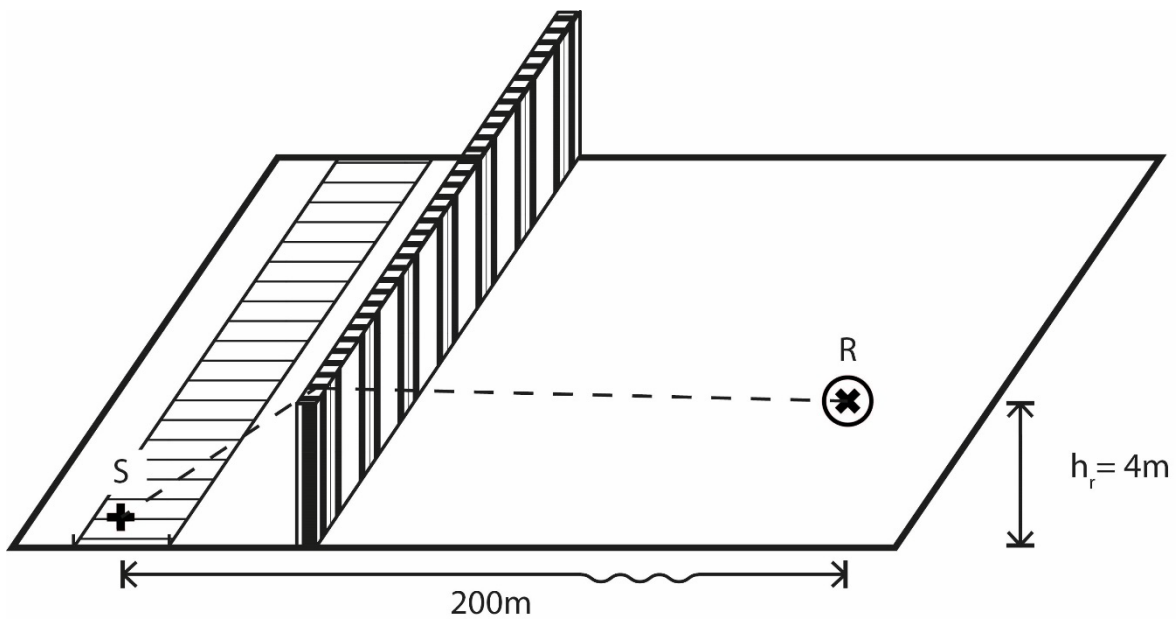


Abbildung 19: Darstellung Beispiel 19

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben. Die Auswirkungen der Richtung (ψ und ϕ) werden für diese Zwischenergebnisse mit Null besetzt.

Tabelle 201: Beispiel 19 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 202: Beispiel 19 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Emissionsparameter <i>Lok</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	49,75	51,94	54,78	57,60	57,33	58,34	62,03	62,86
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,56	66,04	68,06	69,65	71,78	71,41	69,11	65,30
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	65,19	67,26	65,71	63,35	62,15	60,91	60,40	60,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 203: Beispiel 19 - Emissionsparameter Lok III

Emissionsparameter <i>Lok</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	57,41	62,55	67,63	72,93	75,69	70,80	68,77	65,39
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 204: Beispiel 19 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 205: Beispiel 19 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	61,59	63,52	66,95	69,73	69,35	70,07	71,34	74,75
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	75,89	78,42	80,89	82,60	84,75	84,37	82,09	78,27
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	78,18	80,26	78,71	76,35	75,15	73,91	73,40	73,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 206: Beispiel 19 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,37	74,50	79,15	85,73	88,66	83,79	81,77	78,39
4,0 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 207: Beispiel 19 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53

λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 208: Beispiel 19 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	55,57	57,50	60,93	63,71	63,33	64,05	65,32	68,73
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,87	72,40	74,86	76,58	78,73	78,35	76,07	72,25
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	72,16	74,24	72,69	70,33	69,13	67,89	67,38	67,51
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 209: Beispiel 19 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,35	68,48	73,13	79,71	82,64	77,77	75,75	72,37
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 210: Beispiel 19 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	70,55	75,68	80,36	86,88	89,80	84,93	82,91	79,53
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung Quelle A (0,5 m)

Tabelle 211: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)

Ausbreitungsparameter A (Geometrie)								
	S	R	O	S'	R'		m_{SO}	0
X	0,0	200,0	3,3	0,0	200		b_{SO}	0
Y	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		m_{OR}	0
Z	0,5	4,0	4,0	-0,5	-4,0		b_{OR}	0

Tabelle 212: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter A

Ausbreitungsparameter A								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,03	57,02	1,47	2,22	1,62				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{diff(S,R),F}$	11,44	13,92	16,66	19,53	22,46	25,44	28,43	31,43
$\Delta_{diff(S',R),F}$	12,90	15,53	18,35	21,26	24,23	27,21	30,21	33,21
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	11,75	14,28	17,04	19,92	22,86	25,84	28,83	31,83
$\Delta_{diff(S,R),H}$	11,45	13,94	16,68	19,54	22,48	25,46	28,45	31,45
$\Delta_{diff(S',R),H}$	12,91	15,54	18,36	21,28	24,24	27,22	30,22	33,23

$\Delta_{\text{diff}(S,R'),H}$	11,77	14,29	17,05	19,93	22,88	25,85	28,85	31,85
$A_{\text{dif},F}$	11,44	13,92	19,03	19,53	22,46	25,00	25,00	25,00
$A_{\text{dif},H}$	11,45	13,94	20,01	20,40	22,48	25,00	25,00	25,00

Tabelle 213: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter A SO

Ausbreitungsparameter A SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
3,30	0,50	4,01	0,50	4,00	1,00	1,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 214: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter A OR

Ausbreitungsparameter A OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
196,70	5,11	5,11	4,00	4,00	1,00	1,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	3,51	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	2,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	3,33	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00

Ausbreitung Quelle B (4,0 m)

Tabelle 215: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)

Ausbreitungsparameter B (Geometrie)								
	S	R	O	S'	R'		m_{SO}	0
X	0,0	200,0	3,3	0,0	200		b_{SO}	0
Y	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		m_{OR}	0
Z	4,0	4,0	4,0	-4,0	-4,0		b_{OR}	0

Tabelle 216: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter B

Ausbreitungsparameter B								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,00	4,77	-0,01	5,19	0,00				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{\text{diff}(S,R),F}$	4,70	4,63	4,49	4,19	3,53	1,77	0,00	0,00
$\Delta_{\text{diff}(S',R),F}$	16,17	18,99	21,92	24,89	27,88	30,88	33,88	36,89

$\Delta_{\text{dif}}(\text{S}, \text{R}')_{\text{F}}$	4,73	4,69	4,61	4,45	4,10	3,30	1,05	0,00
$\Delta_{\text{dif}}(\text{S}, \text{R})_{\text{H}}$	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77
$\Delta_{\text{dif}}(\text{S}', \text{R})_{\text{H}}$	16,18	19,00	21,92	24,89	27,88	30,88	33,89	36,89
$\Delta_{\text{dif}}(\text{S}, \text{R}')_{\text{H}}$	4,80	4,83	4,88	4,99	5,21	5,60	6,30	7,42
$A_{\text{dif}, \text{F}}$	4,70	4,63	6,94	4,19	3,53	1,77	0,00	0,00
$A_{\text{dif}, \text{H}}$	4,77	4,77	8,23	5,65	4,77	4,77	4,77	4,77

Tabelle 217: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter B SO

Ausbreitungsparameter B SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
3,30	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00	1,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground}, \text{F}}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{\text{ground}, \text{H}}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground}, \text{F}}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground}, \text{H}}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 218: Beispiel 19 - Ausbreitungsparameter B OR

Ausbreitungsparameter B OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
196,70	5,11	5,11	4,00	4,00	1,00	1,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground}, \text{F}}$	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{\text{ground}, \text{H}}$	0,00	0,00	3,51	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground}, \text{F}}$	0,00	0,00	2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground}, \text{H}}$	0,00	0,00	3,46	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00

Immission

Tabelle 219: Beispiel 19 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	2,07	4,66	4,10	9,94	9,58	0,97	-5,68	-25,89	12,10
4,0 m	-6,91	-5,51	-2,87	-4,64	-8,43	-13,92	-22,28	-43,95	-3,49
Σ	2,59	5,06	4,90	10,09	9,65	1,11	-5,58	-25,83	12,2

Tabelle 220: Beispiel 19 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L_{day} [dB(A)]	12,2	13,9	-1,7	12,6	-0,4

20. Variation Gelände

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ **Erhebung zwischen Schiene und Immissionsort**
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, G=0,7)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 221: Beispiel 20 - Geometrie

Höhenlinie 1			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	
Höhenlinie 2			Höhenlinie 3					
X	Y	Z	X	Y	Z			
5	-140	0	10	-130	5			
15	-140	0	10	130	5			
15	140	0						
5	140	0						
5	-140	0						

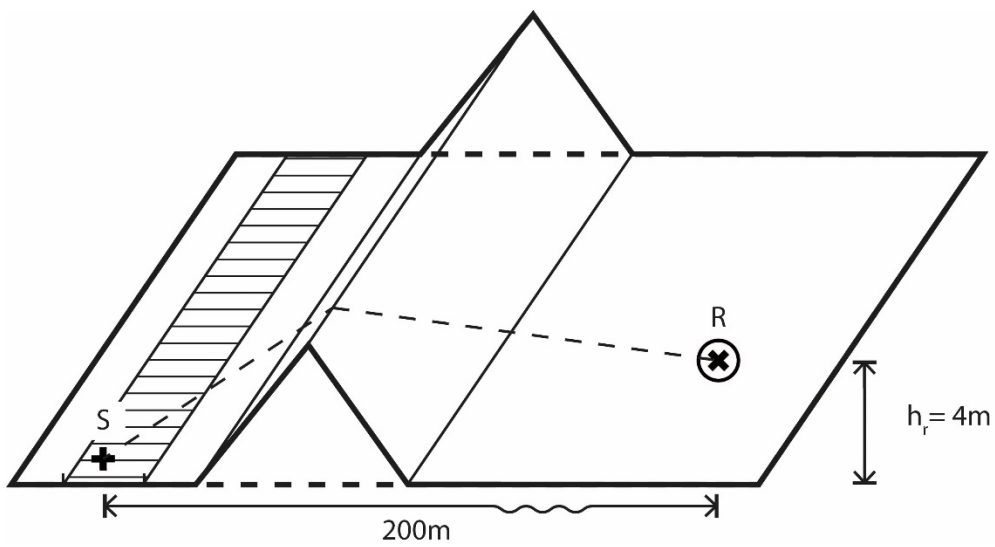


Abbildung 20: Darstellung Beispiel 20

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben. Die Auswirkungen der Richtung (ψ und ϕ) werden für diese Zwischenergebnisse mit Null besetzt.

Tabelle 222: Beispiel 20 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 223: Beispiel 20 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80

Emissionsparameter <i>L_{ok}</i> (linear nach Terzbändern <i>f</i> [Hz])									
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	49,75	51,94	54,78	57,60	57,33	58,34	62,03	62,86
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26
Höhe	<i>f</i>	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	L_{r,TOT,i}	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	L_{H,TR,i}	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	L_{H,VEH,i}	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{w,0,TR,i}	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	L_{w,0,VEH,i}	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	L_{w,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{w,0,CONST,i}	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	63,56	66,04	68,06	69,65	71,78	71,41	69,11	65,30
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	<i>f</i>	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	L_{r,TOT,i}	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	L_{H,TR,i}	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	L_{H,VEH,i}	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{w,0,TR,i}	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	L_{w,0,VEH,i}	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	L_{w,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{w,0,CONST,i}	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	65,19	67,26	65,71	63,35	62,15	60,91	60,40	60,53
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 224: Beispiel 20 - Emissionsparameter *L_{ok}* III

Emissionsparameter <i>L_{ok}</i> (nach Oktaven)									
Höhe	<i>f</i> [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	57,41	62,55	67,63	72,93	75,69	70,80	68,77	65,39
4,0 m	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 225: Beispiel 20 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 226: Beispiel 20 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	61,59	63,52	66,95	69,73	69,35	70,07	71,34	74,75
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	75,89	78,42	80,89	82,60	84,75	84,37	82,09	78,27
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	78,18	80,26	78,71	76,35	75,15	73,91	73,40	73,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 227: Beispiel 20 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,37	74,50	79,15	85,73	88,66	83,79	81,77	78,39
4,0 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 228: Beispiel 20 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53

λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 229: Beispiel 20 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	55,57	57,50	60,93	63,71	63,33	64,05	65,32	68,73
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,87	72,40	74,86	76,58	78,73	78,35	76,07	72,25
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	72,16	74,24	72,69	70,33	69,13	67,89	67,38	67,51
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 230: Beispiel 20 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,35	68,48	73,13	79,71	82,64	77,77	75,75	72,37
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 231: Beispiel 20 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	70,55	75,68	80,36	86,88	89,80	84,93	82,91	79,53
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung Quelle A (0,5 m)

Tabelle 232: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)

Ausbreitungsparameter A (Geometrie)								
	S	R	O	S'	R'		m_{SO}	0,500
X	0,00	200,00	10,00	1,40	189,98		b_{SO}	-1,250
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		m_{OR}	-0,002
Z	0,50	4,00	5,00	-2,30	-4,26		b_{OR}	0,260

Tabelle 233: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter A

Ausbreitungsparameter A								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,03	57,02	0,92	2,57	1,13				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{diff(S,R),F}$	9,92	12,18	14,78	17,56	20,46	23,41	26,39	29,39
$\Delta_{diff(S',R),F}$	13,43	16,10	18,95	21,88	24,84	27,83	30,83	33,84
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	10,55	12,91	15,58	18,40	21,32	24,28	27,27	30,26
$\Delta_{diff(S,R),H}$	9,98	12,25	14,85	17,65	20,54	23,50	26,48	29,47
$\Delta_{diff(S',R),H}$	13,45	16,13	18,98	21,90	24,87	27,86	30,86	33,86

$\Delta_{\text{diff}(S,R'),H}$	10,60	12,97	15,64	18,47	21,39	24,35	27,34	30,33
$A_{\text{dif},F}$	9,00	11,27	14,20	16,67	19,57	22,52	24,11	24,11
$A_{\text{dif},H}$	9,06	11,34	14,59	17,79	19,65	22,60	24,11	24,11

Tabelle 234: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter A SO

Ausbreitungsparameter A SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
10,96	1,59	1,14	1,57	1,12	0,70	0,96		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12
$A_{\text{ground},H}$	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12	-0,12
$\Delta_{\text{ground},F}$	-0,08	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
$\Delta_{\text{ground},H}$	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07

Tabelle 235: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter A OR

Ausbreitungsparameter A OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
190,00	5,90	5,04	4,74	4,13	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	-0,90	-0,90	-0,55	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$A_{\text{ground},H}$	-0,90	-0,90	-0,21	0,24	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{\text{ground},F}$	-0,84	-0,83	-0,51	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82
$\Delta_{\text{ground},H}$	-0,84	-0,83	-0,19	0,22	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82

Ausbreitung Quelle B (4,0 m)

Tabelle 236: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)

Ausbreitungsparameter B (Geometrie)							
	S	R	O	S'	R'	m_{SO}	0,500
X	0,00	200,00	10,00	4,20	189,98	b_{SO}	-1,250
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m_{OR}	-0,002
Z	4,00	4,00	5,00	-4,40	-4,26	b_{OR}	0,260

Tabelle 237: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter B

Ausbreitungsparameter B								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,00	57,02	4,26	4,43	0,03				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{\text{diff}(S,R),F}$	5,12	5,44	6,02	6,98	8,44	10,41	12,78	15,43
$\Delta_{\text{diff}(S',R),F}$	16,07	18,89	21,81	24,78	27,77	30,77	33,77	36,78

$\Delta_{\text{diff}}(S,R'),F$	5,64	6,36	7,52	9,19	11,33	13,83	16,56	19,43
$\Delta_{\text{diff}}(S,R),H$	5,30	5,77	6,57	7,85	9,63	11,86	14,43	17,19
$\Delta_{\text{diff}}(S',R),H$	16,08	18,89	21,82	24,79	27,78	30,78	33,78	36,79
$\Delta_{\text{diff}}(S,R'),H$	5,80	6,62	7,92	9,72	11,97	14,55	17,33	20,21
$A_{\text{dif},F}$	4,26	4,61	5,54	6,27	7,78	9,78	12,18	14,85
$A_{\text{dif},H}$	4,43	4,94	6,39	8,03	8,93	11,19	13,77	16,54

Tabelle 238: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter B SO

Ausbreitungsparameter B SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
9,39	4,71	1,13	4,70	1,12	0,70	0,98		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
$A_{\text{ground},H}$	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
$\Delta_{\text{ground},F}$	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},H}$	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01

Tabelle 239: Beispiel 20 - Ausbreitungsparameter B OR

Ausbreitungsparameter B OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
190,00	5,90	5,04	4,74	4,13	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	-0,90	-0,90	-0,55	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$A_{\text{ground},H}$	-0,90	-0,90	-0,21	0,24	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{\text{ground},F}$	-0,85	-0,81	-0,47	-0,71	-0,65	-0,62	-0,59	-0,58
$\Delta_{\text{ground},H}$	-0,85	-0,82	-0,18	0,19	-0,70	-0,67	-0,65	-0,65

Immission

Tabelle 240: Beispiel 20 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	4,51	7,31	8,93	12,80	12,48	3,45	-4,79	-25,00	14,97
4,0 m	-6,47	-5,49	-1,47	-6,72	-12,69	-21,93	-34,46	-58,79	-5,68
Σ	4,85	7,53	9,31	12,85	12,49	3,47	-4,78	-25,00	15,0

Tabelle 241: Beispiel 20 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L_{day} [dB(A)]	15,0	13,9	1,1	15,0	0,0

21. Variation Lärmschutzwand 2

- ▶ Güterzug, E-Lok, 20 Waggons (Standard), 5 Waggons (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ **Lärmschutzwand auf Erhebung zwischen Schiene und Immissionsort**
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 242: Beispiel 21 - Geometrie

Höhenlinie 1			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	
Höhenlinie 2			Höhenlinie 3			Lärmschutzwand		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z (rel)
5	-140	0	10	-130	2	10	-130	3
15	-140	0	10	130	2	10	-130	3
15	140	0						
5	140	0						
5	-140	0						

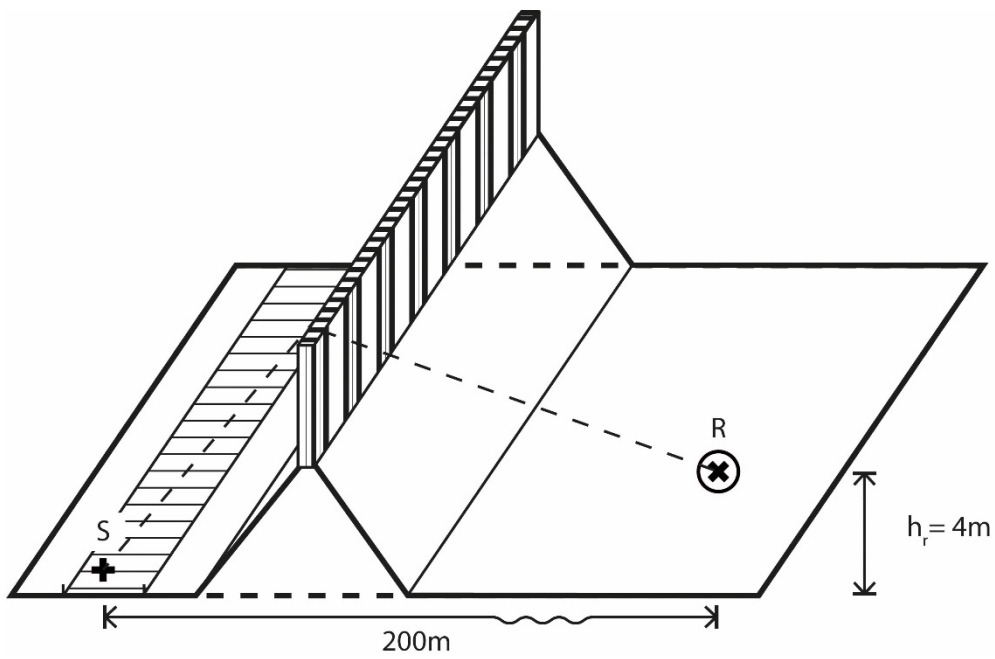


Abbildung 21: Darstellung Beispiel 21

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sind die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben. Die Auswirkungen der Richtung (ψ und ϕ) werden für diese Zwischenergebnisse mit Null besetzt.

Tabelle 243: Beispiel 21 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 244: Beispiel 21 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80

Emissionsparameter <i>L_{ok}</i> (linear nach Terzbändern <i>f</i> [Hz])									
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	49,75	51,94	54,78	57,60	57,33	58,34	62,03	62,86
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26
Höhe	<i>f</i>	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	L_{r,TOT,i}	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	L_{H,TR,i}	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	L_{H,VEH,i}	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{w,0,TR,i}	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	L_{w,0,VEH,i}	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	L_{w,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{w,0,CONST,i}	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	63,56	66,04	68,06	69,65	71,78	71,41	69,11	65,30
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	<i>f</i>	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	L_{r,TOT,i}	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	L_{H,TR,i}	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	L_{H,VEH,i}	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{w,0,TR,i}	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	L_{w,0,VEH,i}	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	L_{w,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{w,0,CONST,i}	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	65,19	67,26	65,71	63,35	62,15	60,91	60,40	60,53
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 245: Beispiel 21 - Emissionsparameter *L_{ok}* III

Emissionsparameter <i>L_{ok}</i> (nach Oktaven)									
Höhe	<i>f</i> [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	57,41	62,55	67,63	72,93	75,69	70,80	68,77	65,39
4,0 m	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 246: Beispiel 21 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 247: Beispiel 21 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{eq,line,i}(\psi\varphi)$	61,59	63,52	66,95	69,73	69,35	70,07	71,34	74,75
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$LW^{eq,line,i}(\psi\varphi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	75,89	78,42	80,89	82,60	84,75	84,37	82,09	78,27
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	78,18	80,26	78,71	76,35	75,15	73,91	73,40	73,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 248: Beispiel 21 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,37	74,50	79,15	85,73	88,66	83,79	81,77	78,39
4,0 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 249: Beispiel 21 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53

λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 250: Beispiel 21 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	55,57	57,50	60,93	63,71	63,33	64,05	65,32	68,73
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,87	72,40	74,86	76,58	78,73	78,35	76,07	72,25
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	72,16	74,24	72,69	70,33	69,13	67,89	67,38	67,51
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 251: Beispiel 21 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,35	68,48	73,13	79,71	82,64	77,77	75,75	72,37
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 252: Beispiel 21 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	70,55	75,68	80,36	86,88	89,80	84,93	82,91	79,53
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung Quelle A (0,5 m)

Tabelle 253: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)

Ausbreitungsparameter A (Geometrie)								
	S	R	O	S'	R'		m_{SO}	0,200
X	0,00	200,00	10,00	0,38	189,99		b_{SO}	-0,500
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		m_{OR}	-0,001
Z	0,50	4,00	5,00	-1,42	-4,10		b_{OR}	0,104

Tabelle 254: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter A

Ausbreitungsparameter A								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,03	57,02	0,92	1,86	1,12				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{diff(S,R),F}$	9,92	12,18	14,78	17,56	20,46	23,41	26,39	29,39
$\Delta_{diff(S',R),F}$	12,25	14,82	17,61	20,51	23,46	26,44	29,43	32,44
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	10,54	12,90	15,56	18,39	21,30	24,26	27,25	30,25
$\Delta_{diff(S,R),H}$	9,98	12,25	14,85	17,65	20,54	23,50	26,48	29,47
$\Delta_{diff(S',R),H}$	12,28	14,86	17,65	20,55	23,50	26,48	29,48	32,48

$\Delta_{\text{diff}(S,R'),H}$	10,59	12,96	15,63	18,46	21,37	24,33	27,32	30,32
$A_{\text{dif},F}$	9,02	11,29	14,14	16,69	19,59	22,54	24,13	24,13
$A_{\text{dif},H}$	9,08	11,36	14,58	17,67	19,67	22,62	24,13	24,13

Tabelle 255: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter A SO

Ausbreitungsparameter A SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
10,69	1,00	3,45	0,98	3,43	0,70	0,98		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
$A_{\text{ground},H}$	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
$\Delta_{\text{ground},F}$	-0,06	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
$\Delta_{\text{ground},H}$	-0,06	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05

Tabelle 256: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter A OR

Ausbreitungsparameter A OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
190,00	6,10	4,92	4,90	4,05	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	-0,90	-0,90	-0,64	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$A_{\text{ground},H}$	-0,90	-0,90	-0,24	0,09	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{\text{ground},F}$	-0,84	-0,83	-0,59	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82
$\Delta_{\text{ground},H}$	-0,84	-0,83	-0,22	0,08	-0,82	-0,82	-0,82	-0,82

Ausbreitung Quelle B (4,0 m)

Tabelle 257: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)

Ausbreitungsparameter B (Geometrie)							
	S	R	O	S'	R'	m_{SO}	0,200
X	0,00	200,00	10,00	1,73	189,99	b_{SO}	-0,500
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m_{OR}	-0,001
Z	4,00	4,00	5,00	-4,65	-4,10	b_{OR}	0,104

Tabelle 258: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter B

Ausbreitungsparameter B								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,00	57,02	4,26	4,44	0,03				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{\text{diff}(S,R),F}$	5,12	5,44	6,02	6,98	8,44	10,41	12,78	15,43
$\Delta_{\text{diff}(S',R),F}$	15,37	18,15	21,06	24,02	27,01	30,00	33,01	36,01

$\Delta_{\text{diff}}(\text{S}, \text{R}'), \text{F}$	5,63	6,34	7,49	9,15	11,28	13,78	16,51	19,37
$\Delta_{\text{diff}}(\text{S}, \text{R}), \text{H}$	5,30	5,77	6,57	7,85	9,63	11,86	14,43	17,19
$\Delta_{\text{diff}}(\text{S}', \text{R}), \text{H}$	15,38	18,17	21,08	24,04	27,02	30,02	33,02	36,03
$\Delta_{\text{diff}}(\text{S}, \text{R}'), \text{H}$	5,79	6,61	7,89	9,69	11,93	14,51	17,28	20,17
$A_{\text{dif}, \text{F}}$	4,26	4,61	5,47	6,27	7,78	9,78	12,18	14,84
$A_{\text{dif}, \text{H}}$	4,44	4,94	6,36	7,91	8,92	11,18	13,76	16,54

Tabelle 259: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter B SO

Ausbreitungsparameter B SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
10,00	4,42	3,44	4,41	3,43	0,70	0,99		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground}, \text{F}}$	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
$A_{\text{ground}, \text{H}}$	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
$\Delta_{\text{ground}, \text{F}}$	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground}, \text{H}}$	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00

Tabelle 260: Beispiel 21 - Ausbreitungsparameter B OR

Ausbreitungsparameter B OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
190,00	6,10	4,92	4,90	4,05	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground}, \text{F}}$	-0,90	-0,90	-0,64	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$A_{\text{ground}, \text{H}}$	-0,90	-0,90	-0,24	0,09	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{\text{ground}, \text{F}}$	-0,85	-0,82	-0,55	-0,71	-0,66	-0,62	-0,60	-0,58
$\Delta_{\text{ground}, \text{H}}$	-0,85	-0,82	-0,20	0,07	-0,70	-0,67	-0,66	-0,65

Immission

Tabelle 261: Beispiel 21 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	4,49	7,28	9,00	12,78	12,46	3,43	-4,81	-25,02	14,95
4,0 m	-6,47	-5,49	-1,40	-6,72	-12,69	-21,93	-34,46	-58,79	-5,65
Σ	4,82	7,51	9,37	12,83	12,47	3,45	-4,80	-25,02	15,0

Tabelle 262: Beispiel 21 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L_{day} [dB(A)]	15,0	13,9	1,1	15,0	0,0

22. Variation Hindernis

- ▶ Güterzug
- ▶ E-Lok
- ▶ 20 Waggon (Standard)
- ▶ 5 Waggon (Kesselwagen)
- ▶ 100 % Klotzbremsen
- ▶ Betonschwellen im Schotterbett
- ▶ Keine Brücke
- ▶ Kein Bahnübergang
- ▶ 100 km/h
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Ebenes Gelände
- ▶ Freie Ausbreitung über Grund: Gras (Typ E, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage
- ▶ **kurze Wand zwischen Schiene und Immissionsort**

Tabelle 263: Beispiel 22 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	
Hindernis								
X	Y	Z (rel)						
50	-5	10						
50	5	10						

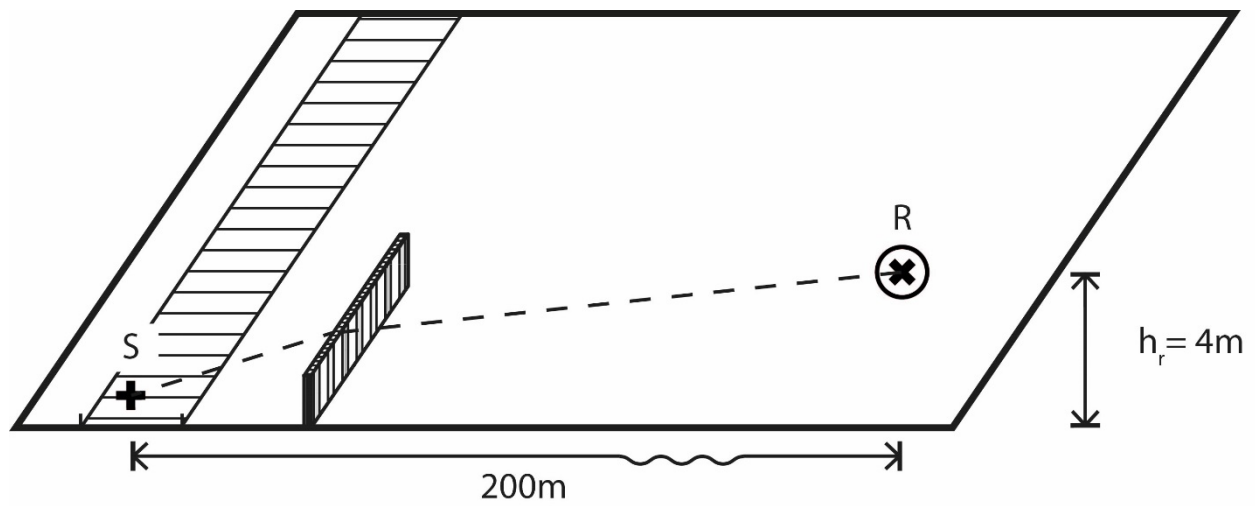


Abbildung 22: Darstellung Beispiel 22

Emission

Im Folgenden werden zunächst die Emissionsparameter und die dazugehörigen Zwischenergebnisse angegeben. Daran schließen sich die Ausbreitungsparameter und die sich daraus ergebenden Immissionspegel an. Da es keine Unterschiede zwischen den einzelnen Zeiträumen (Tag, Abend, Nacht) gibt, werden die Angaben nur einmalig angegeben. Die Auswirkungen der Richtung (ψ und ϕ) werden für diese Zwischenergebnisse mit Null besetzt.

Tabelle 264: Beispiel 22 - Emissionsparameter Lok I

Emissionsparameter Lok (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 265: Beispiel 22 - Emissionsparameter Lok II

Emissionsparameter Lok (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	87,90	90,80	91,60	94,60	94,80	96,80	104,00	100,80

Emissionsparameter <i>L_{ok}</i> (linear nach Terzbändern <i>f</i> [Hz])									
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	49,75	51,94	54,78	57,60	57,33	58,34	62,03	62,86
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	92,20	96,00	94,50	94,00	95,30	97,60	103,90	98,70
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	47,76	51,56	50,06	49,56	50,86	53,16	59,46	54,26
Höhe	<i>f</i>	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	L_{r,TOT,i}	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	L_{H,TR,i}	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	L_{H,VEH,i}	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{w,0,TR,i}	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	L_{w,0,VEH,i}	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	L_{w,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{w,0,CONST,i}	99,60	101,70	98,60	95,60	95,20	96,10	92,10	89,10
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	63,56	66,04	68,06	69,65	71,78	71,41	69,11	65,30
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	97,40	98,80	95,80	93,80	92,70	94,00	89,90	88,10
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	52,96	54,36	51,36	49,36	48,26	49,56	45,46	43,66
Höhe	<i>f</i>	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	L_{r,TOT,i}	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	L_{H,TR,i}	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	L_{H,VEH,i}	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	L_{H,VEHSUP,i}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L_{w,0,TR,i}	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	L_{w,0,VEH,i}	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	L_{w,0,VEHSUP,i}	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5 m	L_{w,0,CONST,i}	87,10	85,40	83,50	81,50	80,00	78,10	76,50	75,20
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	65,19	67,26	65,71	63,35	62,15	60,91	60,40	60,53
4,0 m	L_{w,0,CONST,i}	86,20	84,30	82,50	80,70	79,00	77,40	75,90	74,70
	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	41,76	39,86	38,06	36,26	34,56	32,96	31,46	30,26

Tabelle 266: Beispiel 22 - Emissionsparameter *L_{ok}* III

Emissionsparameter <i>L_{ok}</i> (nach Oktaven)									
Höhe	<i>f</i> [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	57,41	62,55	67,63	72,93	75,69	70,80	68,77	65,39
4,0 m	L_{w',eq,line,i(ψφ)}	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Tabelle 267: Beispiel 22 - Emissionsparameter Standard-Waggon I

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53
λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 268: Beispiel 22 - Emissionsparameter Standard-Waggon II

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	61,59	63,52	66,95	69,73	69,35	70,07	71,34	74,75
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	75,89	78,42	80,89	82,60	84,75	84,37	82,09	78,27
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	78,18	80,26	78,71	76,35	75,15	73,91	73,40	73,53
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 269: Beispiel 22 - Emissionsparameter Standard-Waggon III

Emissionsparameter <i>Standard-Waggon</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	69,37	74,50	79,15	85,73	88,66	83,79	81,77	78,39
4,0 m	$L_{W',eq,line,i}(\psi\phi)$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 270: Beispiel 22 - Emissionsparameter Kesselwagen I

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Wellenlänge λ [mm])								
λ	1000	800	630	500	400	315	250	200
$L_{r,VEH,i}$	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
$L_{r,TR,i}$	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	10,00	9,00	8,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$L_{R,TOT,i}$	11,54	11,54	11,54	11,54	11,54	10,67	9,82	9,01
λ	160	120	100	80	63	50	40	31,5
$L_{r,VEH,i}$	2,40	0,60	2,60	5,80	8,80	11,10	11,00	9,80
$L_{r,TR,i}$	7,00	6,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,00
$A_{3,i}$	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,60	-1,30	-2,20	-3,70
$L_{R,TOT,i}$	8,29	7,10	6,97	7,80	9,21	10,30	9,21	6,53

λ	25	20	16	12	10	8	6,3	5
$L_{r,VEH,i}$	7,50	5,10	3,00	1,30	0,20	-0,70	-1,20	-1,00
$L_{r,TR,i}$	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00
$A_{3,i}$	-5,80	-9,00	-11,50	-12,50	-12,00	-14,00	-15,00	-17,00
$L_{R,TOT,i}$	2,27	-3,13	-7,53	-10,08	-10,65	-13,58	-15,19	-17,21
λ	4	3,2	2,5	2	1,6	1,2	1	0,8
$L_{r,VEH,i}$	0,30	0,20	1,30	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
$L_{r,TR,i}$	-9,00	-10,00	-11,00	-12,00	-13,00	-14,00	-15,00	-15,00
$A_{3,i}$	-18,40	-19,50	-20,50	-21,50	-22,40	-23,50	-24,50	-25,40
$L_{R,TOT,i}$	-17,62	-18,90	-18,95	-18,27	-19,19	-20,32	-21,33	-22,23

Tabelle 271: Beispiel 22 - Emissionsparameter Kesselwagen II

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
Höhe	f	50	63	80	100	125	160	200	250
	$L_{r,TOT,i}$	11,54	11,54	11,07	10,25	9,44	8,59	7,79	7,05
	$L_{H,TR,i}$	50,90	57,80	66,50	76,80	80,90	83,30	85,80	90,00
	$L_{H,VEH,i}$	75,40	77,30	81,10	84,10	83,30	84,30	86,00	90,10
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	68,46	75,36	83,59	93,07	96,36	97,91	99,61	103,07
	$L_{W,0,VEH,i}$	92,96	94,86	98,19	100,37	98,76	98,91	99,81	103,17
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	17,56	17,56	17,09	16,27	15,46	14,61	13,81	13,07
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	55,57	57,50	60,93	63,71	63,33	64,05	65,32	68,73
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600
	$L_{r,TOT,i}$	7,44	8,65	9,81	9,75	7,91	4,84	0,36	-5,25
	$L_{H,TR,i}$	91,60	93,90	95,60	97,40	101,70	104,40	106,00	106,80
	$L_{H,VEH,i}$	89,80	89,00	88,80	90,40	92,40	94,90	100,40	104,60
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,06	108,57	111,43	113,17	115,63	115,26	112,38	107,57
	$L_{W,0,VEH,i}$	103,26	103,67	104,63	106,17	106,33	105,76	106,78	105,37
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	13,46	14,67	15,83	15,77	13,93	10,86	6,38	0,77
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	69,87	72,40	74,86	76,58	78,73	78,35	76,07	72,25
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i}(\psi\varphi)$	-	-	-	-	-	-	-	-
Höhe	f	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.350	8.000	10.000
	$L_{r,TOT,i}$	-8,51	-10,30	-11,98	-14,41	-16,11	-17,44	-18,35	-18,93
	$L_{H,TR,i}$	108,30	108,90	109,10	109,40	109,90	109,90	110,30	111,00
	$L_{H,VEH,i}$	109,60	114,90	115,00	115,00	115,50	115,60	116,00	116,70

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (linear nach Terzbändern f [Hz])									
	$L_{H,VEHSUP,i}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	$L_{W,0,TR,i}$	105,81	104,62	103,14	101,01	99,81	98,48	97,97	98,09
	$L_{W,0,VEH,i}$	107,11	110,62	109,04	106,61	105,41	104,18	103,67	103,79
	$L_{W,0,VEHSUP,i}$	-2,49	-4,28	-5,96	-8,39	-10,09	-11,42	-12,33	-12,91
0,5 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	72,16	74,24	72,69	70,33	69,13	67,89	67,38	67,51
4,0 m	$L_{W,0,CONST,i}$	-	-	-	-	-	-	-	-
	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 272: Beispiel 22 - Emissionsparameter Kesselwagen III

Emissionsparameter <i>Kesselwagen</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	63,35	68,48	73,13	79,71	82,64	77,77	75,75	72,37
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 273: Beispiel 22 - Emissionsparameter Zug

Emissionsparameter <i>gesamter Zug</i> (nach Oktaven)									
Höhe	f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
0,5 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	70,55	75,68	80,36	86,88	89,80	84,93	82,91	79,53
4,0 m	$L_{W',eq,line,i(\psi\phi)}$	54,84	56,23	61,30	56,96	52,85	46,81	41,30	36,48

Ausbreitung Quelle A (0,5 m)

Tabelle 274: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter A (Geometrie)

Ausbreitungsparameter A (Geometrie)								
	S	R	O	S'	R'		m_{SO}	0
X	0	200	50	0	150		b_{SO}	0
Y	0	0	0	0	0		m_{OR}	0
Z	0,5	4	10	-0,5	-4		b_{OR}	0

Tabelle 275: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter A

Ausbreitungsparameter A								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,03	57,02	0,91	1,09	1,74				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{diff(S,R),F}$	9,89	12,15	14,74	17,53	20,42	23,37	26,35	29,35
$\Delta_{diff(S',R),F}$	10,44	12,78	15,44	18,26	21,17	24,13	27,11	30,11
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	12,01	14,56	17,33	20,22	23,17	26,15	29,14	32,15
$\Delta_{diff(S,R),H}$	10,12	12,42	15,04	17,84	20,75	23,70	26,68	29,68
$\Delta_{diff(S',R),H}$	10,64	13,02	15,70	18,53	21,44	24,41	27,39	30,39

$\Delta_{\text{diff}(S,R'),H}$	12,14	14,70	17,48	20,37	23,32	26,30	29,30	32,30
$A_{\text{dif},F}$	9,89	12,15	14,74	17,53	20,42	23,37	25,00	25,00
$A_{\text{dif},H}$	10,12	12,42	15,04	17,84	20,75	23,70	25,00	25,00

Tabelle 276: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter A SO

Ausbreitungsparameter A SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
50,00	0,53	10,26	0,50	10,00	1,00	1,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 277: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter A OR

Ausbreitungsparameter A OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
150,00	11,21	4,25	10,00	4,00	1,00	1,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ausbreitung Quelle B (4,0 m)

Tabelle 278: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter B (Geometrie)

Ausbreitungsparameter B (Geometrie)								
	S	R	O	S'	R'		m_{SO}	0
X	0	200	50	0	150		b_{SO}	0
Y	0	0	0	0	0		m_{OR}	0
Z	4	4	10	-4	-4		b_{OR}	0

Tabelle 279: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter B

Ausbreitungsparameter B								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,00	57,02	0,41	1,81	1,06				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{\text{diff}(S,R),F}$	7,79	9,52	11,74	14,29	17,05	19,93	22,87	25,85
$\Delta_{\text{diff}(S',R),F}$	12,15	14,72	17,50	20,39	23,34	26,32	29,32	32,32

$\Delta_{\text{diff}}(S,R'),F$	10,35	12,68	15,32	18,14	21,05	24,01	26,99	29,99
$\Delta_{\text{diff}}(S,R),H$	8,16	10,02	12,32	14,94	17,73	20,63	23,58	26,57
$\Delta_{\text{diff}}(S',R),H$	12,29	14,87	17,66	20,56	23,51	26,49	29,49	32,49
$\Delta_{\text{diff}}(S,R'),H$	10,53	12,90	15,56	18,38	21,30	24,26	27,25	30,24
$A_{\text{dif},F}$	7,79	9,52	11,74	14,29	17,05	19,93	22,87	25,00
$A_{\text{dif},H}$	8,16	10,02	12,32	14,94	17,73	20,63	23,58	25,00

Tabelle 280: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter B SO

Ausbreitungsparameter B SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
50,00	4,04	10,15	4,00	10,00	1,00	1,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabelle 281: Beispiel 22 - Ausbreitungsparameter B OR

Ausbreitungsparameter B OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
150,00	11,21	4,25	10,00	4,00	1,00	1,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$A_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},F}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta_{\text{ground},H}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Immission

Tabelle 282: Beispiel 22 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
Höhe	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
0,5 m	3,62	6,43	8,39	11,94	11,62	2,60	-5,68	-25,89	14,12
4,0 m	-9,99	-10,40	-7,67	-14,74	-21,95	-32,08	-45,15	-68,95	-13,06
Σ	3,80	6,52	8,50	11,95	11,63	2,60	-5,68	-25,89	14,1

Tabelle 283: Beispiel 22 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	Schall03	Differenz CNOSSOS - Schall03	VBUSCH	Differenz CNOSSOS - VBUSCH
L_{day} [dB(A)]	14,1	19,4	-5,3	16,1	-2,0

9.3 Gewerbe

Die Typbezeichnungen in den Vergleichsaufgaben sind aus CNOSSOS-EU entnommen. Die Rechenbeispiele werden für CNOSSOS, ISO9613 und VBUI gerechnet und verglichen. Für die Emissionsbeispiele werden die Frequenzspektren mit angegeben.

Für alle Gewerbeberechnungen ergibt sich G_s aus dem Untergrund an der Quelle.

23. Basissituation Gewerbe (Emission)

- ▶ Quelle: Lüftungsanlage, tieffrequent
- ▶ Quellenhöhe 1 m
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ Abstand 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Grund: Gras (Typ B, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 284: Beispiel 23 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			$G=0,7$		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	1	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	

Tabelle 285: Beispiel 23 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear)									
f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_w [dB]	88	90	91	89	88	86	83	81	93,2

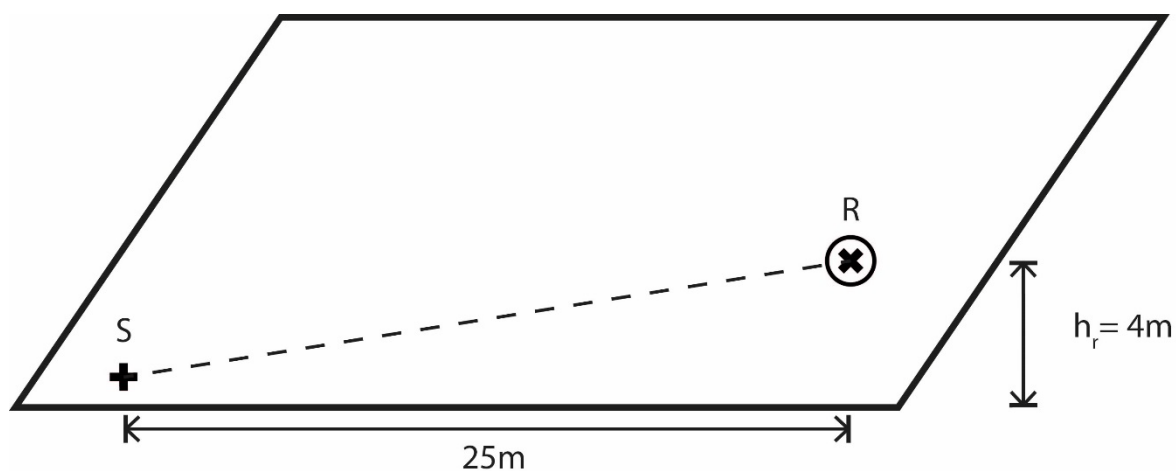


Abbildung 23: Darstellung Beispiel 23

Ausbreitung

Tabelle 286: Beispiel 23 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}		
25,18	25,00	0,70	0,70	1,00	4,00	39,02		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,95
A _{ground,F}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90

Immission

Tabelle 287: Beispiel 23 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	49,88	51,87	52,85	50,83	49,79	47,64	44,05	39,93	54,8

Tabelle 288: Beispiel 23 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	ISO 9613	Differenz CNOSSOS - ISO 9613	VBUI	Differenz CNOSSOS - VBUI
L _{day} [dB(A)]	54,8	54,0	0,8	54,0	0,8

24. Variation Schallquelle, Gewerbe (Emission)

- ▶ **Quelle: Sprachdurchsagen, hochfrequent**
- ▶ Quellenhöhe 1 m
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ Abstand 25 m
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Grund: Gras (Typ B, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 289: Beispiel 24 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	1	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	25	0	4	-50	-150	

Tabelle 290: Beispiel 24 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear)									
f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _D [dB]	82	84	85	85	86	87	86	86	93,2

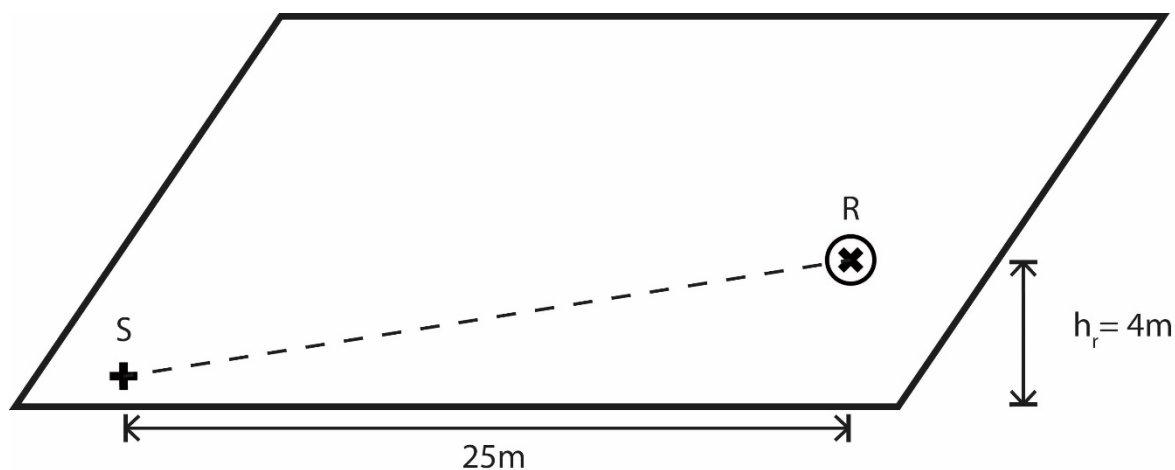


Abbildung 24: Darstellung Beispiel 24

Ausbreitung

Tabelle 291: Beispiel 24 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	z _s	z _r	A _{div}		
25,18	25,00	0,70	0,70	1,00	4,00	39,02		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,00	0,01	0,03	0,05	0,09	0,24	0,83	2,95
A _{ground,F}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90

Immission

Tabelle 292: Beispiel 24 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day} [dB]	43,88	45,87	46,85	46,83	47,79	48,64	47,05	44,93	54,4

Tabelle 293: Beispiel 24 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	ISO 9613	Differenz CNOSSOS - ISO 9613	VBUI	Differenz CNOSSOS - VBUI
L _{day} [dB(A)]	54,4	54,1	0,3	54,1	0,3

25. Variation Meteorologie / L_{DEN}

- ▶ Quelle: Lüftungsanlage, tieffrequent, Quellenhöhe 1 m, Freie Ausbreitung
- ▶ Quellenhöhe 1 m
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Grund: Gras (Typ B, $G=0,7$)
- ▶ **Berechnung von L_{DEN} mit $p_{day} = 50\%$, $p_{evening} = 75\%$, $p_{night} = 100\%$**

Tabelle 294: Beispiel 25 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			$G=0,7$		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	1	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	

Tabelle 295: Beispiel 25 - Emissionspegel

Immissionspegel (linear)									
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L_w [dB]	88	90	91	89	88	86	83	81	93,2

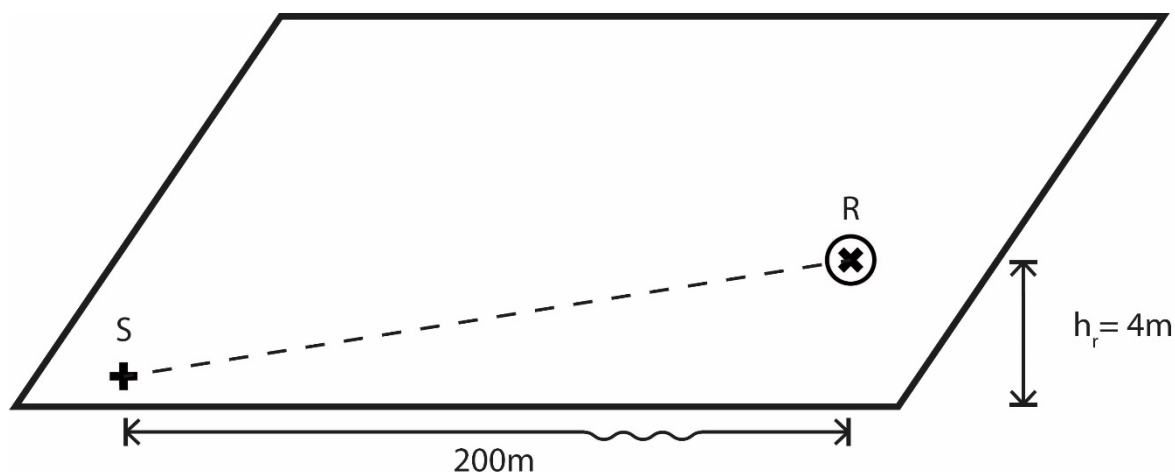


Abbildung 25: Darstellung Beispiel 25

Ausbreitung

Tabelle 296: Beispiel 25 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}		
200,02	200,00	0,70	0,70	1,00	4,00	57,02		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
A _{ground,F}	-1,35	-1,35	-1,35	0,40	-1,35	-1,35	-1,35	-1,35
A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	5,18	6,51	-0,90	-0,90	-0,90

Immission

Tabelle 297: Beispiel 25 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L _{day} [dB]	32,08	34,03	34,90	29,43	29,24	28,18	20,55	1,71	34,4	
L _{evening} [dB]	32,20	34,14	35,01	30,40	30,58	28,29	20,66	1,82	35,1	
L _{night} [dB]	32,30	34,25	35,12	31,19	31,60	28,40	20,77	1,93	35,6	

Tabelle 298: Beispiel 25 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	ISO 9613	Differenz CNOSSOS - ISO 9613	VBUI	Differenz CNOSSOS - VBUI
L _{day} [dB(A)]	34,4	33,7	0,7	33,7	0,7
L _{evening} [dB(A)]	35,1			33,7	1,4
L _{night} [dB(A)]	35,6	33,7	1,9	33,7	1,9

26. Variation Quellhöhe

- ▶ Quelle: Lüftungsanlage, tieffrequent
- ▶ **Quellhöhe 25 m**
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe 4 m
- ▶ Grund: Gras (Typ B, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 299: Beispiel 26 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	25	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	

Tabelle 300: Beispiel 26 - Emissionspegel

Immissionspegel (linear)									
f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _w [dB]	88	90	91	89	88	86	83	81	93,2

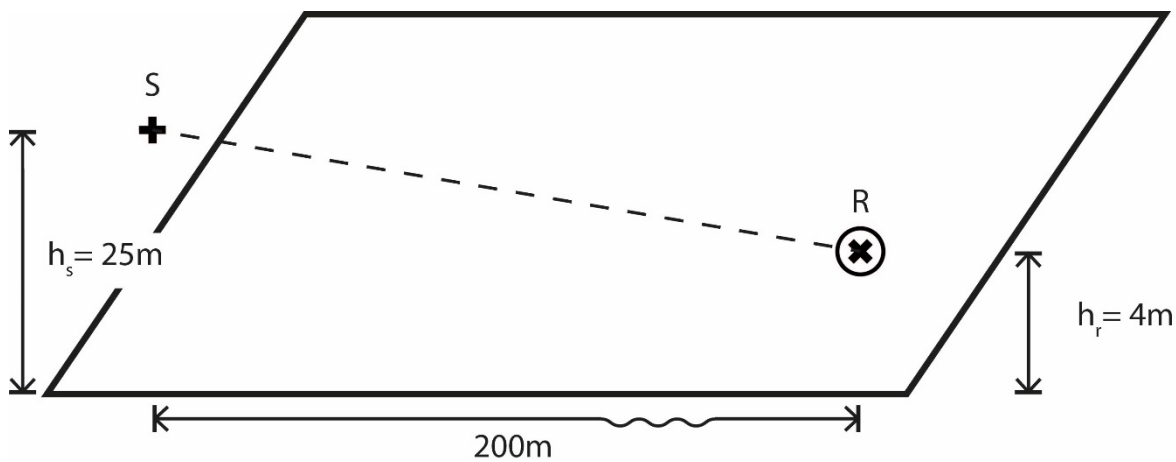


Abbildung 26: Darstellung Beispiel 26

Ausbreitung

Tabelle 301: Beispiel 26 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}		
201,10	200,00	0,70	0,70	25,00	4,00	57,068		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,74	1,94	6,60	23,53
A _{ground,F}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90

Immission

Tabelle 302: Beispiel 26 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L _{day} [dB]	31,81	33,75	34,62	32,44	31,10	27,89	20,24	1,30	35,5	

Tabelle 303: Beispiel 26 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	ISO 9613	Differenz CNOSSOS - ISO 9613	VBUI	Differenz CNOSSOS - VBUI
L _{day} [dB(A)]	35,5	35,3	0,2	35,3	0,2

27. Variation Hindernis 1

- ▶ Quelle: Lüftungsanlage, tieffrequent
- ▶ Quellenhöhe 1 m
- ▶ **Kurze Wand zwischen Emissions- und Immissionsort**
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Grund: Gras (Typ B, $G=0,7$)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 304: Beispiel 27 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	1	-50	-150	
250	-150	0	Hindernis			250	-150	
250	150	0	X	Y	Z (rel)	250	150	
-50	150	0	50	-5	10	-50	150	
-50	-150	0	50	5	10	-50	-150	
Immission								
X	Y	Z (rel)						
200	0	4						

Tabelle 305: Beispiel 27 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear)									
f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _w [dB]	88	90	91	89	88	86	83	81	93,2

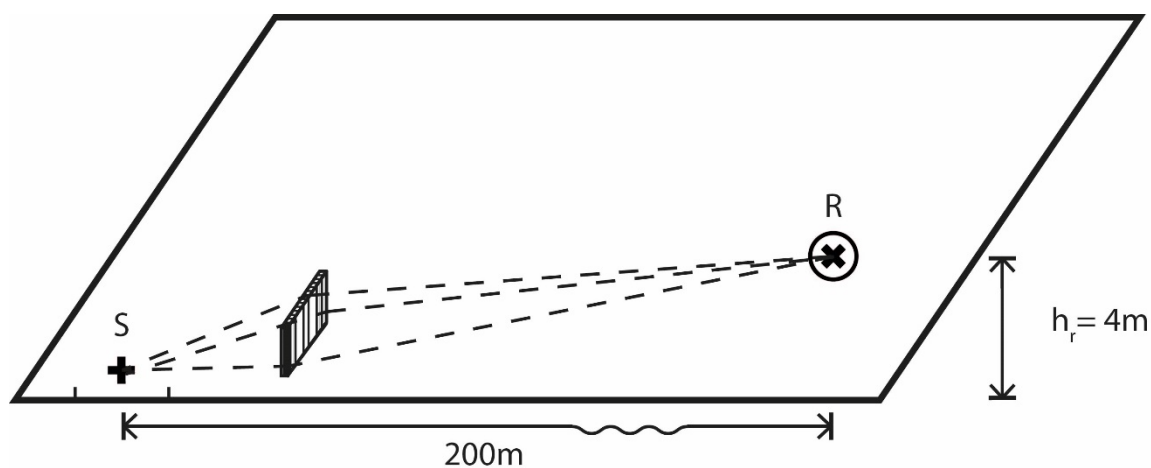


Abbildung 27: Darstellung Beispiel 27

Ausbreitung über Hindernis

Tabelle 306: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter über Hindernis (Geometrie)

Ausbreitungsparameter (Geometrie)							
	S	R	O	S'	R'	m _{SO}	0,000
X	0,00	200,00	50,00	0,00	200,00	b _{SO}	0,000
Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	m _{OR}	0,000
Z	1,00	4,00	10,00	-1,00	-4,00	b _{OR}	0,000

Tabelle 307: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter über Hindernis

Ausbreitungsparameter								
d	A _{div}	δ _{F(SR)}	δ _{F(S'R)}	δ _{F(SR')}				
200,02	57,02	0,83	1,18	1,32				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
Δ _{diff(S,R),F}	9,61	11,81	14,37	17,13	20,02	22,96	25,94	28,93
Δ _{diff(S',R),F}	10,70	13,09	15,76	18,60	21,52	24,48	27,47	30,47
Δ _{diff(S,R'),F}	11,07	13,51	16,22	19,07	22,00	24,96	27,95	30,95
Δ _{diff(S,R),H}	9,86	12,11	14,70	17,48	20,37	23,32	26,30	29,30
Δ _{diff(S',R),H}	10,89	13,31	16,01	18,85	21,77	24,74	27,73	30,73
Δ _{diff(S,R'),H}	11,25	13,71	16,43	19,29	22,22	25,20	28,19	31,19
A _{diff,F}	8,04	10,28	12,86	15,64	18,53	21,48	23,52	23,52
A _{diff,H}	8,28	10,56	13,17	15,97	18,87	21,82	23,50	23,50

Tabelle 308: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter über Hindernis SO

Ausbreitungsparameter SO								
d _p	Z _{s,F}	Z _{r,F}	Z _{s,H}	Z _{r,H} (Z _{0,s})	G _{path}	G' _{path}		
50,00	1,03	10,23	1,00	10,00	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{ground,F}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
A _{ground,H}	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
Δ _{ground,F}	-0,80	-0,78	-0,77	-0,77	-0,76	-0,76	-0,76	-0,76
Δ _{ground,H}	-0,80	-0,79	-0,78	-0,77	-0,77	-0,77	-0,77	-0,77

Tabelle 309: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter über Hindernis OR

Ausbreitungsparameter OR								
d _p	Z _{s,F}	Z _{r,F}	Z _{s,H} (Z _{0,r})	Z _{r,H}	G _{path}	G' _{path}		
150,00	11,21	4,25	10,00	4,00	0,70	0,70		

f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground,F}}$	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$A_{\text{ground,H}}$	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{\text{ground,F}}$	-0,77	-0,75	-0,73	-0,73	-0,72	-0,72	-0,72	-0,72
$\Delta_{\text{ground,H}}$	-0,77	-0,76	-0,74	-0,74	-0,73	-0,73	-0,73	-0,73

Ausbreitung seitliche Beugung

Tabelle 310: Beispiel 27 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear)						
linker Umweg				rechter Umweg		
S	R	O		S	R	O
0,00	200,00	50,00	X	0,00	200,00	50,00
0,00	0,00	5,00	Y	0,00	0,00	-5,00
1,00	4,00	1,75	Z	1,00	4,00	1,75

Tabelle 311: Beispiel 27 - Ausbreitungsparameter seitliche Beugung

Ausbreitungsparameter								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}	A_{div}	
200,33	1,40	6,81	1,00	4,00	0,70	0,70	57,04	
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,94	6,57	23,44
$A_{\text{ground,F}}$	-1,35	-1,35	-1,35	0,40	-1,35	-1,35	-1,35	-1,35
$A_{\text{ground,H}}$	-0,90	-0,90	-0,90	5,20	6,53	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{\text{ground,F}}$	6,92	8,33	10,26	12,61	15,25	18,06	20,97	23,93
$\Delta_{\text{ground,H}}$	7,38	8,97	11,07	13,53	16,25	19,10	22,03	25,00
$A_{\text{dif,F}}$	6,92	8,33	10,26	12,61	15,25	18,06	20,97	23,93
$A_{\text{dif,H}}$	7,38	8,97	11,07	13,53	16,25	19,10	22,03	25,00

Immission

Tabelle 312: Beispiel 27 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L_{day} über Wand	22,91	22,61	20,91	15,95	11,72	5,57	-4,10	-22,94	17,85	
L_{day} linker Umweg	25,37	25,90	24,84	18,56	16,33	10,32	-0,23	-22,05	21,62	
L_{day} Rechter Umweg	25,37	25,90	24,84	18,56	16,33	10,32	-0,23	-22,05	21,62	
$\sum L_{\text{day}}$	29,47	29,83	28,65	22,62	20,03	14,00	3,59	-17,56	25,5	

Tabelle 313: Beispiel 27 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	ISO 9613	Differenz	VBUI	Differenz
--	---------	----------	-----------	------	-----------

				CNOSSOS - ISO 9613		CNOSSOS - VBUI
L_{day}	[dB(A)]	25,5	23,7	1,8	22,2	3,3

28. Variation Quellhöhe und Untergrund

- ▶ Quelle: Lüftungsanlage, tieffrequent
- ▶ **Quellhöhe 25 m**
- ▶ Freie Ausbreitung
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ **Grund: 10 % Typ B (G=1), 80 % Wasser (Typ H, G=0), 10 % Typ B (G=1)**
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 314: Beispiel 28 - Geometrie

Höhenlinie			Emission					
X	Y	Z	X	Y	Z			
-50	-150	0	0	0	25			
250	-150	0						
250	150	0	Immission					
-50	150	0	X	Y	Z (rel)			
-50	-150	0	200	0	4			
G=1			G=0			G=1		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150		20	-150		180	-150	
20	-150		180	-150		250	-150	
20	150		180	150		250	150	
-50	150		20	150		180	150	
-50	-150		20	-150		180	-150	

Tabelle 315: Beispiel 28 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear)									
f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _w [dB]	88	90	91	89	88	86	83	81	93,2

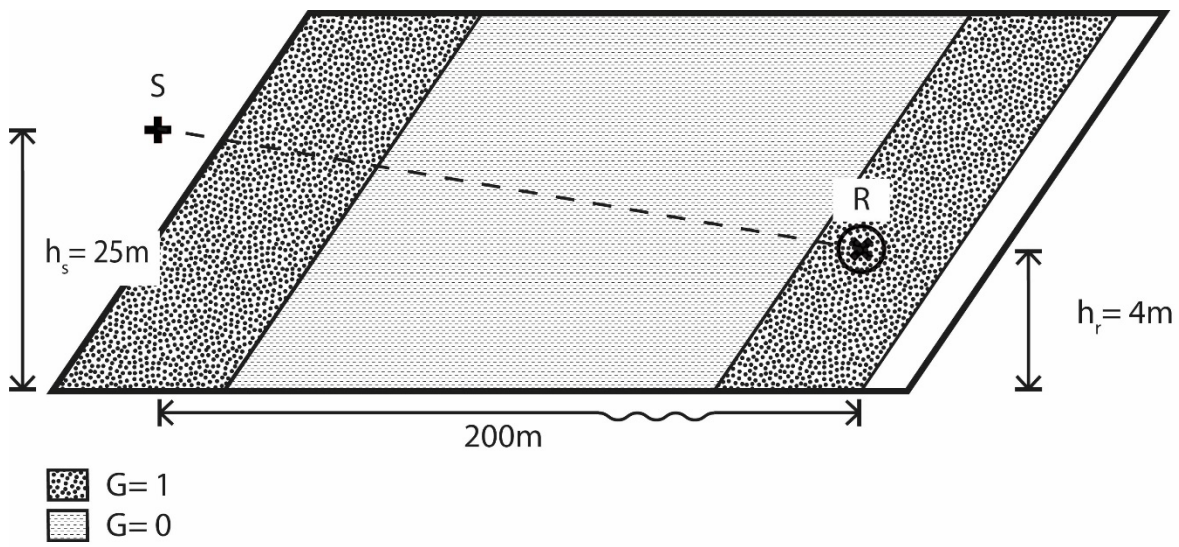


Abbildung 28: Darstellung Beispiel 28

Ausbreitung

Tabelle 316: Beispiel 28 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	d _p	G _{path}	G' _{path}	Z _s	Z _r	A _{div}		
201,10	200,00	0,20	0,82	25,00	4,00	57,07		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,74	1,94	6,60	23,53
A _{ground,F}	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55
A _{ground,H}	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55

Immission

Tabelle 317: Beispiel 28 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f	[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _{day}	[dB]	31,46	33,40	34,27	32,10	30,75	27,54	19,89	0,95	35,1

Tabelle 318: Beispiel 28 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	ISO 9613	Differenz CNOSSOS - ISO 9613	VBUI	Differenz CNOSSOS - VBUI
L _{day} [dB(A)]	35,1	37,0	-1,9	37,0	-1,9

29. Variation Hindernis 2

- ▶ Quelle: Lüftungsanlage, tieffrequent
- ▶ Quellenhöhe 1 m
- ▶ **Lärmschutzwand, 3 m nah an der Quelle**
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ **Grund: Asphalt (Typ G, G=0)**
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 319: Beispiel 29 - Geometrie

Höhenlinie			Emission			G=0		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	25	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	
Lärmschutzwand								
X	Y	Z (rel)						
1	-150	3						
1	150	3						

Tabelle 320: Beispiel 29 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear)									
f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _w [dB]	88	90	91	89	88	86	83	81	93,2

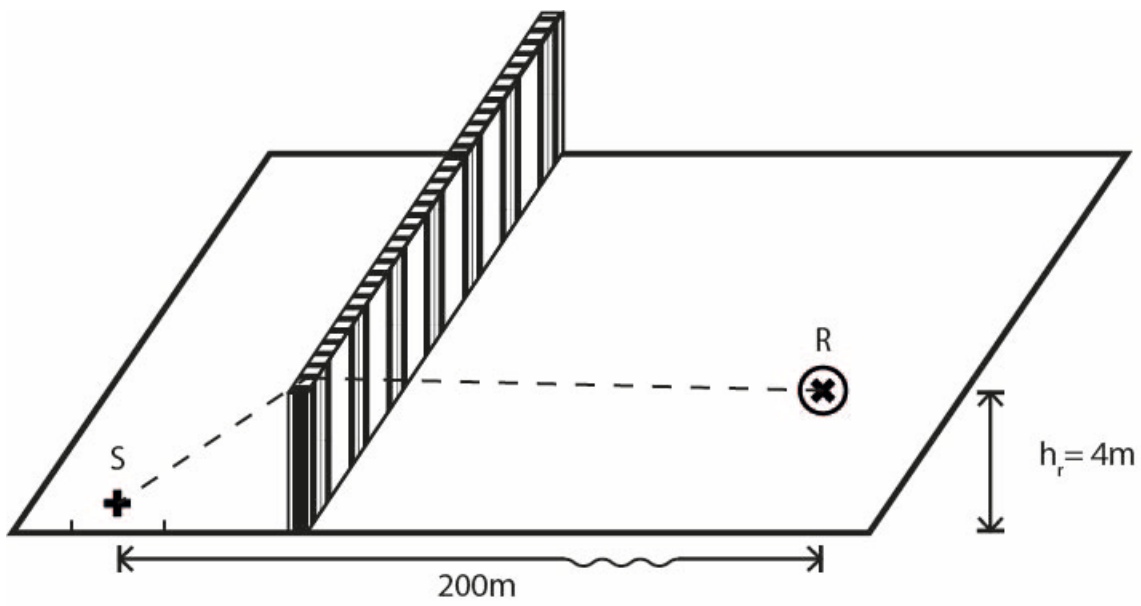


Abbildung 29: Darstellung Beispiel 29

Ausbreitung

Tabelle 321: Beispiel 29 - Ausbreitungsparameter (Geometrie)

Ausbreitungsparameter (Geometrie)							
	S	R	O	S'	R'	m _{so}	0,000
X	0	200	1	0,00	199,00	b _{so}	0,000
Y	0	0	0	0,00	0,00	m _{OR}	0,000
Z	1	4	3	-1,00	-4,00	b _{OR}	0,000

Tabelle 322: Beispiel 29 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	A _{div}	δ _{F(SR)}	δ _{F(S'R)}	δ _{F(SR')}				
200,02	57,02	1,21	3,06	1,30				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
Δ _{diff(S,R),F}	10,79	13,19	15,88	18,72	21,64	24,60	27,59	30,59
Δ _{diff(S',R),F}	14,10	16,81	19,69	22,63	25,60	28,59	31,59	34,60
Δ _{diff(S,R'),F}	11,00	13,43	16,14	18,99	21,91	24,88	27,87	30,87
Δ _{diff(S,R),H}	10,80	13,20	15,88	18,72	21,65	24,61	27,60	30,60
Δ _{diff(S',R),H}	14,10	16,82	19,69	22,63	25,60	28,60	31,60	34,60
Δ _{diff(S,R'),H}	11,01	13,44	16,14	18,99	21,92	24,89	27,88	30,88
A _{diff,F}	5,70	8,17	10,90	13,77	16,70	19,67	20,07	20,07
A _{diff,H}	5,85	9,41	13,26	16,47	17,50	19,68	20,07	20,07

Tabelle 323: Beispiel 29 - Ausbreitungsparameter SO

Ausbreitungsparameter SO								
d _p	Z _{s,F}	Z _{r,F}	Z _{s,H}	Z _{r,H} (Z _{o,s})	G _{path}	G' _{path}		
1,00	1,00	3,00	1,00	3,00	0,00	0,00		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{ground,F}	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00
A _{ground,H}	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00
Δ _{ground,F}	-2,16	-2,09	-2,05	-2,03	-2,02	-2,01	-2,01	-2,01
Δ _{ground,H}	-2,16	-2,09	-2,05	-2,03	-2,02	-2,01	-2,01	-2,01

Tabelle 324: Beispiel 29 - Ausbreitungsparameter OR

Ausbreitungsparameter OR								
d _p	Z _{s,F}	Z _{r,F}	Z _{s,H} (Z _{o,r})	Z _{r,H}	G _{path}	G' _{path}		
199,00	3,90	5,46	3,00	4,00	0,00	0,00		

f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground,F}}$	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00	-3,00
$A_{\text{ground,H}}$	-2,84	-1,74	-0,59	-0,24	-2,19	-3,00	-3,00	-3,00
$\Delta_{\text{ground,F}}$	-2,94	-2,93	-2,93	-2,92	-2,92	-2,92	-2,92	-2,92
$\Delta_{\text{ground,H}}$	-2,79	-1,70	-0,58	-0,23	-2,13	-2,92	-2,92	-2,92

Immission

Tabelle 325: Beispiel 29 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L_{day} [dB]	25,26	24,72	22,87	17,83	13,55	7,37	-0,65	-19,50	19,8	

Tabelle 326: Beispiel 29 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	ISO 9613	Differenz CNOSSOS - ISO 9613	VBUI	Differenz CNOSSOS - VBUI
L_{day} [dB(A)]	19,8	21,9	-2,1	20,4	-0,6

30. Variation Hindernistyp

- ▶ Quelle: Lüftungsanlage, tieffrequent
- ▶ Quellenhöhe 1 m
- ▶ **Gelände als Hindernis** (Lärmschutzwand statt Lärmschutzwand, in 8 m Abstand zur Quelle ist ein 5 m hoher Wall mit 45° abfallenden Flanken, als Gelände modelliert)
- ▶ **Abstand 200 m**
- ▶ Höhe Immission: 4 m
- ▶ Grund: Gras (Typ B, G=0,7)
- ▶ Meteorologie: 100 % günstige Bedingungen / Mitwind-Wetterlage

Tabelle 327: Beispiel 30 - Geometrie

Höhenlinie 1			Emission			G=0,7		
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
-50	-150	0	0	0	*	-50	-150	
250	-150	0				250	-150	
250	150	0	Immission			250	150	
-50	150	0	X	Y	Z (rel)	-50	150	
-50	-150	0	200	0	4	-50	-150	
Höhenlinie 2			Höhenlinie 3					
X	Y	Z	X	Y	Z			
3	-140	0	8	-130	5			
13	-140	0	8	130	5			
13	140	0						
3	140	0						
3	-140	0						

Tabelle 328: Beispiel 30 - Emissionspegel

Emissionspegel (linear)									
f[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
L _w [dB]	88	90	91	89	88	86	83	81	93,2

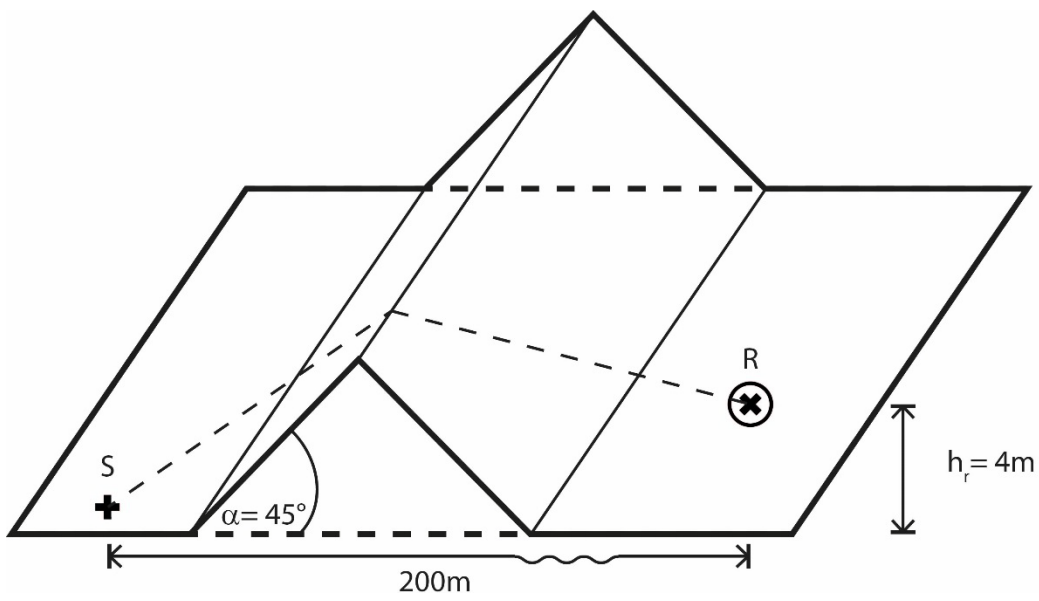


Abbildung 30: Darstellung Beispiel 30

Ausbreitung

Tabelle 329: Beispiel 30 - Ausbreitungsparameter (Geometrie)

Ausbreitungsparameter (Geometrie)							
	S	R	O	S'	R'		
X	0	200	8	2,02	199,98	m_{SO}	0,684
Y	0	0	0	0,00	0,00	b_{SO}	-1,172
Z	1	4	5	-1,96	-4,25	m_{OR}	-0,002
						b_{OR}	0,273

Tabelle 330: Beispiel 30 - Ausbreitungsparameter

Ausbreitungsparameter								
d	A_{div}	$\delta_{F(SR)}$	$\delta_{F(S'R)}$	$\delta_{F(SR')}$				
200,02	57,02	0,91	3,10	1,09				
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A_{atm}	0,02	0,08	0,21	0,39	0,73	1,93	6,56	23,40
$\Delta_{diff(S,R),F}$	9,89	12,14	14,73	17,52	20,41	23,36	26,34	29,34
$\Delta_{diff(S',R),F}$	14,14	16,86	19,74	22,68	25,65	28,65	31,65	34,65
$\Delta_{diff(S,R'),F}$	10,45	12,80	15,45	18,27	21,18	24,14	27,13	30,12
$\Delta_{diff(S,R),H}$	9,93	12,20	14,80	17,59	20,48	23,43	26,41	29,41
$\Delta_{diff(S',R),H}$	14,16	16,88	19,75	22,69	25,67	28,66	31,66	34,67
$\Delta_{diff(S,R'),H}$	10,49	12,84	15,50	18,32	21,24	24,20	27,18	30,18
$A_{dif,F}$	8,48	10,77	13,73	16,18	19,08	22,04	23,67	23,67
$A_{dif,H}$	8,52	10,82	14,11	17,38	19,15	22,10	23,67	23,67

Tabelle 331: Beispiel 30 - Ausbreitungsparameter SO

Ausbreitungsparameter SO								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H}$	$z_{r,H} (z_{o,s})$	G_{path}	G'_{path}		
8,86	1,82	0,60	1,79	0,58	0,70	0,70		
f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{ground,F}$	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$A_{ground,H}$	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{ground,F}$	-0,56	-0,53	-0,52	-0,51	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50
$\Delta_{ground,H}$	-0,56	-0,54	-0,52	-0,51	-0,51	-0,50	-0,50	-0,50

Tabelle 332: Beispiel 30 - Ausbreitungsparameter OR

Ausbreitungsparameter OR								
d_p	$z_{s,F}$	$z_{r,F}$	$z_{s,H} (z_{o,r})$	$z_{r,H}$	G_{path}	G'_{path}		
5,93	5,05	4,74	4,13	0,70	0,70	5,93		

f	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$A_{\text{ground,F}}$	-0,90	-0,90	-0,53	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$A_{\text{ground,H}}$	-0,90	-0,90	-0,18	0,33	-0,90	-0,90	-0,90	-0,90
$\Delta_{\text{ground,F}}$	-0,85	-0,84	-0,49	-0,83	-0,83	-0,83	-0,83	-0,83
$\Delta_{\text{ground,H}}$	-0,85	-0,84	-0,17	0,30	-0,83	-0,83	-0,83	-0,83

Immission

Tabelle 333: Beispiel 30 - Immissionspegel

Immissionspegel (linear & A-bewertet)										
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	
L_{day} [dB]	22,48	22,13	20,04	15,41	11,16	5,01	-4,26	-23,10	17,2	

Tabelle 334: Beispiel 30 - Vergleich der Berechnungsvorschriften

	CNOSSOS	ISO 9613	Differenz CNOSSOS - ISO 9613	VBUI	Differenz CNOSSOS - VBUI
L_{day} [dB(A)]	17,2	19,6	-2,4	19,6	-2,4

10 Komplexe Vergleichsaufgabe

10.1 Ergebnisse

Es wurden Vergleichsrechnungen zwischen CNOSSOS-EU und in Deutschland im Rahmen der Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie verwendeten Berechnungsvorschriften (VBUX) sowie national bestehenden Berechnungsvorschriften (RLS-90, Schall03, ISO9613) auf der Grundlage einer realen Stadt mit ca. 70.000 Einwohnern durchgeführt.

Die Vergleichsrechnungen wurden für die Quellen „Straßenverkehr“ (nach CNOSSOS, VBUS, RLS-90), „Schienenverkehr“ (nach CNOSSOS, VBUSch, Schall03) und „Industrie“ (nach CNOSSOS, VBUI, ISO 9613) in Form von Schallimmissionsrastern und Betroffenenuntersuchungen (VBEB) durchgeführt. Die Ergebnisse werden abschließend kurz analysiert.

Schallimmissionsraster

Die Ergebnisse der Schallimmissionsberechnungen sind in den Anlagen 1a-1f für den Straßenverkehr, 2a-2f für den Schienenverkehr und 3a-3f für die Gewerbebetrachtungen zusammengefasst.

Straße

Anlage 1a: Straßenverkehr CNOSSOS - DEN

Anlage 1b: Straßenverkehr CNOSSOS - Nacht

Anlage 1c: Straßenverkehr VBUS - DEN

Anlage 1d: Straßenverkehr VBUS - Nacht

Anlage 1e: Straßenverkehr RLS-90 - Tag

Anlage 1f: Straßenverkehr RLS-90 - Nacht

Schiene

Anlage 2a: Schienenverkehr CNOSSOS - DEN

Anlage 2b: Schienenverkehr CNOSSOS - Nacht

Anlage 2c: Schienenverkehr VBUSch - DEN

Anlage 2d: Schienenverkehr VBUSch - Nacht

Anlage 2e: Schienenverkehr Schall03 - Tag

Anlage 2f: Schienenverkehr Schall03 - Nacht

Gewerbe

Anlage 3a: Gewerbe CNOSSOS - DEN

Anlage 3b: Gewerbe CNOSSOS - Nacht

Anlage 3c: Gewerbe VBUSch - DEN

Anlage 3d: Gewerbe VBUSch - Nacht

Anlage 3e: Gewerbe ISO 9613 - Tag

Anlage 3f: Gewerbe ISO 9613 - Nacht

Betroffenenganalyse

Zusätzlich zu den Schallimmissionsrastern wurden Betroffenenzahlen nach VBEB für die untersuchten Berechnungsvorschriften ermittelt und ausgegeben. Die dabei ermittelten Betroffenenzahlen sind (ungerundet) den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 335: Betroffenenzahlen Straßenverkehr DEN

Vorschrift	Betroffene DEN nach Pegelklassen [dB(A)] (RLS-90 = Tag)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
RLS-90	10.414	5.473	3.252	1.312	174	2
VBUS	13.241	6.351	3.919	1.681	331	6
CNOSSOS	32.245	10.498	3.660	1.125	47	4

Tabelle 336: Betroffenenzahlen Straßenverkehr Night

Vorschrift	Betroffene Nacht nach Pegelklassen [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
RLS-90	7.254	4.251	2.034	450	39	0
VBUS	7.807	4.390	1.987	304	25	0
CNOSSOS	16.255	4.789	1.279	79	7	1

Tabelle 337: Betroffenenzahlen Schienenverkehr DEN

Vorschrift	Betroffene DEN nach Pegelklassen [dB(A)] (Schall03 = Tag)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
Schall03	4.009	1.156	460	288	140	30
VBUSCH	10.283	13.611	9.178	1.865	466	264
CNOSSOS	10.878	15.437	17.776	11.744	2.142	325

Tabelle 338: Betroffenenzahlen Schienenverkehr Night

Vorschrift	Betroffene Nacht nach Pegelklassen [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
Schall03	14.834	8.302	2.642	752	388	279
VBUSCH	10.853	13.586	7.603	1.293	414	185
CNOSSOS	11.986	15.791	17.548	10.071	1.443	232

Tabelle 339: Betroffenenzahlen Gewerbe DEN

Vorschrift	Betroffene DEN nach Pegelklassen [dB(A)] (ISO 9613 = Werktag)					
	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70 - 75	>75
ISO 9613	221	125	69	0	0	0
VBUI	674	274	122	115	1	0
CNOSSOS	988	674	57	12	0	0

Tabelle 340: Betroffenenzahlen Gewerbe Night

Vorschrift	Betroffene Nacht nach Pegelklassen [dB(A)]					
	>45 - 50	>50 - 55	>55 - 60	>60 - 65	>65 - 70	>70
ISO 9613	481	213	118	78	1	0
VBUI	481	213	118	78	1	0
CNOSSOS	921	504	35	6	0	0

Aus den zuvor benannten bzw. gezeigten nächtlichen Ergebnissen können kurz zusammengefasst folgende Ergebnisse abgeleitet werden:

Straßenverkehr: Die Belastetenzahlen zwischen den Berechnungen nach RLS-90 und VBUS sind erwartungsgemäß nahezu identisch. Die Berechnungsergebnisse für CNOSSOS zeigen gerade in den lauterer Bereichen zum Teil geringere Betroffenheiten, während sie in den unteren Bereichen erheblich höhere Betroffenheiten ausweisen.

Schienenverkehr: Die Berechnungsergebnisse zwischen den Vorschriften Schall03 und VBUSch sind tendenziell ähnlich. Die Schall03 ist in den unteren Bereichen lauter als die VBUSch, in den mittleren Bereichen dann wieder zum Teil deutlich leiser um dann in dem obersten Bereich wieder lauter zu werden. Die Berechnungsergebnisse für CNOSSOS zeigen gegenüber Schall03 und VBUSch deutlich höhere Betroffenheiten im mittleren Bereich. Lediglich in der höchsten Pegelklasse liegt die Betroffenheit zwischen Schall03 und VBUSch.

Gewerbe: Die Belastetenzahlen zwischen den Berechnungen nach ISO9613 und VBUI sind erwartungsgemäß identisch. Die Berechnungsergebnisse für CNOSSOS zeigen in den leiseren Bereichen zum Teil deutlich höhere Betroffenenzahlen, in den lauterer Bereichen hingegen deutlich geringere Betroffenenzahlen.

10.2 Vorgehensweisen bei der konkreten Implementierung zur Eisenbahn

Da besonders bei den Schienenverkehrsberechnungen deutliche Unterschiede bei den Belastetenzahlen zwischen CNOSSOS und den beiden anderen Berechnungsvorschriften ermittelt wurden, wird nachfolgend die Interpretation der Berechnungsvorgaben von CNOSSOS und die Umsetzung von „VBUSch-Daten“ in „CNOSSOS-Daten“ erläutert. Die Kapitel 10.3 und 10.4 gehören thematisch auch in Kapitel 11.

10.3 Rollgeräusche der Eisenbahn

Die Rollgeräusche eines Fahrzeugtyps werden aus den wellenlängenabhängigen Rauheitsgraden des Rades $L_{r,VEH,i}$ und der Schiene $L_{r,TR,i}$ (in der Tabelle G-1, Teil 2, fälschlicherweise mit $L_{r,VEH,i}$ bezeichnet) sowie einem Kontaktfilter $A_{3,i}$ bestimmt.

Die Tabellen G-1 (Rauheitsgrade) und G-2 (Kontaktfilter) sind für einen Wellenlängenbereich von 1.000 mm bis 0,8 mm angegeben. Im Textteil unter Ziffer 2.3.2 *Rad und Schienenrauheit* wird der für Rollgeräusche relevante Bereich auf 5 mm bis 500 mm eingeschränkt. Da hier von „hauptsächlich“ die Rede ist, wurde diese Einschränkung als Hinweis verstanden und nicht umgesetzt.

Der Radrauheitsgrad ist für drei Bremstypen (Laufflächenbremse aus Grauguss, Verbundstoffbremse und Scheibenbremse) angegeben, Schienenrauheitsgrad für zwei Indikatoren (gut instandgehalten und sehr eben sowie Netz im Durchschnitt, normal instandgehalten. Hier wurde stets von Netz im Durchschnitt ausgegangen.

Nach dem Abschnitt 2.3.2 *Definition* ist der Kontaktfilter abhängig vom Schienen- und Radtyp sowie der Ladung. In der Tabelle G-2 werden für den Kontaktfilter jedoch lediglich fünf verschiedene Kombinationen von Achslast und Raddurchmesser angegeben.

Die drei Größen Radrauheitsgrad, Schienenrauheitsgrad und Kontaktfilter werden mittels der Gleichung 2.3.7 zu einem Grad der effektiven Gesamtrauheit zusammengefasst. Auf die Berücksichtigung von stoßartigen Geräuschen mittels eines fiktiven Rauheitsgrades $L_{r,IMPACT,i}$ nach den Gleichungen 2.3.11 bzw. 2.3.12 wurde verzichtet.

Für die Umrechnung auf die zu berechnenden Terzen ist eine Transformation in den Frequenzraum erforderlich. Das geschieht mittels der Beziehung

$$f = \frac{v}{\lambda} \text{ [Hz]}$$

allerdings mit v in m/s (nicht wie angegeben km/h) und λ in m.

Die Zuordnung der Resultate der Transformation zu dem Terzspektrum 50 Hz bis 10 kHz ist leider unklar beschrieben:

„Üblicherweise müssen nach einer Konvertierung in das Frequenzspektrum mittels der Geschwindigkeit neue Terzbandwertebestimmt werden, indem der Mittelwert von zwei entsprechenden Terzbändern im Wellenlängenbereich gebildet wird. [...] Um das gesamte Frequenzspektrum der effektiven Rauheit entsprechend der zugehörigen Zuggeschwindigkeit zu bestimmen, ist der Mittelwert der beiden im Wellenlängenbereich definierten entsprechenden Terzbänder energetisch und proportional zu ermitteln.“

Dies wurde in der folgenden Form ungesetzt:

Sind f_m die Terzmittenfrequenz und f_n und f_{n+1} die aus der Transformation resultierenden nächstgelegenen (darüber und darunter) Frequenzen ($f_n \leq f_m \leq f_{n+1}$) mit den zugehörigen Werten $L_{R,TOT,n}$ und $L_{R,TOT,n+1}$, so wird der zur Terzmittenfrequenz gehörige Wert $L_{R,TOT,m}$ berechnet nach:

$$L_{R,TOT,m} = 10 * \lg \left(\frac{f_m - f_n}{f_{n+1} - f_n} * \left(* 10^{0,1 * L_{R,TOT,n}} + \frac{f_{n+1} - f_m}{f_{n+1} - f_n} * 10^{0,1 * L_{R,TOT,n+1}} \right) \right)$$

10.4 Auswahl der Emissionsparameter der Eisenbahn

In Anlage G sind Emissionsparameter für die Eisenbahn in Tabellen angegeben. Für die Berechnung war es erforderlich für die Tabellen jeweils Spalten auszuwählen. Für die Berechnung des Schienenverkehrs wurden dabei die im Folgenden genannten Spalten aus den Tabellen in Anlage G verwendet ([Zahlen] beziehen sich auf „CNOSSOS-EU_Rail_Input_Database_Tables_Final - 01April2014.xlsx“):

- ▶ Unterbau ($L_{H,TR,i}$): Monoblock-Schwelle auf mittlerer Unterlagsplatte [4]
- ▶ Transfer ($L_{H,VEH,i}$): Rad mit einem Durchmesser von 920 mm, keine Messung [3]
- ▶ Antrieb ($L_{W,0,idling}$): Elektrolokomotive [9],
Beispiel 15 abweichend Elektrotriebwagen [10]
- ▶ Bremsen ($L_{r,VEH,i}$): Laufflächenbremse aus Grauguss [3],
Beispiel 14 abweichend Verbundstoffbremse für Güterwaggon [4]
Beispiel 15 abweichend Scheibenbremsen [5]
- ▶ Schienenrauheit ($L_{r,TR,i}$): Netz im Durchschnitt [4]
- ▶ Kontaktfilter ($A_{3,i}$): Achslast 100 kN - Raddurchmesser 920 mm [7]

10.5 Emissionsdaten Schiene VBUSch zu CNOSSOS

VBUSCH

Tabelle 341: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Nord (Tag / Abend)

Strecke Nord (Tag / Abend)					
Zugart	DFz	Züge / h	Länge	v	p
ATZ	0 dB(A)	0,13	600 m	100 km/h	100 %
FGZ	0 dB(A)	0,06	400 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,38	600 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,13	500 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,75	600 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	1	700 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,19	600 m	120 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,5	700 m	120 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,63	700 m	100 km/h	0 %
SGZ	0 dB(A)	0,06	700 m	160 km/h	100 %
IC	0 dB(A)	1,25	260 m	200 km/h	100 %
IC	0 dB(A)	0,13	330 m	200 km/h	100 %
ICE	-3 dB(A)	0,75	210 m	200 km/h	100 %
ICE	-3 dB(A)	2,88	360 m	200 km/h	100 %
NZ	0 dB(A)	0,13	260 m	200 km/h	95 %
RB	0 dB(A)	1	150 m	140 km/h	60 %
RE	0 dB(A)	0,94	150 m	140 km/h	85 %

Tabelle 342: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Nord (Nacht)

Strecke Nord (Nacht)					
Zugart	DFz	Züge / h	Länge	v	p
FGZ	0 dB(A)	0,13	400 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,13	500 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,75	600 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,5	500 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	1,75	600 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,88	700 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,5	600 m	120 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,75	700 m	120 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,13	700 m	90 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,75	700 m	100 km/h	0 %
SGZ	0 dB(A)	0,88	700 m	160 km/h	100 %
IC	0 dB(A)	0,5	260 m	200 km/h	100 %
ICE	-3 dB(A)	0,25	360 m	200 km/h	100 %
NZ	0 dB(A)	0,25	340 m	200 km/h	95 %

RB	0 dB(A)	0,25	150 m	140 km/h	60 %
RE	0 dB(A)	0,63	150 m	140 km/h	85 %

Tabelle 343: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Südwest (Tag / Abend)

Strecke Südwest (Tag/Abend)					
Zugart	DFz	Züge / h	Länge	v	p
FGZ	0 dB(A)	0,19	700 m	120 km/h	0 %
IC	0 dB(A)	1,25	260 m	200 km/h	100 %
IC	0 dB(A)	0,13	330 m	200 km/h	100 %
ICE	-3 dB(A)	0,75	210 m	200 km/h	100 %
ICE	-3 dB(A)	2,88	360 m	200 km/h	100 %
NZ	0 dB(A)	0,13	260 m	160 km/h	95 %
RB	0 dB(A)	1	150 m	120 km/h	60 %
RE	0 dB(A)	0,88	150 m	140 km/h	85 %

Tabelle 344: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Südwest (Nacht)

Strecke Südwest (Nacht)					
Zugart	DFz	Züge / h	Länge	v	p
ATZ	0 dB(A)	0,25	600 m	100 km/h	100 %
FGZ	0 dB(A)	0,25	600 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,25	700 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,38	600 m	120 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,5	700 m	120 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,13	700 m	100 km/h	0 %
SGZ	0 dB(A)	0,5	700 m	160 km/h	100 %
IC	0 dB(A)	0,5	260 m	200 km/h	100 %
ICE	-3 dB(A)	0,25	360 m	200 km/h	100 %
NZ	0 dB(A)	0,25	340 m	200 km/h	95 %
RE	0 dB(A)	0,75	150 m	140 km/h	85 %
REET	-2 dB(A)	0,25	70 m	140 km/h	100 %

Tabelle 345: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Südost (Tag / Abend)

Strecke Südost (Tag/Abend)					
Zugart	DFz	Züge / h	Länge	v	p
FGZ	0 dB(A)	0,06	400 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,38	600 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,13	700 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,13	500 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,94	600 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,94	700 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,19	600 m	120 km/h	0 %

FGZ	0 dB(A)	0,25	700 m	120 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,06	400 m	90 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,06	600 m	90 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,06	700 m	90 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,56	700 m	100 km/h	0 %
SGZ	0 dB(A)	0,06	600 m	140 km/h	100 %
RE	0 dB(A)	2	150 m	120 km/h	85 %
S	-2 dB(A)	2	140 m	140 km/h	100 %

Tabelle 346: Emissionsdaten VBUSCH Strecke Südost (Nacht)

Strecke Südost (Nacht)					
Zugart	DFz	Züge / h	Länge	v	p
FGZ	0 dB(A)	0,13	400 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,13	500 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,5	600 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,13	700 m	90 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,5	500 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	1,25	600 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,38	700 m	100 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,25	600 m	120 km/h	0 %
FGZ	0 dB(A)	0,63	700 m	120 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,5	700 m	90 km/h	0 %
NGZ	0 dB(A)	0,63	700 m	100 km/h	0 %
SGZ	0 dB(A)	0,38	600 m	140 km/h	100 %
NZ/AZ	0 dB(A)	0,25	390 m	140 km/h	100 %
RE	0 dB(A)	0,25	150 m	120 km/h	85 %
S	-2 dB(A)	1	140 m	140 km/h	100 %

CNOSSOS

Tabelle 347: Emissionsdaten CNOSSOS Strecke Nord

Strecke Nord														
Zu- gart	v [km/h]	Züge / h			Name	Bemerkung	Anzahl		WR	TN	AN	CF	TF	SST
		T	A	N			Ach- sen	Fahr- zeu- ge						
FGZ	120	0,5	0,75	0,5	Schall0 3 13	E-Lok mit Graugiss- klotzbremsen (GG- Bremse)	4	1	3	9	0	7	3	0
					Schall0 3 18b	Güterwagen Grauguss Klotzbremse (GG- Bremse)	4	49	3	0	0	7	3	0
IC	200	1,25	0,5	1,25	Schall0 3 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall0 3 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	9	5	0	0	7	3	0
IC	200	0,12 5	0	0,12 5	Schall0 3 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall0 3 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	12	5	0	0	7	3	0
ICE	200	0,75	0	0,75	Schall0 3 9	HGV-Neigehzug ohne Radabsorber	4	8	5	10	0	7	3	0
ICE	200	2,87 5	0,25	2,87 5	Schall0 3 9	HGV-Neigehzug ohne Radabsorber	4	14	5	10	0	7	3	0
NZ	160	0,12 5	0	0,12 5	Schall0 3 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall0 3 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	9	5	0	0	7	3	0
RB	120	1	0,25	1	Schall0 3 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall0 3 16	Reisezugwagen mit Grauguss-Klotzbremse	4	2	3	0	0	7	3	0
					Schall0 3 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	3	5	0	0	7	3	0
RE	140	0,93 7	0,25	0,93 7	Schall0 3 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall0 3 16	Reisezugwagen mit Grauguss-Klotzbremse	4	1	3	0	0	7	3	0

Strecke Nord														
Zu-	v	Züge / h			Name	Bemerkung	Anzahl		W	R	A	N	S	E
					Schall03 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	4	5	0	0	7	3	0
ATZ	100	0,125	0	0,125	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall03 22b	Güterwage Wellenscheibenbremse	4	41	5	0	0	7	3	0
FGZ	100	3,25	5,5	3,25	Schall03 13	E-Lok mit Graugissklotzbremsen (GG-Bremse)	4	1	3	9	0	7	3	0
					Schall03 18b	Güterwagen Grauguss Klotzbremse (GG-Bremse)	4	41	3	0	0	7	3	0
SGZ	160	0,062	0,875	0,062	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall03 20b	Güterwagen Kunststoff-Klotzbremse (K-Bremse)	4	49	4	0	0	7	3	0
NZ	200	0	0	0	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall03 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	12	5	0	0	7	3	0
REET	140	0	0	0	Schall03 5	HGV-Triebzug Ein-Systemversion	4	3	5	10	0	7	3	0

Tabelle 348: Emissionsdaten CNOSSOS Strecke Südwest

Strecke Südwest														
Zu- gart	v [km/h]	Züge / h			Name	Bemerkung	Anzahl		WR	TN	AN	CF	TF	SST
		T	A	N			Ach- sen	Fahr- zeu- ge						
FGZ	120	0,18 7	0,5	0,18 7	Schall03 13	E-Lok mit Graugiss- klotzbremsen (GG- Bremse)	4	1	3	9	0	7	3	0
					Schall03 18b	Güterwagen Grauguss Klotzbremse (GG- Bremse)	4	49	3	0	0	7	3	0
IC	200	1,25	0,5	1,25	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall03	Reisezugwagen mit	4	9	5	0	0	7	3	0

Strecke Südwest															
Zu-	v	Züge / h			Name	Bemerkung	Anzahl		W	q	A	Z	U	F	S
					17	Wellenscheibenbremse									
IC	200	0,12 5	0	0,12 5	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0	
					Schall03 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	12	5	0	0	7	3	0	
ICE	200	0,75	0	0,75	Schall03 9	HGV-Neigehzug ohne Radabsorber	4	8	5	10	0	7	3	0	
ICE	200	2,87 5	0,2 5	2,87 5	Schall03 9	HGV-Neigehzug ohne Radabsorber	4	14	5	10	0	7	3	0	
NZ	160	0,12 5	0	0,12 5	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0	
					Schall03 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	9	5	0	0	7	3	0	
RB	120	1	0	1	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0	
					Schall03 16	Reisezugwagen mit Grauguss-Klotzbremse	4	2	3	0	0	7	3	0	
					Schall03 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	3	5	0	0	7	3	0	
RE	140	0,87 5	0,7 5	0,87 5	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0	
					Schall03 16	Reisezugwagen mit Grauguss-Klotzbremse	4	1	3	0	0	7	3	0	
					Schall03 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	4	5	0	0	7	3	0	
					SNCF BB6640 0	Diesel loc	4	1	3	3	3	6	6	3	
ATZ	100	0	0,2 5	0	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0	
					Schall03 22b	Güterwage Wellenscheibenbremse	4	41	5	0	0	7	3	0	
FGZ	100	0	1	0	Schall03 13	E-Lok mit Grauguss-klotzbremsen (GG-Bremse)	4	1	3	9	0	7	3	0	
					Schall03 18b	Güterwagen Grauguss Klotzbremse (GG-Bremse)	4	41	3	0	0	7	3	0	

Strecke Südwest														
Zu-	v	Züge / h			Name	Bemerkung	Anzahl		W	R	A	N	S	S
SGZ	160	0	0,5	0	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall03 20b	Güterwagen Kunststoff-Klotzbremse (K-Bremse)	4	49	4	0	0	7	3	0
NZ	200	0	0,25	0	Schall03 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbremsen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall03 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	12	5	0	0	7	3	0
REET	140	0	0,25	0	Schall03 5	HGV-Triebzug Ein-Systemversion	4	3	5	10	0	7	3	0

Tabelle 349: Emissionsdaten CNOSSOS Strecke Südost

Strecke Südost														
Zu- gart	v [km/h]	Züge / h			Name	Bemerkung	Anzahl		WR	TN	AN	CF	TF	SST
		T	A	N			Ach- sen	Fahr- zeu- ge						
FGZ	120	0,25	0,62 5	0,25	Schall0 3 13	E-Lok mit Graugiss- klotzbremsen (GG- Bremse)	4	1	3	9	0	7	3	0
					Schall0 3 18b	Güterwagen Grauguss Klotzbremse (GG- Bremse)	4	49	3	0	0	7	3	0
RE	120	2	0,25	2	Schall0 3 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall0 3 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	9	5	0	0	7	3	0
FGZ	100	3,5	4,27 5	3,5	Schall0 3 13	E-Lok mit Graugiss- klotzbremsen (GG- Bremse)	4	1	3	9	0	7	3	0
					Schall0 3 18b	Güterwagen Grauguss Klotzbremse (GG- Bremse)	4	41	3	0	0	7	3	0
SGZ	140	0,06 2	0,37 5	0,06 2	Schall0 3 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall0 3 20b	Güterwagen Kunststoff- Klotzbremse (K- Bremse)	4	41	4	0	0	7	3	0

NZ/AZ	140	0	0,25	0	Schall0 3 14	E-Lok mit Rad- oder Wellenscheibenbrem- sen	4	1	5	9	0	7	3	0
					Schall0 3 17	Reisezugwagen mit Wellenscheibenbremse	4	14	5	0	0	7	3	0
S	140	2	1	2	Schall0 3 25	Straßenbahn- Niederflurwagen	8	4	5	10	0	7	5	0

Erläuterungen der Datentabelle zu CNOSSOS

WR Rad Rauheit (Wheel roughness)

- 0 nicht berücksichtigt
- 1 Minimum
- 2 Maximum
- 3 Typ C
- 4 Typ K
- 5 Typ N

TN Fahrzeug Geräusch (Traction noise)

- 0 nicht berücksichtigt
- 1 Minimales Geräusch
- 2 Maximales Geräusch
- 3 Diesel locomotive (c. 800kW)
- 4 Diesel locomotive (c. 2200kW)
- 5 Diesel loc/RENFE Dloco/1155kW
- 6 Diesel loc/NS6400 Dloco/1180kW
- 7 Diesel loc/TKOJ JT42CWR/Class66/2200kW
- 8 Diesel multiple unit
- 9 Electric locomotive
- 10 Electric multiple unit

AN Aerodynamisches Geräusch (Aerodynamic noise)

- 0 nicht berücksichtigt
- 1 Min. Geräusch
- 2 Max. Geräusch
- 3 Geräusch bezogen auf 300 km/h

CF Kontaktfilter (Contact filter)

- 0 nicht berücksichtigt
- 1 Minimum

- 2 Maximum
- 3 50 kN, 360 mm
- 4 50 kN, 680 mm
- 5 25 kN, 920 mm
- 6 50 kN, 920 mm
- 7 100 kN, 920 mm

TF Übertragungsfunktion (Transferfunction)

- 0 nicht berücksichtigt
- 1 Minimum
- 2 Maximum
- 3 920 mm
- 4 840 mm
- 5 680 mm
- 6 1200 mm

SST Übertragungsfunktion Aufbau (Super Structure Transferfunction)

- 0 nicht berücksichtigt
- 1 Minimal
- 2 Maximal
- 3 Default

11 Fragestellungen und Anmerkungen aus der Beschreibung von CNOSSOS-EU

Während der Bearbeitung auffallende offene Fragestellungen, die sich aus der Berechnungsvorschrift CNOSSOS-EU ergeben, wurden dokumentiert und mit Lösungsvorschlägen versehen und in Form sogenannter Issue Logs, zur Klärung an das Umweltbundesamt geleitet. Die offenen Fragen (nur zu einem Teil geklärt, Stand redaktioneller Schluss) sind im Folgenden kurz beschrieben. Dabei ist auf Kapitelnummern der verwendeten CNOSSOS-EU-Version Bezug genommen worden.

11.1 Allgemeines

- ▶ Die Anforderung an die Genauigkeit der Eingangsdaten geht von einer maximalen Abweichung von 2 dB je Parameter aus. Die dort gewählte Formulierung *„die einer Unsicherheit von ± 2 dB(A) im Emissionspegel der Quelle entspricht (wobei alle anderen Parameter unverändert bleiben)“* weist darauf hin, dass diese Genauigkeit „je Parameter“ gefordert wird. Daraus könnten „Toleranzbereiche“ für die einzelnen Parameter ermittelt werden.
- ▶ Die Aufteilung von Linien- und Flächenquellen in Punktquellen ist nicht genau beschrieben. In Kapitel 2.5.3 heißt es: *„Die Mittel, mit denen dies [die Aufteilung in Punkte] erfolgt ist, gehören nicht zum Anwendungsbereich der aktuellen Methodik.“* Kapitel 2.4.1 äußert sich aber unter *„Anzahl und Position äquivalenter Schallquellen“* zu dem Thema. Dort werden zu Gewerbequellen aber nur allgemeine Hinweise gegeben. Die Aufteilung in Punktquellen ist jedoch oft entscheidend für die ermittelten Immissionspegel und sollte geregelt werden.
- ▶ Ausbreitung durch Öffnungen (wie Tordurchfahrten) ist nach diesem Verfahren nicht berechenbar, da die Berechnung unter einem Hindernis nicht vorgesehen ist.
- ▶ Der Satz *„Teilabdeckungen und Hindernisse mit einem Gefälle von mehr als 15° bezogen auf die Vertikale fallen nicht in den Anwendungsbereich dieses Berechnungsverfahrens“* in Kapitel 2.5.1 wirft mehrere Fragen auf:
 1. Was ist unter einer Teilabdeckung zu verstehen? Sind damit evtl. Schallquellen unter Hindernissen zu verstehen, wie sie durch abknickende Lärmschutzwände entstehen? Für diesen Fall wäre eine Möglichkeit zur Berechnung erforderlich um solche effektiven Lärmschutzmaßnahmen berechnen zu können.
 2. Was sind Hindernisse mit einem Gefälle von mehr als 15°? Sollten Lärmschutzwälle demnach keine Wirkung haben? Auf Seite 44 (Abschwächung durch Absorption) wird gesagt, dass Objekte mit $\geq 15^\circ$ „nicht betrachtet“ werden. (Hinweis: Hier ergibt sich eine andere Vorgehensweise bei genau 15°.)
 3. Wie geht man damit um, wenn solche Hindernisse existieren? Werden sie bei der Berechnung nicht beachtet (und lassen den Schall damit durch)? Oder wird an diesen Hindernissen evtl. nur keine Reflexion berechnet?
 4. Welche Vertikale ist hier gemeint? Ist diese im rechten Winkel zu horizontalen oder zur Ausgleichsebene zu bewerten?
- ▶ Die Berechnung der Emission von Straßenverkehr geht von einer Referenztemperatur von 20°C aus. Die Ausbreitung dagegen geht von 15°C aus.
Die Beispielrechnungen erfolgten bei 10°C.
- ▶ Kapitel 2.5.6 schreibt vor, dass für α_{atm} meteorologische Daten zu verwenden sind, wenn diese vorliegen. Das führt evtl. zu nicht einheitlichem Vorgehen.
Die Beispiele wurden mit pauschaler Meteorologie berechnet.

- ▶ Nach Formel 2.5.27 ist A der Schnittpunkt des Direktschallstrahls SR und der Verlängerung des Beugungshindernisses. Hier ist offen, ob das Hindernis nach seinem Winkel oder senkrecht zu verlängern ist. Und für die senkrechte Verlängerung stellt sich die Frage, ob absolut senkrecht, oder senkrecht zur Ausgleichsebene.
Im den Beispielen wurde jeweils absolut senkrecht verlängert.
- ▶ Die Berechnung der Formel 2.5.31 verweist auf das nicht existierende Kapitel VI.4.4.b.
- ▶ „Die Hindernisse, bei denen mindestens eine Dimension unter 0,5 m liegt, sind - ausgenommen bei speziellen Konfigurationen - bei der Berechnung von Reflexionen außer Acht zu lassen.“ Das dazu angeführte Beispiel (Fußnote) bezieht sich auf Hindernisse. Eine programmiertechnische Umsetzung benötigt eine klare Definition.
- ▶ G_s in Formel 2.5.14 ist für Straßen 0 und für Bahnstrecken mit Schotterbett 1. Damit bleibt für alle anderen Fälle unklar, welcher Wert zu verwenden ist. Hier sollte der Wert des Geländes an der jeweiligen Quelle verwendet werden. In den gemachten Beispielen wird die Verwendung von 1 für Bahnstrecken und 0 für Straßen auch bei Beugung verwendet. Zu diskutieren wäre aber, wie hier bei Teilabschnitten zu verfahren ist, die nicht an der Quelle beginnen.
- ▶ Die Berechnung von Γ (gamma) bei günstigen Ausbreitungsbedingungen nach Formel 2.5.24 muss getrennt für die Fälle SR, S'R und SR' (mit jeweils individuellem d) erfolgen.

11.2 Straßenverkehr

- ▶ Es wird davon ausgegangen, dass die Emissionen der einzelnen Klassen zu einer gemeinsamen Emissionslinie zusammengefasst werden.
- ▶ Die Emissionen werden gemäß Kapitel 2.1.1 in den Oktavbändern 63 Hz bis 8 kHz berechnet. Die abweichende Definition in Kapitel 2.2.1 (unter Formel 2.2.1) wird nicht umgesetzt, da diese der Aussage in Kapitel 2.1.1 widerspricht.
- ▶ Die Korrektur für die Lufttemperatur ist für die Fahrzeugklasse 4 nicht definiert und wurde daher für Klasse 4 nicht angewendet.
- ▶ Die Referenzgeschwindigkeit ist für alle Klassen 70 km/h (inkl. Klasse 4b).
- ▶ Zuschläge für Kreisverkehre und Verkehrsampeln lassen Fragen offen, wenn es um die Ermittlung der genauen Lage der Quelllinien geht.
- ▶ Die deutsche Besonderheit der nicht beschränkten Geschwindigkeit für Pkw auf Autobahnen ist nicht berechenbar. Hier ist eine Geschwindigkeit für „unbeschränkt“ festzulegen.

11.3 Schienenverkehr

- ▶ Die Klassifikationen gemäß Tabelle 2.3.a und 2.3.b führen dazu, dass unterschiedlich zu behandelnde Fahrzeuge zusammengefasst werden. Sie ist daher nicht anwendbar.
- ▶ Die Geschwindigkeit v wird für Schienenverkehr (anders als beim Straßenverkehr) in m/s angegeben, nicht wie beschrieben in km/h.
- ▶ Die Anmerkungen in Kapitel 2.3.2 zu Rad- und Schienenrauheit nennen einen Wellenlängenbereich von „hauptsächlich“ 5 - 500 mm. Die Tabellen G-1, G-2 und G-4 gehen von 0,8 mm bis 1000 mm. Ab 180 km/h (50 m/s) überschreitet die untere Grenze von 1000 mm 50 Hz, so dass für 50 Hz kein korrekter Wert mehr ermittelt werden kann. In diesem Fall wurde der jeweils unterste, berechenbare Wert (für 1000 mm) für die Ermittlung von $L_{R,TOT,i}$ verwendet. Bei Unterschreitung von 29 km/h würde ein vergleichbares Problem bei 10 kHz bestehen,

wenn nicht für diese Berechnung mindestens 50 km/h (bzw. 30 km/h für Straßen- und Stadtbahnen) anzusetzen wären.

- ▶ In Formel 2.3.2 wird laut Issue Log die Geschwindigkeit in m/s eingegeben. Sowohl die Berechnung für Straßenverkehr, als auch gewerblicher Verkehr nach Kapitel 2.4.1 verwendet äquivalente Formeln, in die jedoch v jeweils in km/h eingeht. Vermutlich ist hier jedoch eine einheitliche Vorgehensweise zu verwenden.
- ▶ Es ist noch unklar, wann und wofür stoßartige Geräusche anzusetzen sind.
Anmerkung dazu: Für stoßartige Geräusche steht in CNOSSOS: *„Die Anwendbarkeit dieser Schallleistungsspektren ist in der Regel vor Ort zu überprüfen.“* Wenn man das mit dem folgenden Absatz zum Kurvenkreischen vergleicht kann man das so verstehen, dass man sich vor Ort lediglich überzeugt, dass stoßartige Geräusche wirklich auftreten.
- ▶ Zwischen 200 km/h und 250 km/h können aerodynamische Geräusche *„in Abhängigkeit von der Fahrzeugkonstruktion in einigen Fällen unberücksichtigt bleiben.“* Unklar ist, für welche Fahrzeuge (Fahrzeugkonstruktionen) das gilt. In Beispiel 15 wurden die aerodynamischen Geräusche berechnet.
- ▶ Die untere Quellhöhe von 0,5 m verhindert die Berechenbarkeit von Niedrigschallschutzwänden.

Weiterführende Erläuterungen zur Vorgehensweisen bei der konkreten Implementierung zur Eisenbahn sind Kapitel 10.2 zu entnehmen.

11.4 Gewerbe

- ▶ T_0 in Formel 2.4.1 ist nicht definiert.
- ▶ Diese Vorschrift ist laut Kapitel 2.5.1 (Seite 28 oben) nicht geeignet die Ausbreitung von impuls- oder tonhaltigen, gewerblichen Geräuschen zu berechnen.

12 Anpassung der nationalen Bewertungsverfahren

In diesem Kapitel werden die Vorgehensweisen bei der Berechnung nach CNOSSOS mit den nationalen Rechenvorschriften verglichen. Dazu werden die einzelnen Quellenarten aufgrund unterschiedlicher nationaler Berechnungsvorschriften einzeln betrachtet.

Die Schallausbreitung nach CNOSSOS wird im Folgenden den Vorgehensweisen bei den nationalen Rechenvorschriften gegenübergestellt.

12.1 Allgemeines

Die Berechnung nach CNOSSOS erfolgt getrennt für die Zeiträume Tag, Abend und Nacht. Die nationalen Normen ermitteln dagegen keinen getrennten Schallpegel für den Abend. Die entsprechenden Anpassungen sind in den Vorläufigen Berechnungsvorschriften für die Lärmkartierung bereits umgesetzt und auch bei einer Anpassung an CNOSSOS erforderlich.

In Bezug auf Schallreflexionen höherer Ordnung macht CNOSSOS keine Vorgaben, wann mehr als die erste Reflexion zu berechnen ist. *Eine Anpassung der nationalen Vorschriften ist in Bezug auf die Reflexionsordnung daher nicht erforderlich.*

12.2 Straßenverkehr

Im Folgenden werden wesentliche Unterschiede zwischen der Berechnung zwischen CNOSSOS und RLS-90 betrachtet und Aussagen zur Anpassung den RLS-90 getroffen.

Die Schallquelle wird in CNOSSOS in acht Oktaven bestimmt. Die RLS-90 geht dagegen von A-bewerteten Emissionspegeln aus.

Zur Anpassung ist eine Emissionsermittlung in Oktaven erforderlich.

Die Schallausbreitung erfolgt in CNOSSOS in Oktaven. Die RLS-90 berechnet dagegen nur eine A-bewertete Schallausbreitung.

Die Ausbreitungsberechnung ist auf die Berechnung in Oktaven umzustellen.

Hinweis: Die Ausbreitungsberechnung nach CNOSSOS für Straßenverkehr erfolgt abweichend von den sonstigen Betrachtungen nur in sechs Oktaven (125 Hz - 4 kHz). Dies dürfte als fehlerhaft zu betrachten sein und es sollte abweichend mit allen acht Oktaven gerechnet werden.

Die Ausbreitungsberechnung nach CNOSSOS erfolgt (anders als in den RLS-90) zusätzlich zur vertikalen Ebene optional auch durch zwei zusätzliche Ausbreitungswege in der lateralen Ausbreitungsebene.

Dieser seitliche Umweg ist optional. Eine Anpassung ist daher nicht erforderlich.

CNOSSOS ermittelt die Emission für 5 Fahrzeugklassen. Nach RLS-90 werden lediglich Lkw und Pkw unterschieden.

Leichte und schwere Lkw sind für die Anpassung zu unterscheiden. Zweirädrige Kraftfahrzeuge sind ebenfalls getrennt zu erfassen und in der Emissionsberechnung zu bewerten.

Die Quellhöhe ist nach CNOSSOS 0,05 m. In den RLS-90 werden dagegen 0,5 m angesetzt.

Die Quellhöhe ist auf 0,05 m zu ändern.

Die geringste Geschwindigkeit ist bei CNOSSOS 20 km/h. Die RLS-90 rechnen mit mindestens 30 km/h.

Die unterste Geschwindigkeit ist auf 20 km/h zu senken und die Berechnung darauf abzustimmen.

Die Ermittlung der Schallpegel erfolgt in CNOSSOS getrennt nach Antrieb und Reifen. Die Fahrbahnoberfläche wirkt sich nur auf das Reifengeräusch aus. Die RLS-90 trennt dies nicht und vergibt einen Zuschlag auf das Gesamtgeräusch.

Die Berechnung von Reifen- / Fahrbahngeräusch und Antriebsgeräusch muss getrennt erfolgen und der Zuschlag für das Fahrbahngeräusch nur auf das Reifengeräusch vergeben werden. Dies muss nach den erweiterten Fahrzeugkategorien getrennt erfolgen.

In CNOSSOS werden Zuschläge nicht nur Ampeln sondern auch für Kreisverkehre vergeben.
Zuschläge für Kreisverkehre sind einzuführen.

Die Berechnung in CNOSSOS erfolgt anhängig von durchschnittlicher Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Temperatur und Luftfeuchtigkeitsabhängigkeit einführen könnte erforderlich sein. Es kann aber genügen von in Deutschland einheitlichen Werten auszugehen.

Der Einfluss von Steigung und Gefälle beginnt in CNOSSOS bei geringeren Winkeln und ist richtungsabhängig.

Die Steigungszuschläge sind richtungsabhängig neu zu fassen.

Von Asphaltbeton deutlich abweichende Straßenoberflächen führen in CNOSSOS zu von den RLS-90 abweichenden Beurteilungen der Auswirkungen auf den Schallpegel.

Die Bewertung der Auswirkung unterschiedlicher Straßenoberflächen ist anzugleichen.

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt in CNOSSOS einheitlich für Straßen, Schienen und Gewerbe.

Eine Berechnungsvorschrift für die Schallausbreitung aller drei Schallquellenarten mit einer einheitlichen Ausbreitungsberechnung ist erforderlich. Sinnvoller wäre eine gemeinsame Vorschrift inklusive der Schallquellen.

Die Ausbreitungsberechnung in CNOSSOS erfolgt für homogene und günstige Ausbreitungsbedingungen getrennt. Auf Basis statistischer Daten wird dann eine mittlere Verteilung beider Ausbreitungsvarianten bewertet. Nach RLS-90 erfolgt nur eine homogene Ausbreitung.

Die zusätzliche Berechnung einer Schallausbreitung unter günstigen Bedingungen ist in die Berechnungsvorschrift einzuführen.

Der Einfluss des Bodens auf die Schallausbreitung basiert bei CNOSSOS auf der Absorption des Untergrundes. Die RLS-90 unterscheidet den Untergrund nicht.

Die Auswirkung des Untergrundes auf die Schallausbreitung ist einzuführen.

Die Schallausbreitung nach RLS-90 zeigt im quellennahen Bereich etwas höhere Schallpegel als CNOSSOS berechnet. In größeren Entfernungen kehrt sich dies um und CNOSSOS berechnet die höheren Schallpegel.

12.3 Schienenverkehr

Im Folgenden werden wesentliche Unterschiede zwischen der Berechnung zwischen CNOSSOS und Schall03 betrachtet und Aussagen zur Anpassung den Schall03 getroffen.

Die Ausbreitungsberechnung nach CNOSSOS erfolgt (anders als in den Schall03) zusätzlich zur vertikalen Ebene optional auch durch zwei zusätzliche Ausbreitungswege in der lateralen Ausbreitungsebene.

Dieser seitliche Umweg ist optional. Eine Anpassung ist daher nicht erforderlich.

Die Quellhöhen sind nach CNOSSOS 0,5 m und 4,0 m. In den Schall03 werden dagegen 0 m, 4 m und 5 m angesetzt.

Die Quellhöhen sind entsprechend anzupassen.

Die Berechnung in CNOSSOS erfolgt anhängig von durchschnittlicher Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Temperatur und Luftfeuchtigkeitsabhängigkeit einführen könnte erforderlich sein. Es kann aber genügen von in Deutschland einheitlichen Werten auszugehen.

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt in CNOSSOS einheitlich für Straßen, Schienen und Gewerbe. *Eine Berechnungsvorschrift für die Schallausbreitung aller drei Schallquellenarten mit einer einheitlichen Ausbreitungsberechnung ist erforderlich. Sinnvoller wäre eine gemeinsame Vorschrift inklusive der Schallquellen.*

Die Ausbreitungsberechnung in CNOSSOS erfolgt für homogene und günstige Ausbreitungsbedingungen getrennt. Auf Basis statistischer Daten wird dann eine mittlere Verteilung beider Ausbreitungsvarianten bewertet. Nach Schall03 erfolgt nur eine homogene Ausbreitung.

Die zusätzliche Berechnung einer Schallausbreitung unter günstigen Bedingungen ist in die Berechnungsvorschrift einzuführen.

Der Einfluss des Bodens auf die Schallausbreitung basiert bei CNOSSOS auf der Absorption des Untergrundes. Die Schall03 bewertet hier ausschließlich Wasserflächen.

Die Auswirkung des Untergrundes auf die Schallausbreitung ist zu erweitern.

Die Emissionspegel des Schienenverkehrs bei CNOSSOS sind im Gegensatz zur Schall03 richtungsabhängig. Darüber hinaus weichen die berechneten Einflüsse des Bahnkörpers (Schieneneinbettung, Brücken usw.) deutlich voneinander ab.

Die Emissionsberechnung ist zu überarbeiten.

Die Schall03 setzt für Kreischen bei Kurvenradien zwischen 300 m und 500 m einen (Ton-) Zuschlag von 3 dB an. Nach CNOSSOS sind entweder 5 dB zu verwenden, oder detaillierte, spektrale Betrachtungen je Waggontyp durchzuführen. Maßnahmen gegen Kreischen sind in CNOSSOS nicht vorgesehen.

Es ist zu überprüfen, ob hier ebenfalls 5 dB zu verwenden sind.

Die Schall03 erfasst die Wirkung verschiedener Maßnahmen spektral (z.B. Schienenstegdämpfer), die nach CNOSSOS nicht oder nur als konstanter Wert über alle Frequenzen erfasst werden.

Maßnahmen zur Lärminderung an der Quelle und deren Wirkungen sind in Hinblick auf die Verwendbarkeit und Wirkung zu Überprüfen und ggfs. anzupassen.

Im Vergleich der Berechnungsergebnisse für eine reale Strecke zeigt sich, dass die nach CNOSSOS berechneten Schallpegel deutlich höher liegen als die Schall03 berechnet. Der grundsätzlich andere Ansatz die Frequenzzusammensetzung der Schallquelle auf Basis der Geschwindigkeit zu ermitteln lässt eine Anpassung der Schall03 nicht ohne erhebliche Änderungen möglich erscheinen.

12.4 Gewerbe

Die Berechnung nach ISO 9613 für Gewerbeflächen erfolgt ähnlich wie nach CNOSSOS in Oktaven. Auch die Betrachtung von seitlichem Umweg und die Erfassung von Witterung und Untergrund sind, anders als bei RLS-90 und Schall03, in der ISO 9613 enthalten. Darüber hinaus ist bei der Berechnung nach ISO 9613 die Ermittlung der Emissionspegel nicht Bestandteil der Berechnung. Daher ist eine Angleichung mit geringeren Änderungen verbunden.

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt in CNOSSOS einheitlich für Straßen, Schienen und Gewerbe.

Eine Berechnungsvorschrift für die Schallausbreitung aller drei Schallquellenarten mit einer einheitlichen Ausbreitungsberechnung ist erforderlich. Sinnvoller wäre eine gemeinsame Vorschrift inklusive der Schallquellen.

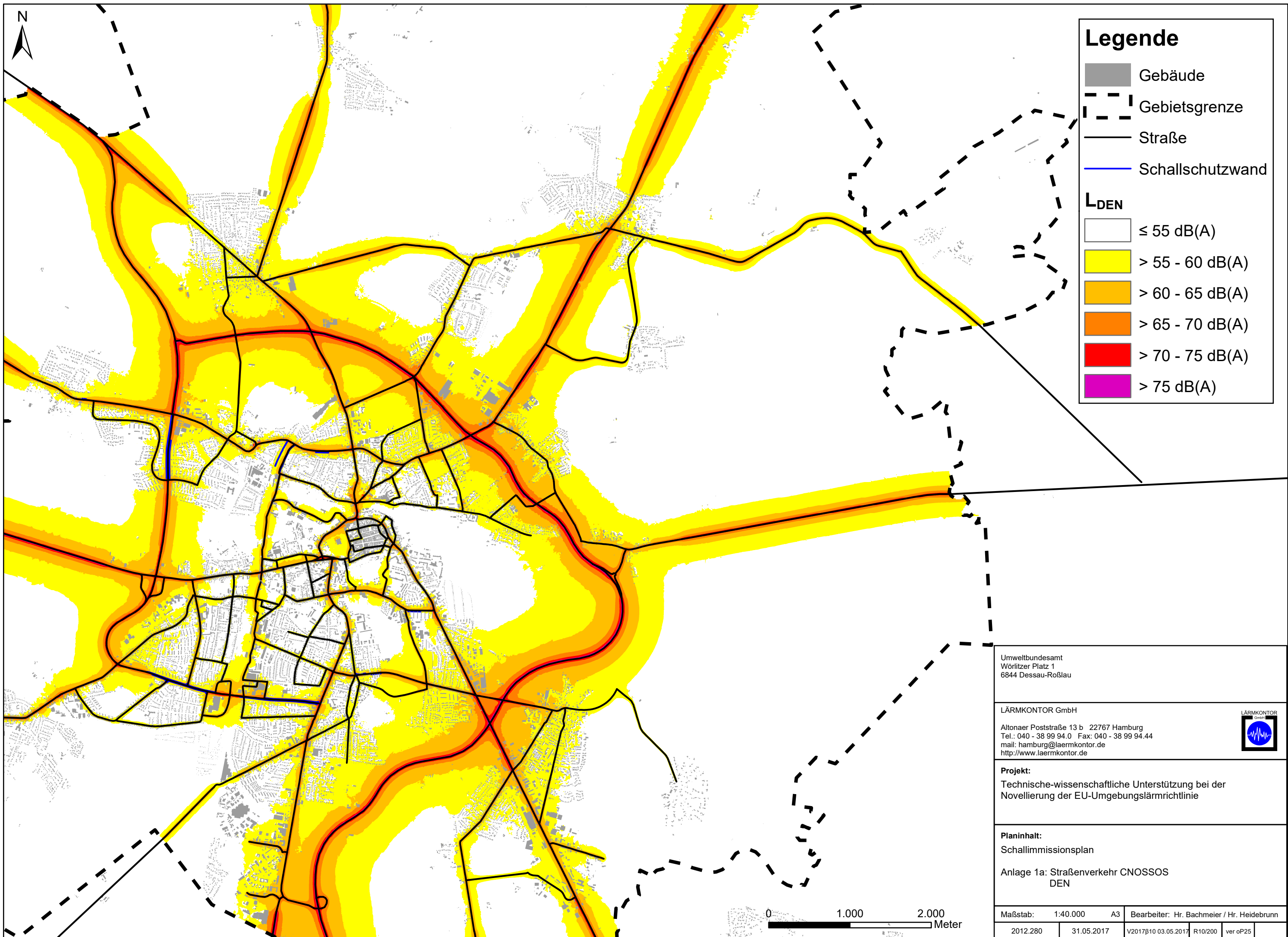
Die Ausbreitungsberechnung in CNOSSOS erfolgt für homogene und günstige Ausbreitungsbedingungen getrennt. Auf Basis statistischer Daten wird dann eine mittlere Verteilung beider Ausbreitungsvarianten bewertet. Nach RLS-90 erfolgt nur eine homogene Ausbreitung.

Die zusätzliche Berechnung einer Schallausbreitung unter günstigen Bedingungen ist in die Berechnungsvorschrift einzuführen.

12.5 Fazit des Arbeitspaketes 4

Die Unterschiede zwischen CNOSSOS auf der einen und den nationalen Rechenvorschriften auf der anderen Seite sind umfangreich. Daher dürfte eine Anpassung der nationalen Berechnungsvorschriften an CNOSSOS erhebliche Änderungen erfordern. Es erscheint daher sinnvoller eine Anpassung von CNOSSOS an die nationalen Anforderungen anzustreben. Dazu wäre zunächst die Definition von zu verwendenden Eingangsparametern (z.B. die Erhebung von Emissionsdaten für Typen von Schienenfahrzeugen) erforderlich. Darüber hinaus ist der Umgang mit in Deutschland nicht erheblichen Parametern (z.B. Anteil Spikereifen bei den Pkw) durch Vorgaben regelungsbedürftig. Auch die Verwendung von meteorologischen Daten wäre einheitlich zu regeln. Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten ist darüber hinaus erforderlich die offenen Fragen (z.B. das Vorgehen für die Teilstückzerlegung) zu klären (vgl. Kapitel 11).

ANLAGEN



Legende

- Gebäude
- Gebietsgrenze
- Straße
- Schallschutzwand

- L_{DEN}**
- ≤ 55 dB(A)
 - > 55 - 60 dB(A)
 - > 60 - 65 dB(A)
 - > 65 - 70 dB(A)
 - > 70 - 75 dB(A)
 - > 75 dB(A)

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
6844 Dessau-Roßlau

LÄRMKONTOR GmbH

Altonaer Poststraße 13 b 22767 Hamburg
Tel.: 040 - 38 99 94.0 Fax: 040 - 38 99 94.44
mail: hamburg@laermkontor.de
http://www.laermkontor.de

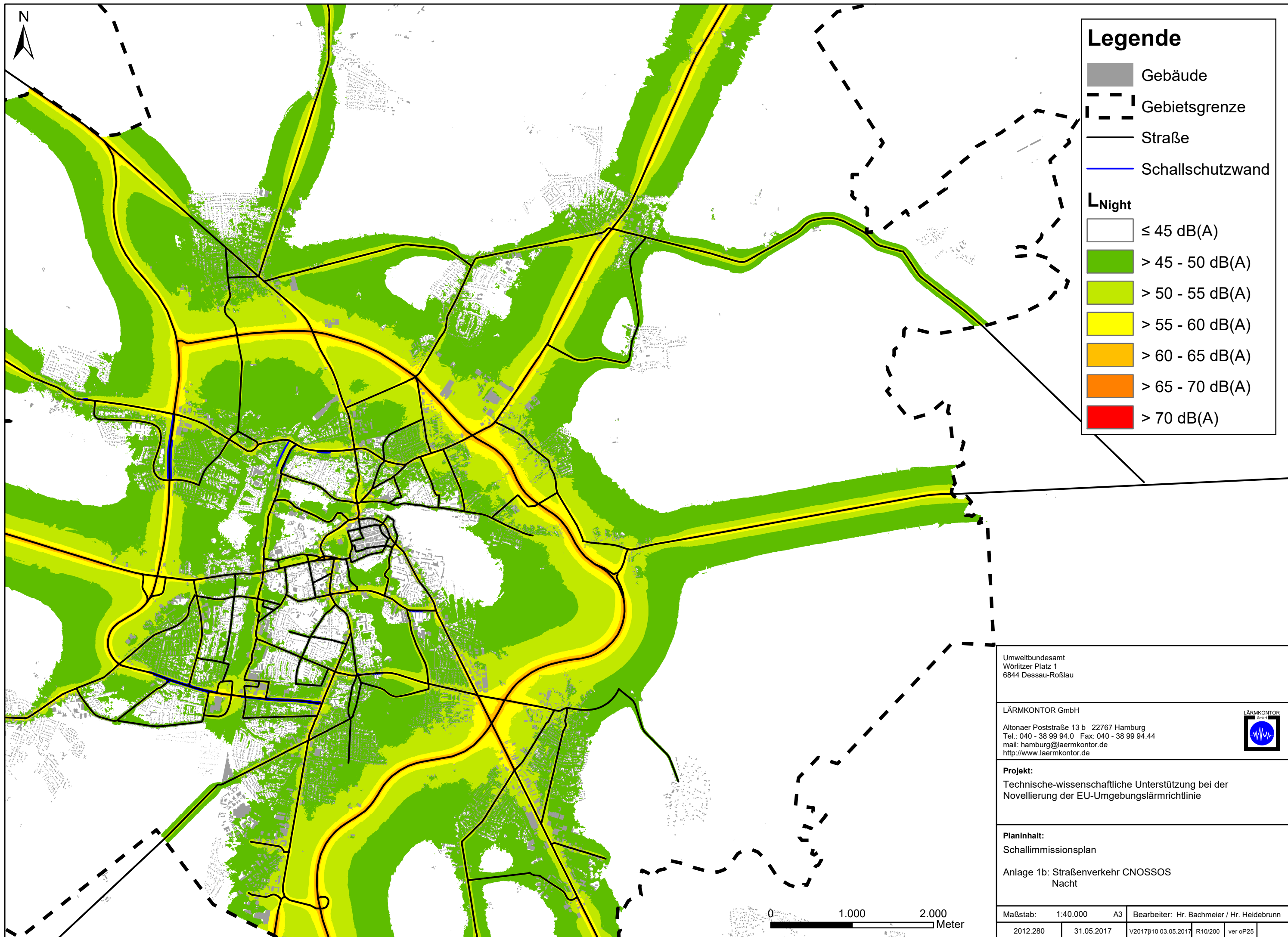


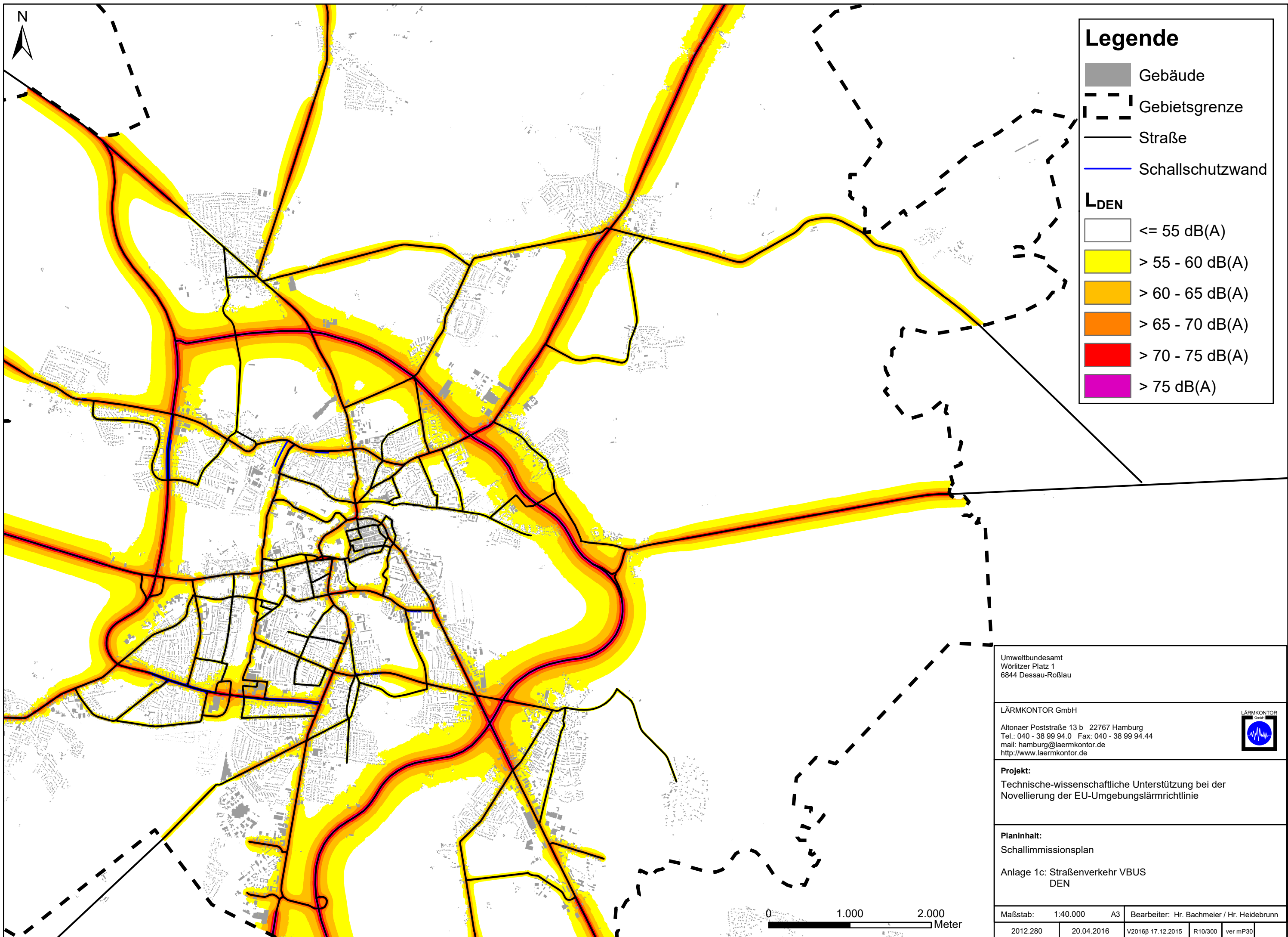
Projekt:
Technische-wissenschaftliche Unterstützung bei der
Novellierung der EU-Umgebungsärmrichtlinie

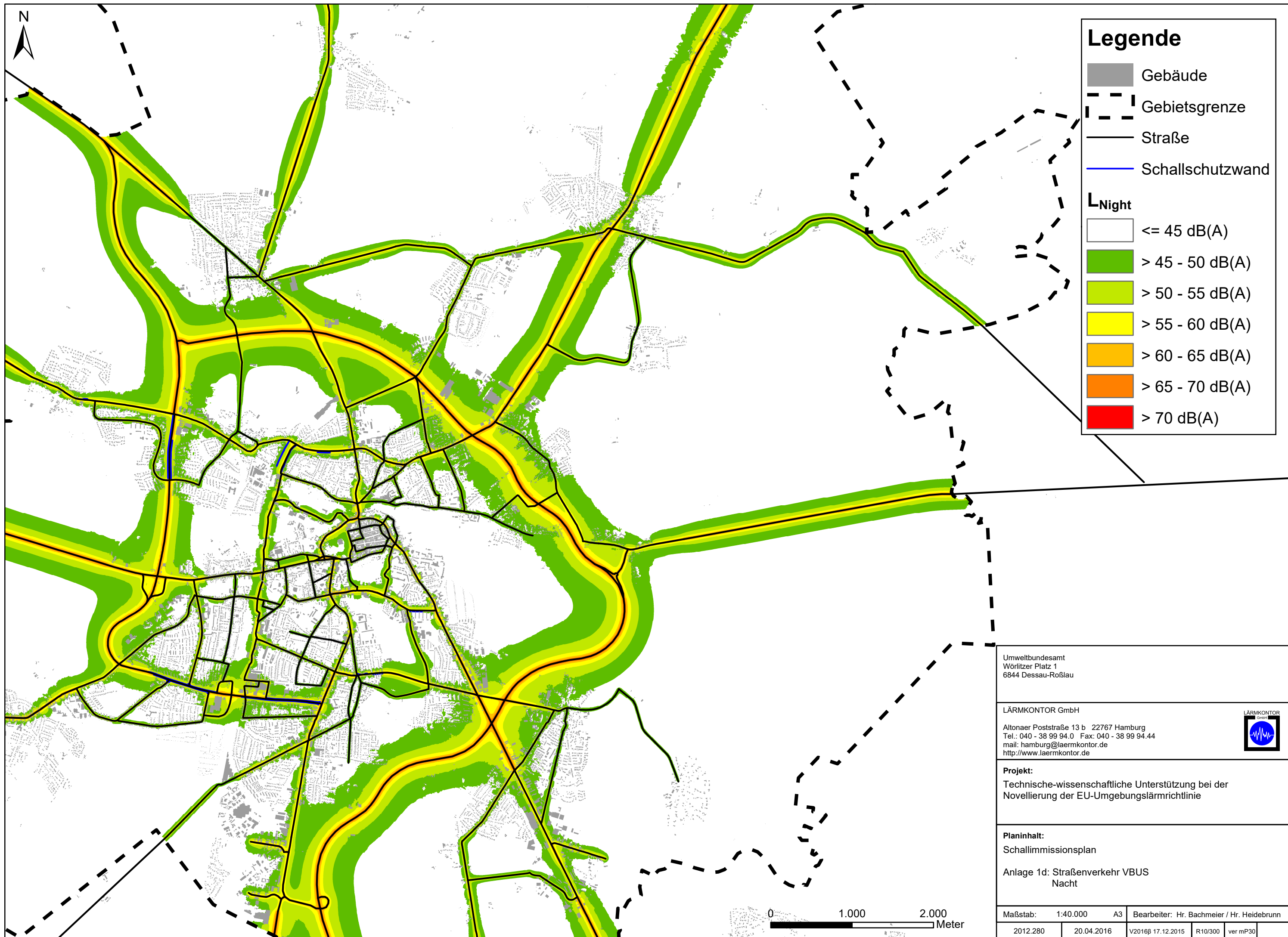
Planinhalt:
Schallimmissionsplan

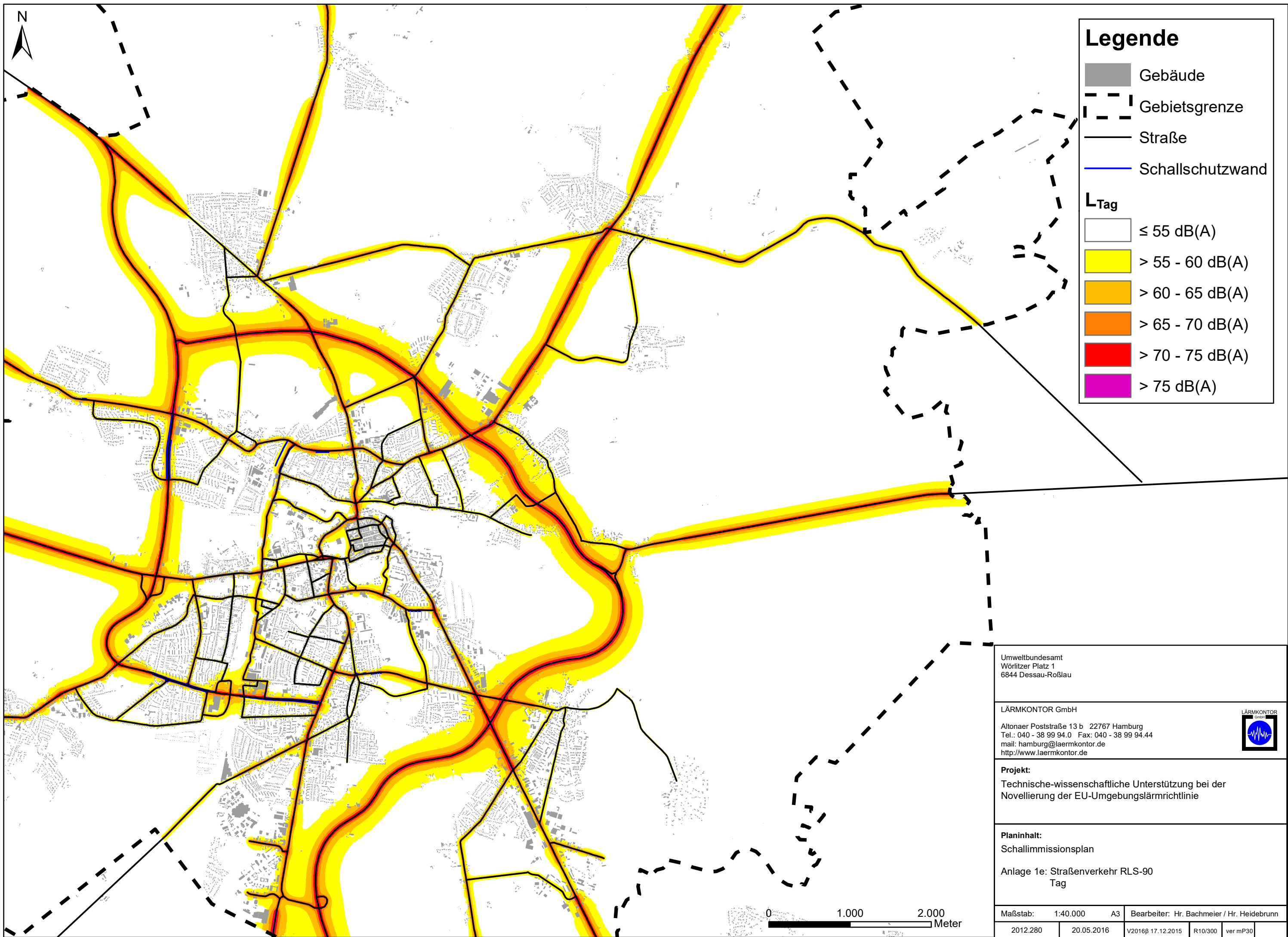
Anlage 1a: Straßenverkehr CNOSSOS
DEN

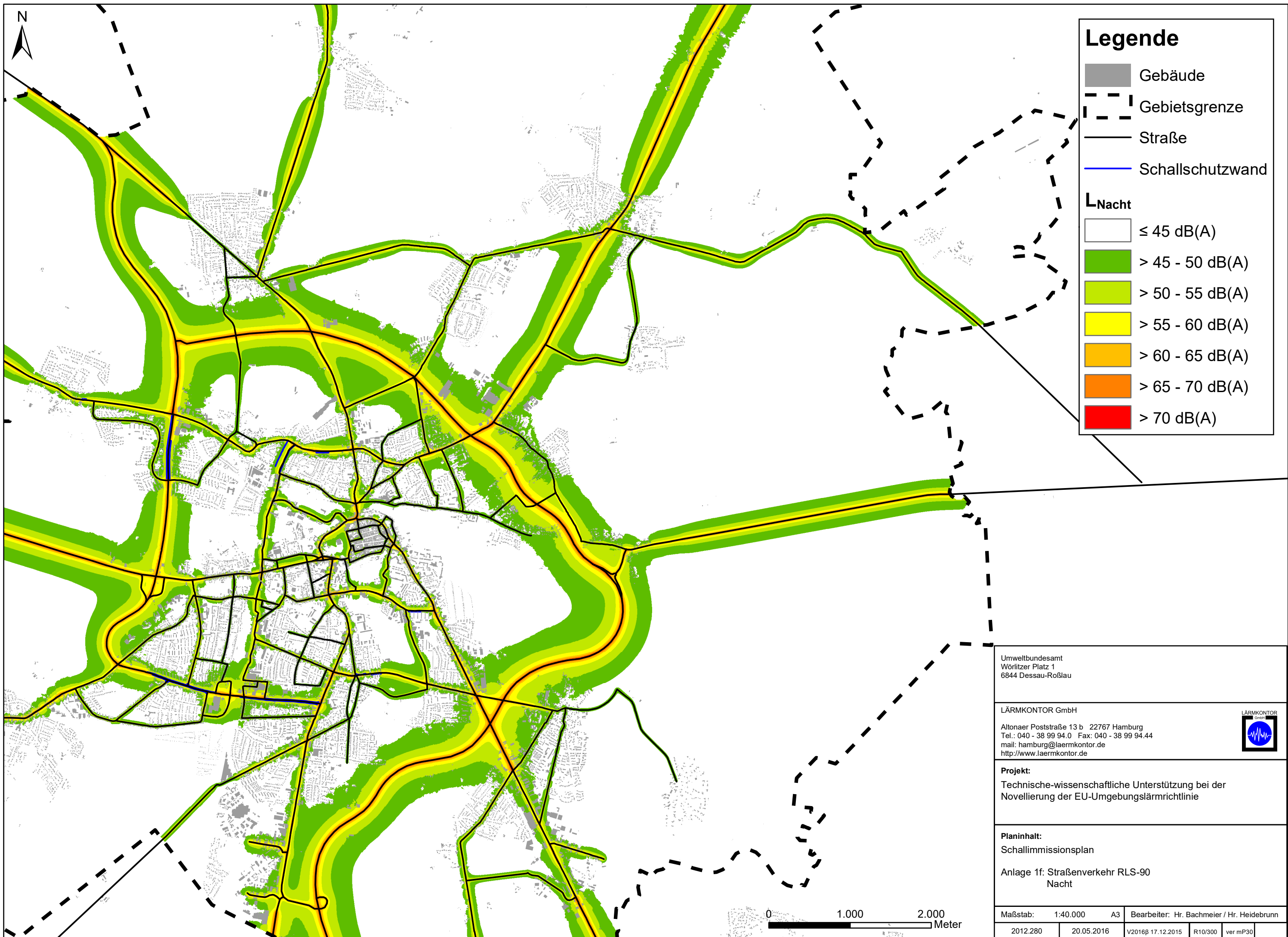
Maßstab:	1:40.000	A3	Bearbeiter:	Hr. Bachmeier / Hr. Heidebrunn
2012.280	31.05.2017	V2017p10 03.05.2017	R10/200	ver oP25











Legende

- Gebäude
- Gebietsgrenze
- Straße
- Schallschutzwand

- L_{Nacht}**
- ≤ 45 dB(A)
 - > 45 - 50 dB(A)
 - > 50 - 55 dB(A)
 - > 55 - 60 dB(A)
 - > 60 - 65 dB(A)
 - > 65 - 70 dB(A)
 - > 70 dB(A)

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
6844 Dessau-Roßlau

LÄRMKONTOR GmbH

Altonaer Poststraße 13 b 22767 Hamburg
Tel.: 040 - 38 99 94.0 Fax: 040 - 38 99 94.44
mail: hamburg@laermkontor.de
http://www.laermkontor.de

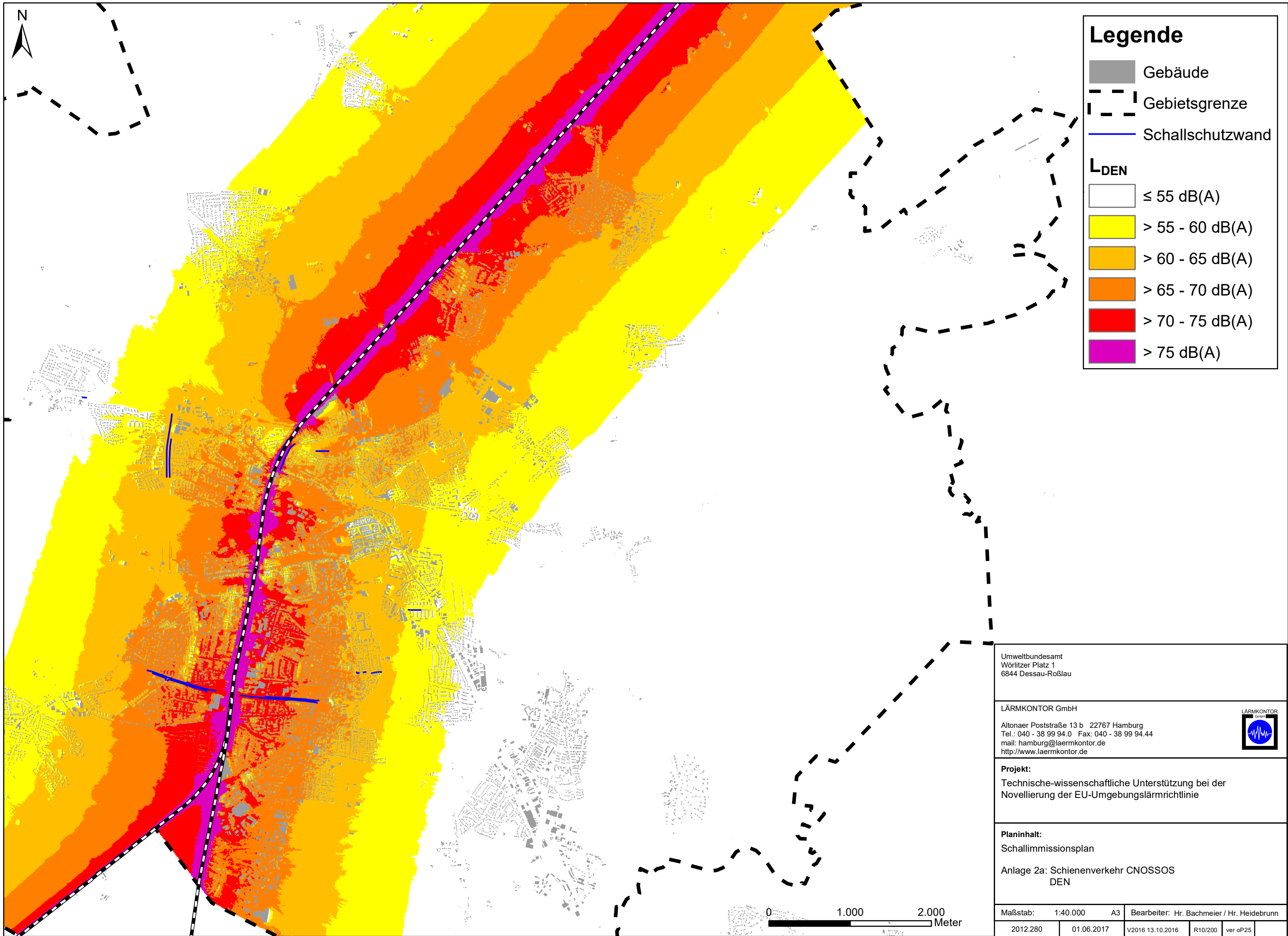


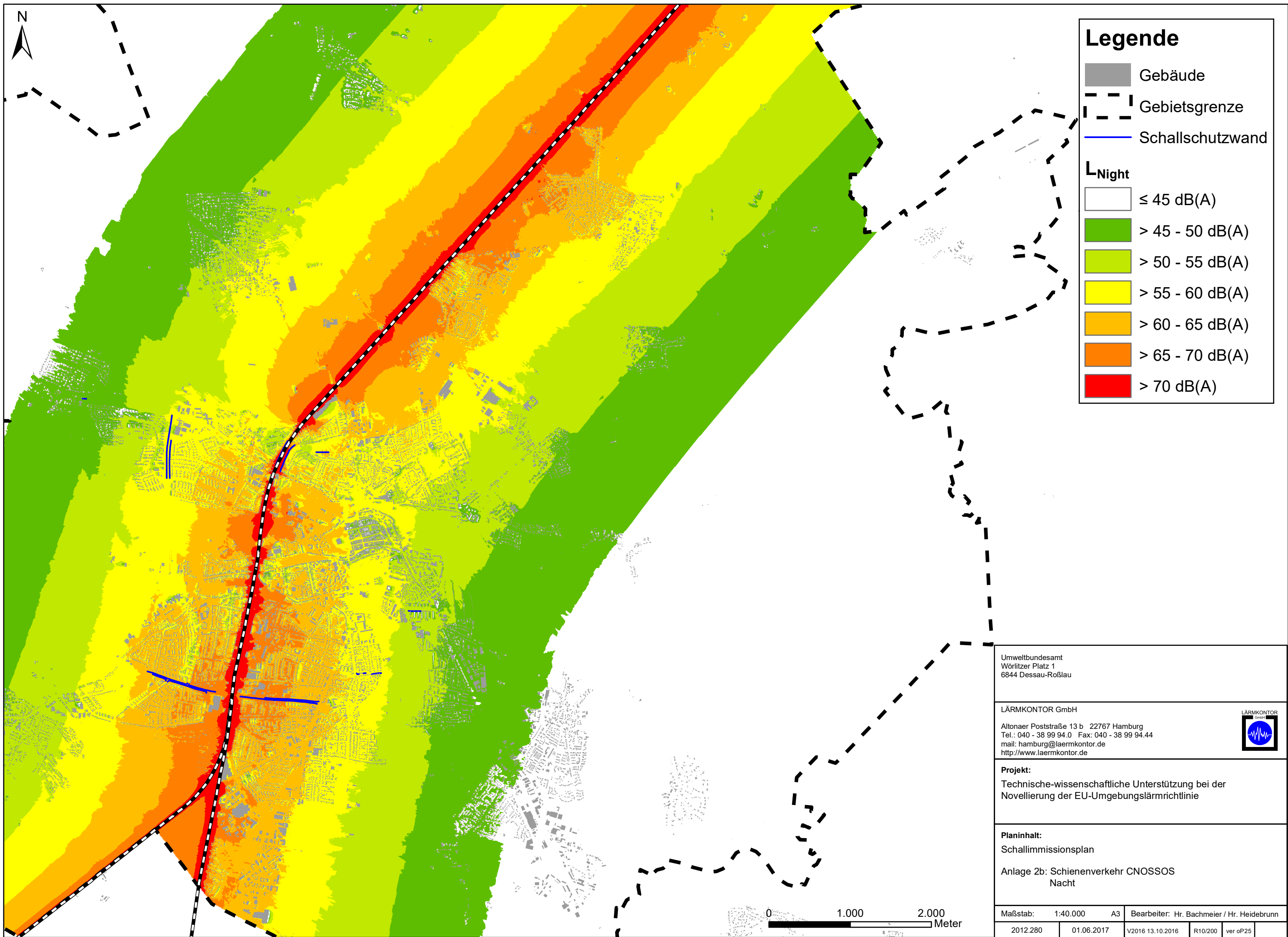
Projekt:
Technische-wissenschaftliche Unterstützung bei der
Novellierung der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie

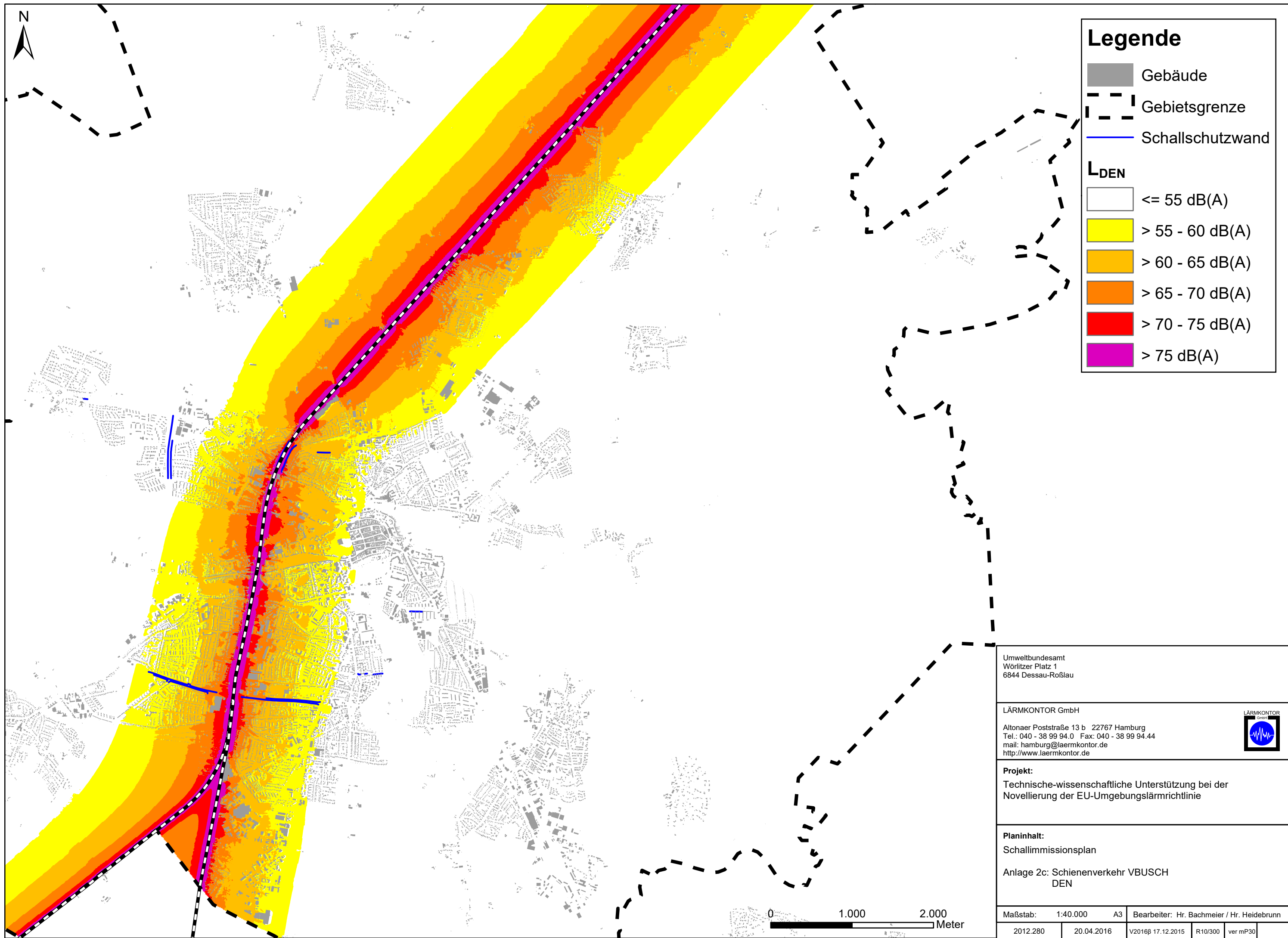
Planinhalt:
Schallimmissionsplan

Anlage 1f: Straßenverkehr RLS-90
Nacht

Maßstab:	1:40.000	A3	Bearbeiter:	Hr. Bachmeier / Hr. Heidebrunn
2012.280	20.05.2016	V2016ß 17.12.2015	R10/300	ver mP30







Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
6844 Dessau-Roßlau

LÄRMKONTOR GmbH

Altonaer Poststraße 13 b 22767 Hamburg
Tel.: 040 - 38 99 94.0 Fax: 040 - 38 99 94.44
mail: hamburg@laermkontor.de
<http://www.laermkontor.de>

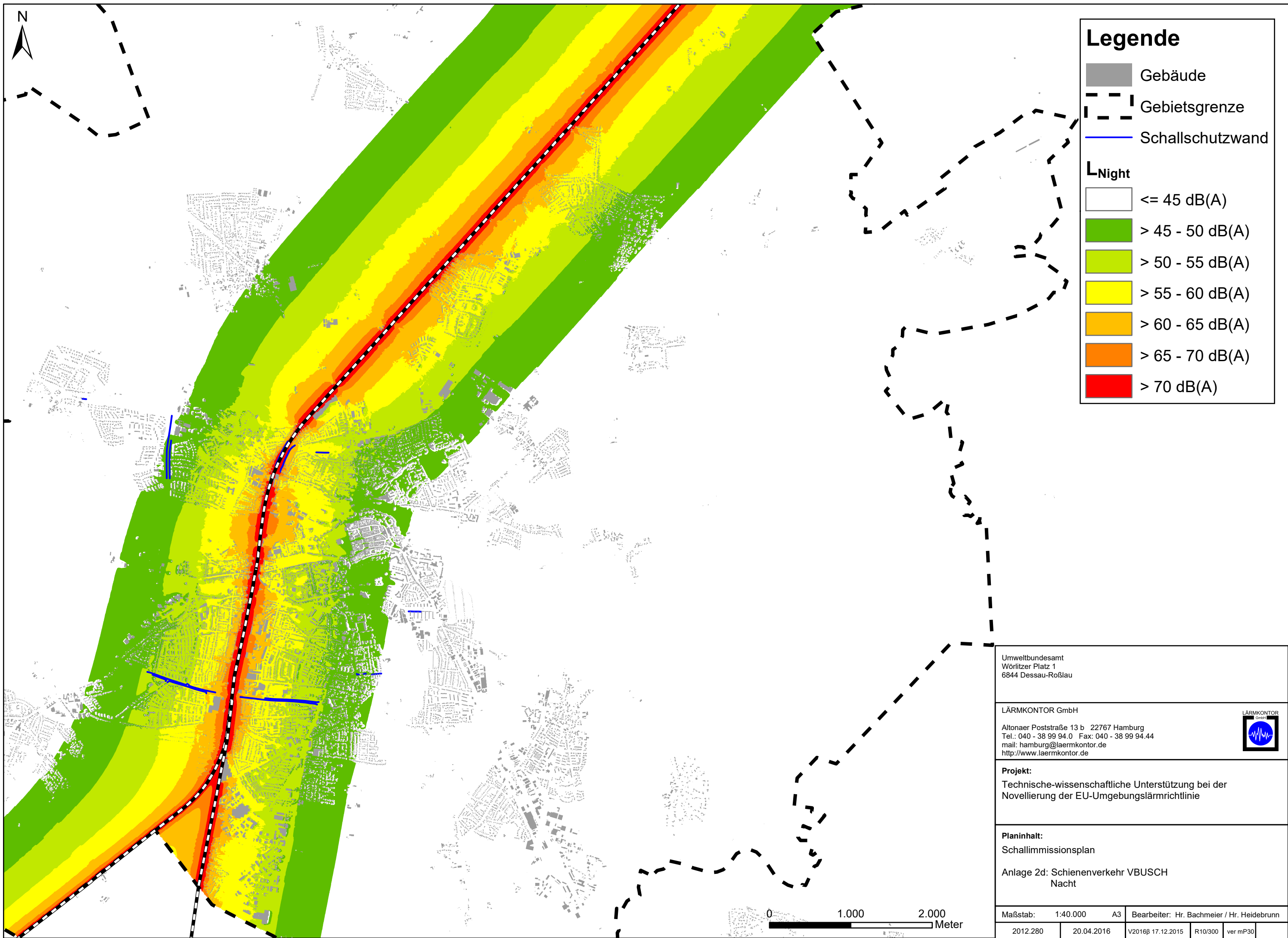


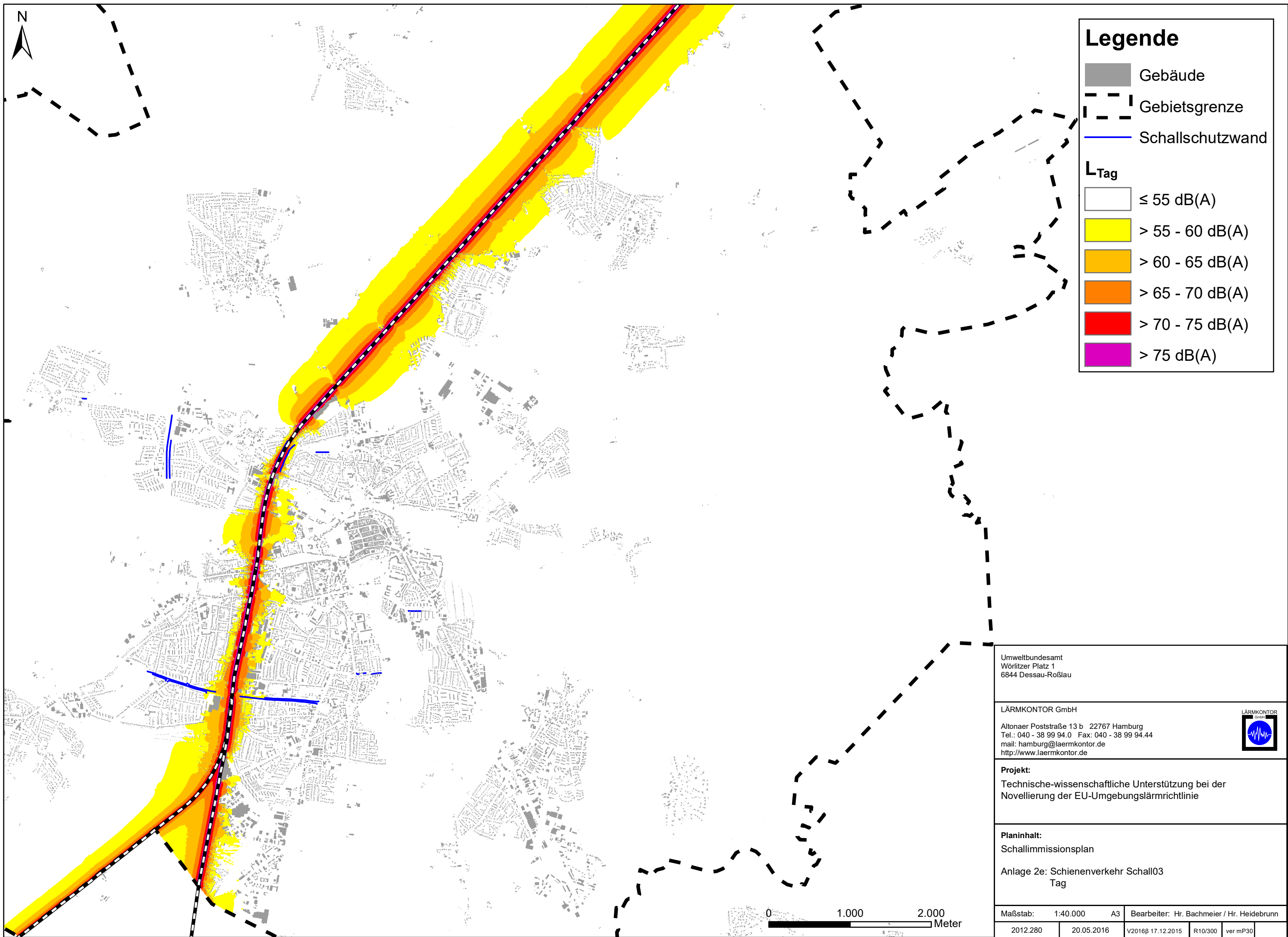
Projekt:
Technische-wissenschaftliche Unterstützung bei der
Novellierung der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie

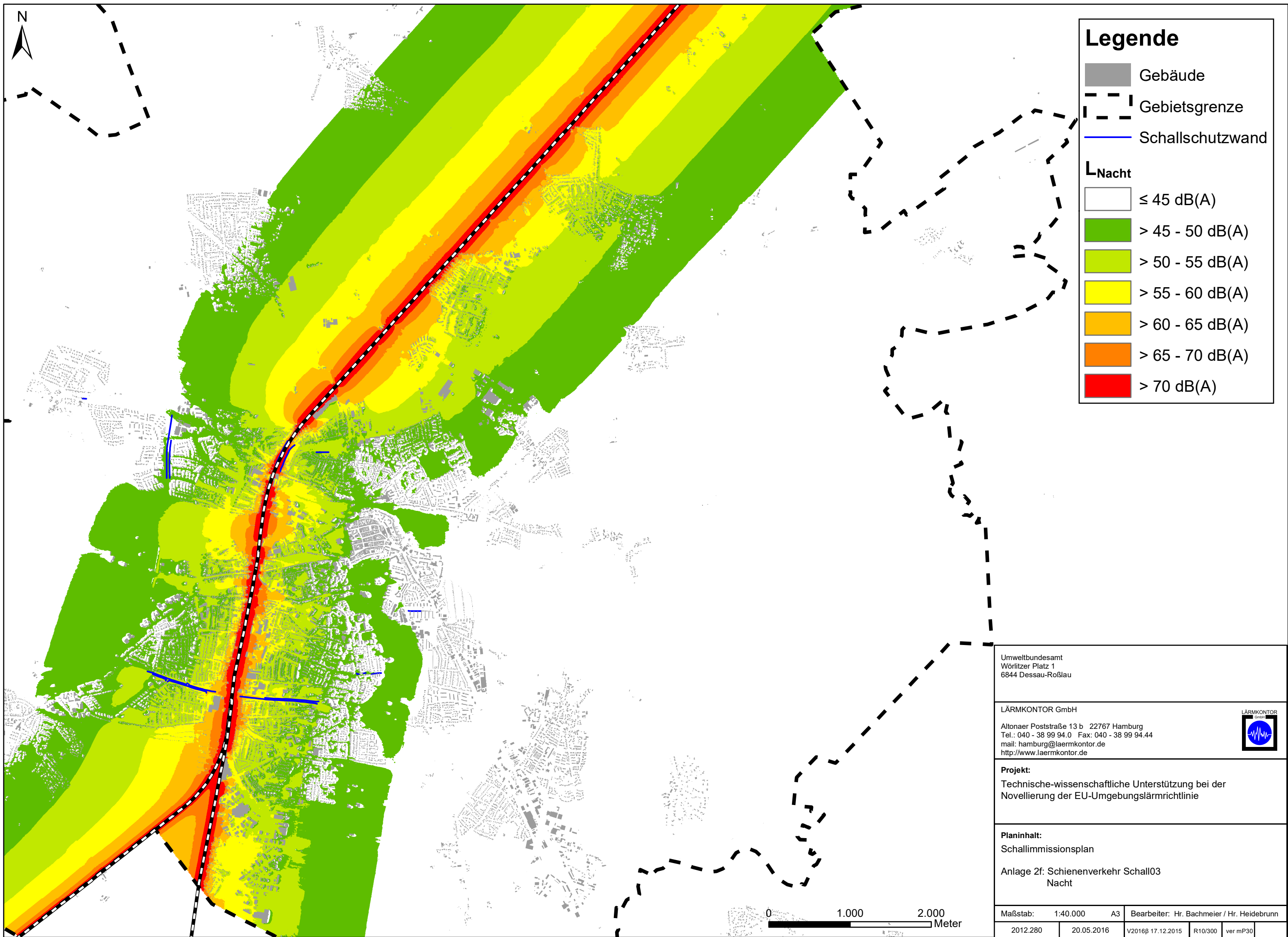
Planinhalt:
Schallimmissionsplan

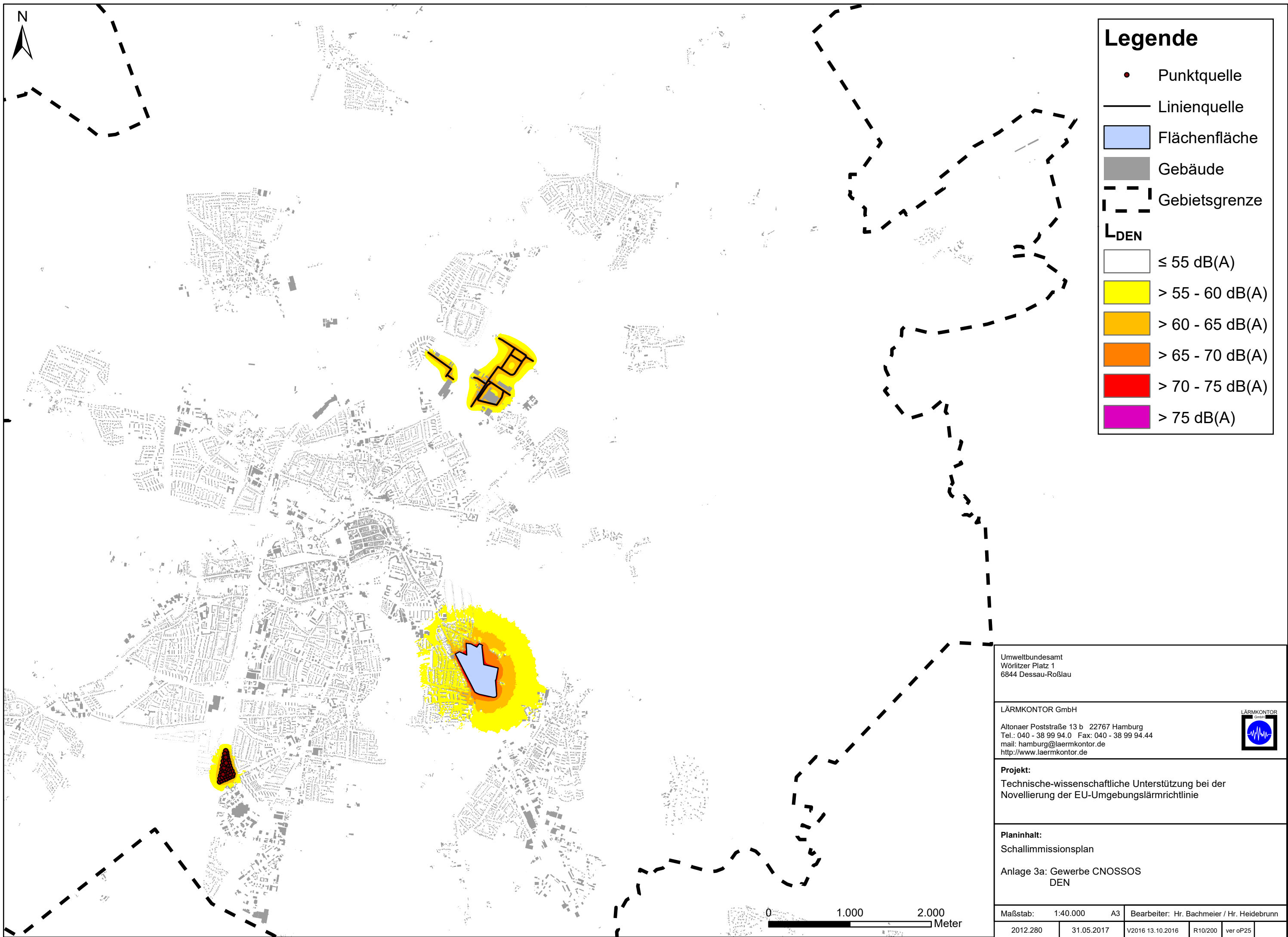
Anlage 2c: Schienenverkehr VBUSCH
DEN

Maßstab:	1:40.000	A3	Bearbeiter: Hr. Bachmeier / Hr. Heidebrunn		
2012.280	20.04.2016	V2016ß 17.12.2015	R10/300	ver mP30	









Legende

- Punktquelle
- Linienquelle
- Flächenfläche
- Gebäude
- Gebietsgrenze

L_{DEN}

- ≤ 55 dB(A)
- > 55 - 60 dB(A)
- > 60 - 65 dB(A)
- > 65 - 70 dB(A)
- > 70 - 75 dB(A)
- > 75 dB(A)

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
6844 Dessau-Roßlau

LÄRMKONTOR GmbH

Altonaer Poststraße 13 b 22767 Hamburg
Tel.: 040 - 38 99 94.0 Fax: 040 - 38 99 94.44
mail: hamburg@laermkontor.de
http://www.laermkontor.de

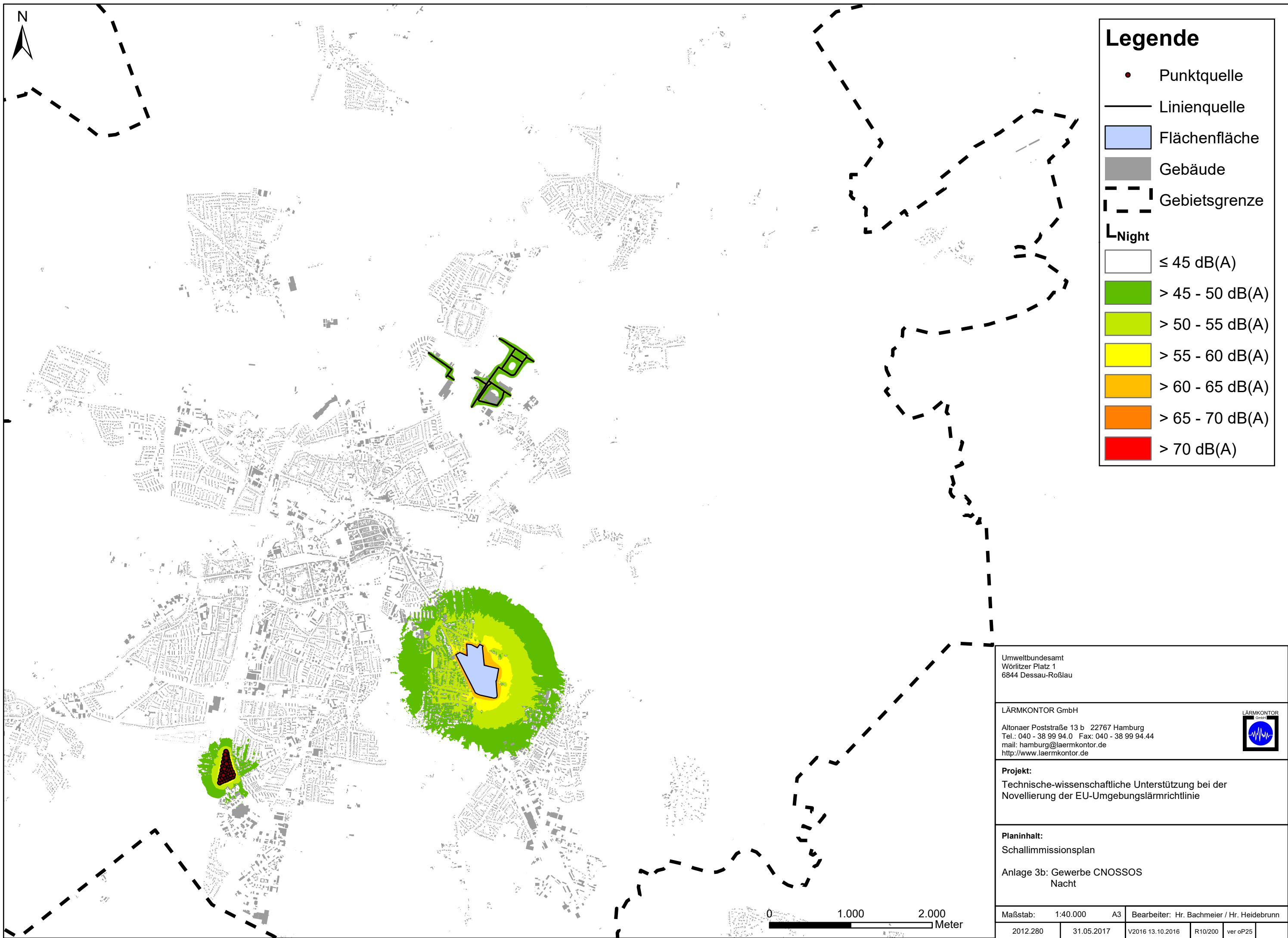
Projekt:
Technische-wissenschaftliche Unterstützung bei der
Novellierung der EU-Umgebungsärmrichtlinie

Planinhalt:
Schallimmissionsplan

Anlage 3a: Gewerbe CNOSSOS
DEN

Maßstab:	1:40.000	A3	Bearbeiter: Hr. Bachmeier / Hr. Heidebrunn		
2012.280	31.05.2017	V2016 13.10.2016	R10/200	ver oP25	





Legende

Punktquelle

Linienquelle

Flächenfläche

Gebäude

Gebietsgrenze

Night

≤ 45 dB(A)

> 45 - 50 dB(A)

> 50 - 55 dB(A)

> 55 - 60 dB(A)

> 60 - 65 dB(A)

> 65 - 70 dB(A)

> 70 dB(A)

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
6844 Dessau-Roßlau

LÄRMKONTOR GmbH

Altonaer Poststraße 13 b 22767 Hamburg
Tel.: 040 - 38 99 94.0 Fax: 040 - 38 99 94.44
mail: hamburg@laermkontor.de
<http://www.laermkontor.de>

LÄRMKONTOR
GmbH

Projekt:

Technische-wissenschaftliche Unterstützung bei der
Novellierung der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie

Planinhalt:

Schallimmissionsplan

Anlage 3b: Gewerbe CNOSSOS
Nacht

Maßstab: 1:40.000 A3

Bearbeiter: Hr. Bachmeier / Hr. Heidebrunn

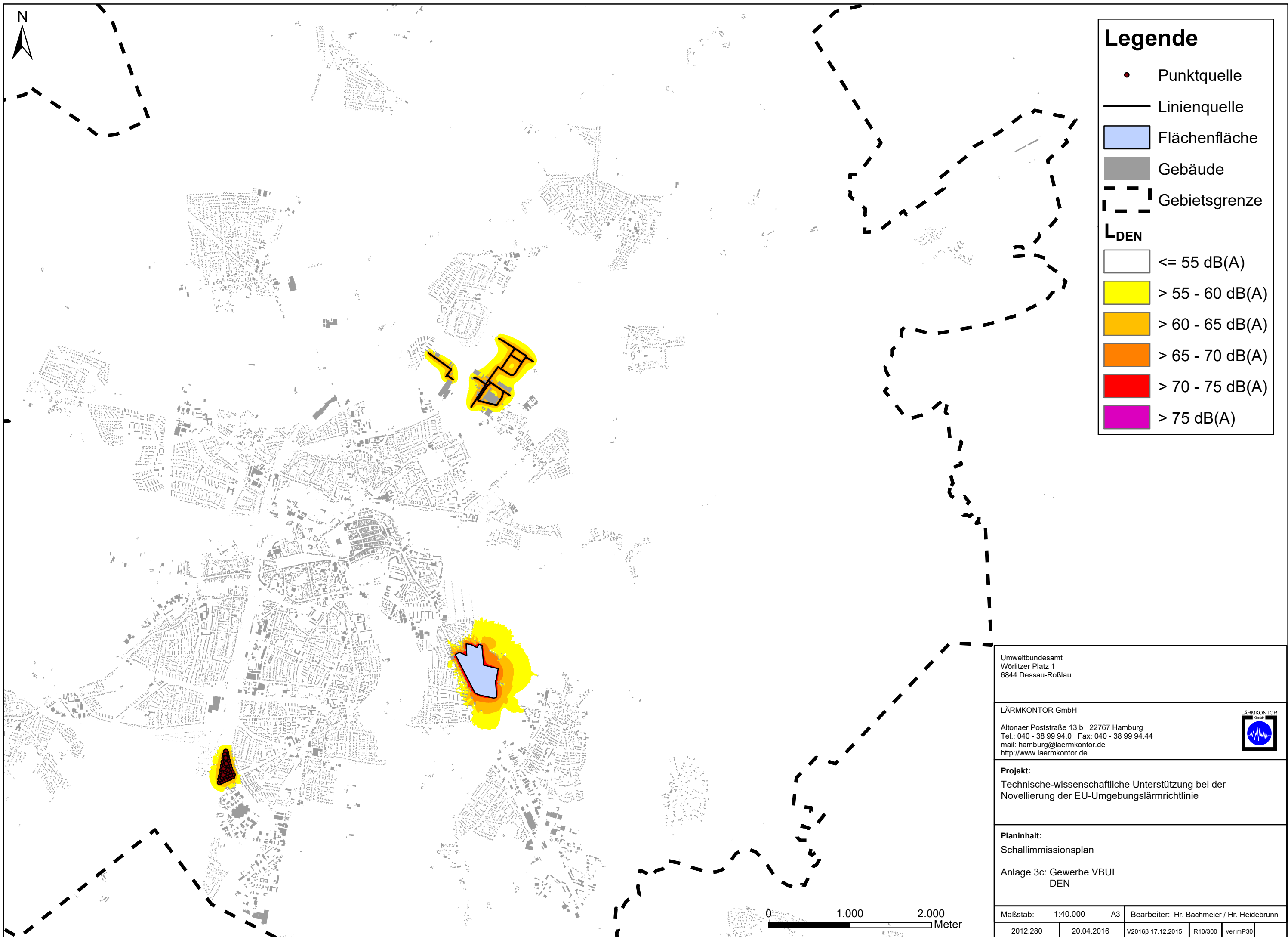
2012.280

31.05.2017

V2016 13.10.2016

R10/200

ver oP25



Legende

•

Punktquelle

—

Linienquelle

Flächenfläche

Gebäude

Gebietsgrenze

L_{DEN}

<= 55 dB(A)

> 55 - 60 dB(A)

> 60 - 65 dB(A)

> 65 - 70 dB(A)

> 70 - 75 dB(A)

> 75 dB(A)

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
6844 Dessau-Roßlau

LÄRMKONTOR GmbH

Altonaer Poststraße 13 b 22767 Hamburg
Tel.: 040 - 38 99 94.0 Fax: 040 - 38 99 94.44
mail: hamburg@laermkontor.de
<http://www.laermkontor.de>

LÄRMKONTOR

GmbH

Projekt:

Technische-wissenschaftliche Unterstützung bei der
Novellierung der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie

Planinhalt:

Schallimmissionsplan

Anlage 3c: Gewerbe VBUI
DEN

Maßstab: 1:40.000 A3

Bearbeiter: Hr. Bachmeier / Hr. Heidebrunn

2012.280

20.04.2016

V2016ß 17.12.2015

R10/300

ver mP30

