

Mess-Stelle gemäß § 29b BImSchG

Dipl.-Ing. Thomas Hoppe
ö.b.v. Sachverständiger für Schallimmissionsschutz
Ingenieurkammer Niedersachsen

Dipl.-Phys. Michael Krause

Dipl.-Geogr. Waldemar Meyer

Dipl.-Ing. Clemens Zollmann
ö.b.v. Sachverständiger für Lärmschutz
Ingenieurkammer NiedersachsenDipl.-Ing. Manfred Bonk ^{bis 1995}Dr.-Ing. Wolf Maire ^{bis 2006}Dr. rer. nat. Gerke Hoppmann ^{bis 2013}Rostocker Straße 22
30823 Garbsen
05137/8895-0, -95Bearbeiter: Dipl.-Ing. C. Zollmann
Durchwahl: 05137/8895-21
c.zollmann@bonk-maire-hoppmann.de

26.01.2018

- 13041/I -

Schalltechnische Untersuchung

zum Neubau des Betriebshofs und der Umsteigeanlage
in Bremen-Gröpelingen

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Auftraggeber	4
2. Aufgabenstellung dieses Gutachtens	4
3. Örtliche Verhältnisse.....	6
4. Geräuschquellen und ihre Emissionen	8
4.1 Emissionen der geplanten Umsteiganlage	8
4.1.1 Emissionen der Straßenbahnen	8
4.1.2 Emissionen der Busse	11
4.2 Emissionen der Straßen außerhalb des Betriebsgrundstücks	12
4.3 Emissionen des geplanten Betriebshofs.....	15
4.3.1 Angaben zum Betriebsablauf.....	16
4.3.2 Emissionen der Straßenbahnbewegungen in der Abstellanlage	17
4.3.3 Emissionen der Mitarbeiter-Parkplätze	19
4.3.4 Emissionen der Werkstatt.....	22
5. Ausbreitungsrechnung.....	23
5.1 Rechenverfahren „Verkehrslärm“	23
5.2 Rechenverfahren „Gewerbelärm“	24
5.3 Prognosesicherheit (vgl. A.2.2 der TA Lärm).....	25
5.4 Rechenergebnisse.....	25
6. Beurteilungsgrundlagen.....	26
6.1 Verkehrslärm von der Umsteiganlage (16. BImSchV)	26
6.2 Gewerbelärmlärm vom Betriebshof (TA Lärm)	28
6.3 Baulärm	30
6.4 Allgemeine Beurteilungskriterien	33
7. Beurteilung der Verkehrslärmimmissionen von der Umsteiganlage	34
7.1 Schienenverkehrslärm	34
7.2 Straßenverkehrslärm (Busse).....	35
7.3 Summenpegel durch Straßen- und Schienenverkehrslärm	36
7.4 Straßenverkehrslärm von der Stapelfeldstraße.....	37
7.5 Geplante Lärmschutzmaßnahmen zur Minderung des Verkehrslärms von der Umsteiganlage.....	38
8. Beurteilung der Gewerbelärmimmissionen vom Betriebshof	40
9. Beurteilung der Geräuschsituation während der Bauphase	42
9.1 Baulärm	42
Liste der verwendeten Abkürzungen und Ausdrücke	44
Quellen, Richtlinien, Verordnungen.....	45

1. Auftraggeber

BREMER STRAßENBAHN AG
FLUGHAFENDAMM 12
28199 BREMEN

2. Aufgabenstellung dieses Gutachtens

Der Auftraggeber plant aus betrieblichen, technischen und kapazitätsbedingten Gründen den Betriebshof Gröpelingen umzugestalten und neu zu ordnen. Die Maßnahmen umfassen den Bau und Betrieb einer Haltestelle und Umsteiganlage für Straßenbahnen und Busse der BSAG, den Bau einer Abstellanlage für Straßenbahnen sowie den Neubau einer Betriebswerkstatt mit integriertem Fahrdienstgebäude. Die auf dem Betriebshof vorhandenen Anlagen werden größtenteils abgerissen. Das bestehende Liniennetz und Verkehrsangebot soll nicht verändert werden. Das Baurecht soll über ein Planfeststellungsverfahren nach § 28 PBefG erlangt werden.

Im Zuge der Umbaumaßnahmen werden auch die angrenzenden Straßenräume der Gröpelinger Heerstraße und der Debstedter Straße baulich angepasst. Diese Maßnahmen sind nicht Teil des Planfeststellungsverfahrens. Hierfür wird ein separates Genehmigungsverfahren durchgeführt.

Im Rahmen des vorliegenden schalltechnischen Gutachtens wird zur Auswirkung durch die geplante Verlegung der Umsteiganlage auf die **Verkehrslärmbelastung** im Bereich der umliegenden Nachbarbebauung Stellung genommen. Dabei wird auch der Freiraumschutz mit einbezogen.

Die Verlegung der Umsteiganlage wird aufgrund der deutlichen Lageänderung gemäß § 1 der 16. BImSchVⁱ als Neubau gewertet. Demgemäß ist zu prüfen, ob die von der künftigen Umsteiganlage ausgehenden Schienen- bzw. Straßenverkehrslärmimmissionen im Bereich der angrenzenden schutzbedürftigen Bebauung den jeweils maßgebenden IMMISSIONSGRENZWERT nach § 2(1) der 16. BImSchV überschreiten.

Darüber hinaus wird im Sinne der Entscheidung des OVG Bremen vom 25.03.2010 der **Summenpegel** aller Schallquellen aus MIV und ÖV betrachtet. Dabei wird die vom SENATOR FÜR UMWELT, BAU UND VERKEHR (SUBV) herausgegebene „Verfügung zur Anwendung des Summenpegels“ vom 22.03.2011 beachtet.

Soweit erforderlich werden die notwendigen aktiven und passiven Lärmschutzmaßnahmen angegeben. Gebäude mit festgestelltem Anspruch auf passiven (baulichen) Lärmschutz sowie Außenwohnbereiche mit festgestelltem Entschädigungsanspruch werden im Lageplan gekennzeichnet.

Die Abwicklung des passiven Lärmschutzes auf der Grundlage der *24. BImSchV*ⁱⁱ ist nicht Gegenstand des vorliegenden schalltechnischen Gutachtens. Der für die Bemessung des ggf. erforderlichen passiven Lärmschutzes maßgebliche Korrekturterm „E“ gem. Tabelle 2 der *24. BImSchV* wird angegeben.

Für den Werkstatt- und Abstellbereich wird ermittelt, inwieweit durch die dort verursachten **Gewerbelärmimmissionen** im Bereich der angrenzenden schutzbedürftigen Bebauung mit einer Überschreitung der maßgebenden Immissionsrichtwerte der TA Lärmⁱⁱⁱ zu rechnen ist.

Ggf. werden Lärminderungsmaßnahmen oder organisatorische Maßnahmen diskutiert.

3. Örtliche Verhältnisse

Die örtliche Situation ist den Lageplänen (Anlage 1, Blatt 1ff) zu entnehmen. Dort ist auch die Lage der nachfolgend betrachteten Beurteilungspunkte (: = *Immissionsorte*: = *Aufpunkte*) gekennzeichnet.

Das zu untersuchende ca. 3,5 Hektar große Betriebsgrundstück liegt im Bremer Stadtteil Gröpelingen. Es wird im Nordosten durch die Gröpelinger Heerstraße, im Südosten durch die Debstedter Straße und im Südwesten durch die Stapelfeldstraße begrenzt. Der südwestliche Teil des Betriebsgrundstücks wird durch einen rd. 2 – 2,5m hohen bepflanzten Erdwall zur Stapelfeldstraße abgegrenzt. Im Zusammenhang mit den geplanten Baumaßnahmen entfällt dieser Wall, da die entsprechende Fläche von der künftigen Abstellanlage beansprucht wird.

Nordwestlich des Betriebsgrundstücks ist eine 4 m hohe Lärmschutzanlage an der Stapelfeldstraße vorhanden, welche die Wohnbebauung im Bereich der Basdahler Straße vom Verkehrslärm der Stapelfeldstraße abschirmt.

Die künftige Umsteiganlage wird im nordöstlichen Teil des Betriebsgrundstücks parallel zur Gröpelinger Heerstraße angeordnet. Sie umfasst 6 Straßenbahnhaltepositionen und 10 Bushaltepositionen. Die Straßenbahngleise liegen mittig zwischen den Fahrgastwarteflächen. Die Bushaltestellen sind außen angelegt. Die vorhandene Ein- und Ausfahrt für Busse und Straßenbahnen im Bereich der Gröpelinger Heerstraße wird an die neuen Verhältnisse angepasst (u.a. Lichtsignalanlage für den Busverkehr). Auf dem Betriebsgelände werden alle Fahrbahnflächen in Beton und der größte Teil der Straßenbahnflächen in Asphalt ausgeführt. Im nordwestlichen Teil der Umsteiganlage werden das Wendegleis und die Umfahrfahrbahn für die Busse angelegt. Dieser Teil der Anlage soll weitgehend begrünt werden. Im Sinne eines konservativen Ansatzes wird für alle geplanten Straßenbahngleise die Fahrbahnart „straßenbündiger Bahnkörper und feste Fahrbahn“ gemäß *Schall 03^{iv}* zugrunde gelegt (vgl. hierzu Abschnitt 4.1.1).

Südwestlich der Umsteiganlage wird das neue Werkstatt- und Betriebsgebäude vorgesehen. Die Büro- und Geschäftsräume werden in zwei Vollgeschossen mit einer Gesamthöhe von ca. 8,5 m auf der Umsteiganlage zugewandten Seite geplant. Die Werkstätten mit 7 Straßenbahnarbeitsständen und einer Radsatzbearbeitung liegen dahinter. Daran schließt sich die neue Abstellanlage an. Sie umfasst 7 Abstellgleise für 28 Straßenbahnfahrzeuge sowie 2 Durchfahrtgleise für Werkstattfahrten. Der Oberbau der geplanten Straßenbahngleise im Bereich der Abstellanlage wird als „feste Fahrbahn“ vorgesehen.

Die Ein- und Ausfahrt zur Umsteiganlage liegt im nordöstlichen Bereich des Betriebsgrundstücks. Eine zweite Ein- und Ausfahrt (auch für Pkw) ist an der südwestlichen Ecke neben dem Knotenpunkt Debstedter Straße/ Stapelfeldstraße geplant.

Die nächstgelegenen betroffenen Wohnhäuser befinden sich unmittelbar nordwestlich des Betriebsgrundstücks an der Basdahler Straße sowie nordöstlich der Gröpelinger Heerstraße. Dabei handelt es sich um I- bis IV-geschossige Wohngebäude mit dem Schutzanspruch eines Allgemeinen Wohngebiets bzw. Mischgebiets (vgl. hierzu **WA** bzw. **MI** gemäß BauNVO^v).

Das geltende Planungsrecht wurde aus den Bebauungsplänen Nr. 519 und Nr. 655 entnommen. Flächen, für die keine rechtsverbindlichen Bebauungspläne vorliegen, wurden entsprechend ihrer tatsächlichen Nutzung vom SENATOR FÜR Umwelt, Bau und Verkehr eingeordnet.

Das Bremer Hafengelände beginnt an der Stapelfeldstraße und erstreckt sich von hier aus in südwestlicher Richtung. Die hiervon verursachten Gewerbelärmimmissionen werden in der schalltechnischen Untersuchung als Vorbelastung berücksichtigt (vgl. hierzu Abschnitt 8).

4. Geräuschquellen und ihre Emissionen

4.1 Emissionen der geplanten Umsteiganlage

Vorbemerkung:

Die Verlegung der Umsteiganlage wird aufgrund der deutlichen Lageänderung gemäß § 1 der *BImSchV* als Neubau gewertet. Bei der Beurteilung (s. auch Kap. 6) ist zu beachten, dass dabei die Schienenverkehrslärmimmissionen (Straßenbahnen) getrennt von der Straßenverkehrslärmimmissionen (Busse) zu betrachten sind.

Über die Prüfung je Verkehrsweg hinaus wird als Grundlage für die „Einzelfall-abwägung“ zusätzlich überprüft, ob sich unter Beachtung des Summenpegels „dem Grunde nach“ ein weitergehender Anspruch auf Lärmschutz ergibt.

Dem entsprechend werden in den Berechnungen die jeweiligen Geräuschquellen berücksichtigt.

4.1.1 Emissionen der Straßenbahnen

Die Berechnung der Schallemissionen von Straßenbahnen erfolgt auf Grundlage der *Schall 03*. Dabei ist bis Ende 2018¹ die Pegelkorrektur $K_S = - 5$ dB zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung des Schienenverkehrslärms gegenüber Straßenverkehrsgeräuschen anzusetzen.

Die Schallemissionen von Straßenbahnen werden in Abhängigkeit folgender Faktoren berechnet:

- Bauart (Hoch-/Niederflur)
- Anzahl der Achsen
- Oberbauform, z.B. Feste Fahrbahn, begrünter Bahnkörper
- Geschwindigkeit
- Kurvenradius sofern dieser kleiner als 200 m ist

¹ Durch das Elfte Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 02. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943) wird mit Wirkung zum 01. Januar 2019 der sog. „Schienenbonus“ (Korrektur $S = - 5$ dB(A)) abgeschafft.

Aus diesen Parametern wird die Schallemission der Straßenbahn als frequenzabhängiger (von 63 Hz bis 8000 Hz) längenbezogener Schallleistungspegel berechnet, der den Immissionsberechnungen zugrunde gelegt wird. Die entsprechenden Eingangswerte aus den Vorgaben der Schall 03 sind im Rechenprogramm *SoundPLAN*^{vi} implementiert. Die Standard-Fahrbahn als Ausgangsgröße ohne Korrektur beinhaltet folgende Oberbauformen:

- Holzschwelle im Schotterbett
- Betonschwelle im Schotterbett
- Stahlschwellen im Schotterbett

Im Sinne eines konservativen Ansatzes wird für alle geplanten Straßenbahngleise die Fahrbahnart „straßenbündiger Bahnkörper und feste Fahrbahn“ gemäß *Schall 03* zugrunde gelegt (schalltechnisch ungünstigster Fall). Hierfür ist bei 500 Hz eine Pegelkorrektur $C1 = +5 \text{ dB(A)}$ zu beachten.

Für die schalltechnische Berechnung werden Straßenbahnen der Typen GT8N ohne Klimaaggregate und GT8N-1 mit Klimaaggregaten zugrunde gelegt. Hierbei handelt es sich um 8-achsige Niederflurtriebwagen mit einer Länge von 37 m. Für derartige Straßenbahnen ist nach der Schall 03 die Fahrzeugkategorie Fz 21 aus Tabelle 12 „Straßenbahn-Niederflurfahrzeug“ anzusetzen. Damit wird eine Berechnung in zwei Quellhöhen, eine auf Schienenoberkante in 0 m und eine für die Aggregatgeräusche in 4 m Höhe durchgeführt.

Entsprechend den Vorgaben der Schall 03 ist auf der gesamten Umsteigeanlage mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit $v = 50 \text{ km/h}$ zu rechnen. Dies gilt auch in den Gleisbögen, Kreuzungen, Weichen und Haltestellen.

Gemäß Abschnitt 5.3.2 der Schall 03 ist in engen Gleisbögen mit Radien unter 200 m der Pegel der längenbezogenen Schalleistung von Rollgeräuschen – zusätzlich zur Annahme der ersatzweise angenommenen Geschwindigkeit von $v = 50 \text{ km/h}$ - um $K_L = 4 \text{ dB}$ zu erhöhen.

Die längenbezogenen Schallleistungspegel L_{WA} der einzelnen Gleisabschnitte werden unter Beachtung der von der BSAG genannten Zugzahlen berechnet und sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 1 Schallemissionen „Straßenbahnen“ im Bereich der Umsteigeanlage

Gleisabschnitt *	Anzahl Straßenbahnen		längenbezogener Schall- Leistungspegel L_{WA} [dB(A)]			
	tags	nachts	tags		nachts	
			0 m**	4 m**	0 m**	4 m**
01	189	26	78,4	60,8	72,8	55,2
01A	291	40	80,3	62,7	74,7	57,1
02	189	23	78,4	60,8	72,3	54,7
02A	291	13	80,3	62,7	69,8	52,2
02B	291	34	80,3	62,7	73,9	56,4
03	102	11	75,7	58,1	69,0	51,5
06	102	14	75,7	58,1	70,1	52,5
10	0	4	--	--	64,7	47,1
20	0	27	--	--	72,9	55,4
22	0	21	--	--	71,9	54,3

* Die Bezeichnung der Gleisabschnitte ist in der Anlage 1 dargestellt

** Quellhöhe über Schienenoberkante

Die o.g. Schalleistungspegel berücksichtigen bereits die Pegelzuschläge C1 für die Fahrbahnart „straßenbündiger Bahnkörper und feste Fahrbahn“. Der sogen. Schienenbonus $K_s = -5$ dB sowie die Pegelkorrektur für „enge“ Kurvenradien sind hierin der Übersichtlichkeit halber noch nicht enthalten. Diese Korrekturen werden bei der Berechnung der Beurteilungspegel angesetzt.

4.1.2 Emissionen der Busse

Die Emissionspegelberechnungen für die Buswendeschleife und Bushaltestellen werden auf der Grundlage der RLS-90^{vii} durchgeführt.

Für die Busfahrten auf dem Betriebsgrundstück wird gemäß RSL-90 mit einer Geschwindigkeit $v = 30 \text{ km/h}$ gerechnet. Die Fahrbahnoberfläche der Fahrgassen soll aus Beton hergestellt werden. Hierfür ist gem. *RLS-90* ein Fahrbahnoberflächenkorrekturwert $D_{\text{StrO, Tempo 30}} = +1 \text{ dB(A)}$ zugrunde zu legen.

Der Busverkehr im Bereich der Zufahrt an der Gröpelinger Heerstraße wird künftig durch eine Lichtsignalanlage gesteuert. Der hierfür anzusetzende Pegelzuschlag „K“ wird bei der Ausbreitungsrechnung entsprechend den Vorgaben der RLS-90 berücksichtigt.

Die im Bereich der Umsteiganlage Gröpelingen zu erwartenden Busfrequenzen wurden von der BSAG zur Verfügung gestellt. Nachfolgend werden die Anzahl der Busfahrten (Summe aus Hin- und Rückfahrt) sowie die hieraus errechneten Emissionspegel aufgeführt:

Tabelle 2 Busfahrten Gröpelinger Heerstraße <-> Umsteiganlage

Buslinien 81, 82, 90, 93, 94, 95 und N7		Emissionspegel $L_{m,E}$ in dB(A)	
Anzahl tags	Anzahl nachts	tags	nachts
345	40	55,9	49,5

Tabelle 3 Busfahrten Stapelfeldstraße <-> Umsteiganlage

Buslinien 80 und 91/92		Emissionspegel $L_{m,E}$ in dB(A)	
Anzahl tags	Anzahl nachts	tags	nachts
101	10	50,5	43,5

Die Emissionen durch Parkvorgänge der Busse im Bereich der geplanten Haltestellen errechnen sich nach Abschnitt 4.5.2 der RLS-90 zu:

$$L^*_{m,E} = 37 + 10 \cdot \lg(N \cdot n) + D_p$$

mit:

$L^*_{m,E}$ Emissionspegel der Parkplatzfläche

N = Anzahl der Fahrzeugbewegungen je Stellplatz und Stunde (An- und Abfahrt zählen als je eine Bewegung)

n = Anzahl der Stellplätze auf der Parkplatzfläche bzw. -teilfläche

D_p = Zuschlag für unterschiedliche Parkplatztypen

Nach Mitteilung der *Bremer Straßenbahn AG* wird im Sinne eines konservativen Ansatzes angenommen, dass die Busse jeweils einmal an den Haltestellenbereichen H1 (Ankunft Bus), H2 (Parkposition Bus) und H3 (Abfahrt Bus) halten. Die Lage und Bezeichnung der Haltestellen ist der Anlage 1 zu entnehmen.

Für die Berechnung der Emissionspegel $L^*_{m,E}$ der Bushaltestellen wird der Zuschlag $D_p = 10$ dB(A) für Lkw- und Omnibusparkplätze zugrunde gelegt.

Hieraus ergeben sich für die Parkvorgänge der Busse im Bereich der Haltestellenbereiche H1 bis H3 die folgenden Teil-Emissionspegel:

tags $L^*_{m,E,T} = 61,5$ dB(A)

nachts $L^*_{m,E,N} = 55,0$ dB(A)

4.2 Emissionen der Straßen außerhalb des Betriebsgrundstücks

Die Berechnung der Emissionspegel der öffentlichen Hauptverkehrsstraßen im Umfeld des Betriebsgrundstücks erfolgt ebenfalls auf der Grundlage der *RLS-90* unter Berücksichtigung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, der Fahrbahnoberfläche und der durchschnittlichen, täglichen Verkehrsstärke (DTV) einschließlich Lkw-Anteil.

Der für die vorhandenen lichtzeichengeregelten Kreuzungen und Einmündungen anzusetzende Pegelzuschlag „K“ wird bei der Ausbreitungsrechnung entsprechend den Vorgaben der *RLS-90* berücksichtigt. Dies betrifft die folgenden Knotenpunkte:

- Gröpelinger Heerstraße/ Schwarzer Weg
- Gröpelinger Heerstraße/ Debstedter Straße
- Stapelfeldstraße/ Debstedter Straße

Die Fahrbahnoberfläche der zu untersuchenden Straßenabschnitte besteht aus Asphalt. Hierfür ist gem. *RLS-90* ein Fahrbahnoberflächenkorrekturwert $D_{StrO} = 0 \text{ dB(A)}$ zugrunde zu legen.

Die Längsneigung ist überall kleiner als 5%, so dass der Pegelzuschlag D_{Stg} nicht in Ansatz zu bringen ist.

Die Verkehrsbelastungen für die betrachteten Straßenabschnitte wurde vom SENATOR FÜR UMWELT, BAU UND VERKEHR (SUBV) übermittelt. Maßgebend für die vorliegende schalltechnische Untersuchung ist der Analyse-0-Fall des VEP aus dem Jahr 2010/11 in Verbindung mit der Verkehrserhebung für den Knotenpunkt Gröpelinger Heerstraße/ Debstedter Straße vom April 2017. Der Prognose-0-Fall 2025 (Basisfall) kann nach Mitteilung des SUBV noch nicht berücksichtigt werden. Hierzu ist anzumerken, dass sich nach den vorliegenden Informationen die Verkehrsbelastungen der öffentlichen Hauptverkehrsstraßen im Untersuchungsraum im Prognose-0-Fall 2025 nur unwesentlich von der Verkehrsbelastungen im Analyse-0-Fall unterscheiden.

Die Tag-Nacht-Verteilung der Verkehrsmengen und des Lkw-Anteils² wird unter Beachtung der jeweiligen „Straßengattung“ gem. Tabelle 3 der *RLS-90* in Ansatz gebracht. Die Tag-Nacht-Verteilung der Busfahrten wurde unter Beachtung der Angaben zum Busverkehr ermittelt.

In den folgenden Tabellen sind die Verkehrsstärken (DTV und Lkw-Anteil) sowie die hieraus berechneten Emissionspegel ($L_{m,E}$) aufgeführt:

Erläuterungen zur Tabelle 4:

Straßenabschnitt	Nummer des Straßenabschnitts (vgl. Anlage 1)
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h
M_T	maßgebende stündliche Verkehrsmenge (tags) in Kfz/h
M_N	maßgebende stündliche Verkehrsmenge (nachts) in Kfz/h
p_{24h}	maßgebender Lkw-Anteil im Tagesmittel (24h) in %
$p_T \%$	maßgebender Lkw-Anteil tags (6.00 - 22.00 Uhr) in %
$p_N \%$	maßgebender Lkw-Anteil nachts (22.00 - 6.00 Uhr) in %
V_{Pkw}	zulässige Höchstgeschwindigkeit für Pkw in km/h
V_{Lkw}	zulässige Höchstgeschwindigkeit für Lkw in km/h
$L_{m,E,T}$	berechneter EMISSIONSPEGEL (tags) in dB(A)
$L_{m,E,N}$	berechneter EMISSIONSPEGEL (nachts) in dB(A)

² Gem. RLS-90 werden alle Fahrzeuge über 2,8t als „Lkw“ eingestuft.

Tabelle 4 Verkehrsmengen und Emissionspegel (Straßen), Pkw und Lkw

Straßenabschnitt *)	DTV [Kfz/24h]	M _T [Kfz/h]	M _N [Kfz/h]	p ₂₄ [%]	p _T [%]	p _N [%]	V _{Pkw} [km/h]	V _{Lkw} [km/h]	L _{m,E,T} [dB(A)]	L _{m,E,N} [dB(A)]
S1	7497	450	60	5,0	5,0	2,5	50	50	60,5	50,4
S2	6989	419	56	7,0	7,1	3,5	50	50	61,0	50,7
S3	4796	288	38	9,0	9,1	4,5	50	50	60,1	49,6
S4	7287	437	58	8,0	8,1	4,0	50	50	61,5	51,1
S5	7060	424	56	10,0	10,1	5,0	50	50	62,1	51,5
S6	6444	387	52	9,0	9,1	4,5	50	50	61,3	50,8
S7	1918	115	15	9,0	9,1	4,5	30	30	53,5	43,1
S8	2230	134	18	6,0	6,1	3,0	30	30	53,1	43,0
S9	4789	287	38	9,0	9,1	4,5	50	50	60,1	49,6
S10	3215	193	26	16,0	16,1	8,1	50	50	60,1	49,2
S11	9650	579	106	17,7	17,7	17,7	70	70	67,2	59,9
S12	9650	579	106	17,7	17,7	17,7	70	70	67,2	59,9

*) Die betrachteten Straßenabschnitte sind im Übersichtsplan (Anlage 1) verzeichnet

Darüber hinaus sind auf der Gröpelinger Heerstraße und Stapelfeldstraße, westlich der Debstedter Straße die Busfahrten vom bzw. zum Betriebshof Gröpelingen zu beachten. In der nachfolgenden Tabelle werden die zugrunde gelegten Verkehrs- und Emissionsdaten für die Busse zusammengestellt.

Tabelle 5 Verkehrsmengen und Emissionspegel (Straßen), Busse

Straßenabschnitt *)	DTV [Kfz/24h]	M _T [Kfz/h]	M _N [Kfz/h]	p ₂₄ [%]	p _T [%]	p _N [%]	V _{Pkw} [km/h]	V _{Lkw} [km/h]	L _{m,E,T} [dB(A)]	L _{m,E,N} [dB(A)]
S1	193	10,8	2,5	100	100	100	50	50	54,7	48,3
S2	193	10,8	2,5	100	100	100	50	50	54,7	48,3
S4	193	10,8	2,5	100	100	100	50	50	54,7	48,3
S5	193	10,8	2,5	100	100	100	50	50	54,7	48,3
S11	56	3,2	0,6	100	100	100	70	70	51,1	44,1
S12	56	3,2	0,6	100	100	100	70	70	51,1	44,1

*) Die betrachteten Straßenabschnitte sind im Übersichtsplan (Anlage 1) verzeichnet

Für die betreffenden Streckenabschnitte ergibt sich der Gesamt-Emissionspegel durch Summation der Teil-Emissionspegel des Pkw- und Lkw-Verkehrs (Tabelle 4) sowie den Teil-Emissionspegel des Busverkehrs (Tabelle 5).

4.3 Emissionen des geplanten Betriebshofs

Vorbemerkung:

Grundlegend für die Berechnung von Beurteilungspegeln (Immissionspegeln) sind die jeweiligen Emissionskennwerte der Geräuscheignisse.

Im Folgenden werden für die geplante Situation die Schalleistungs-Beurteilungspegel L_{WA_r} der geräuschemittierenden Quellen im Bereich des Betriebshofs ermittelt. Grundlage für die Ermittlung der Immissionen sind das Referenzgutachten von der ted GmbH^{viii} mit repräsentativen Messungen aller verkehrenden Fahrzeugtypen, die uns vorliegenden Angaben zum Betriebsablauf und Erfahrungswerte (aus eigenen Messungen sowie aus der Fachliteratur). Für die einzelnen Quellen werden dabei jeweils **konservative Annahmen** im Sinne des **schalltechnisch ungünstigsten Falles** getroffen.

Die Schalleistungspegel L_{WA} der Einzelereignisse werden durch eine Korrektur bezüglich Anzahl n bzw. Einwirkzeit T_i der jeweiligen Ereignisse innerhalb der maßgebenden Bezugszeit T_r (tags, Ruhezeiten, nachts) zu Schalleistungs-Beurteilungspegeln L_{WA_r} umgerechnet. Die entsprechenden Korrektursummanden sind $10 \log N$ bzw. $10 \log (T_i/T_r)$. Dabei sieht die maßgebliche TA Lärm folgende Beurteilungszeiten vor:

tags: 6⁰⁰ - 22⁰⁰ Uhr (16 Stunden)

nachts: 22⁰⁰ - 6⁰⁰ Uhr

(1 Stunde - ungünstigste Nachtstunde)

Ruhezeiten:

an Werktagen:

6⁰⁰ - 7⁰⁰ Uhr und

20⁰⁰ - 22⁰⁰ Uhr

an Sonn- und Feiertagen:

6⁰⁰ - 9⁰⁰ Uhr,

13⁰⁰ - 15⁰⁰ Uhr und

20⁰⁰ - 22⁰⁰ Uhr.

Immissionen, die innerhalb der Ruhezeiten auftreten, werden in WA-, WR- und Kurgebieten um einen Ruhezeiten-Zuschlag von 6 dB(A) erhöht und dann anteilig dem Gesamt-Beurteilungspegel für den Tag zugerechnet.

4.3.1 Angaben zum Betriebsablauf

Die BSAG beabsichtigt 77 neue Straßenbahnen mit einer Breite von 2,65m als Ersatz für die Bahnen vom Typ GT8N mit einer Breite von 2,30m zu beschaffen. Im Zuge dieser Neubeschaffung sind Teile der Betriebsanlagen für die neuen Bahnen anzupassen oder zu erneuern. Auf dem Betriebshof in Gröpelingen muss aus diesem Grund die gesamte Straßenbahnwerkstatt erneuert werden.

Geplant ist eine Straßenbahnbetriebswerkstatt mit 7 Arbeitsständen sowie eine Radsatzbearbeitungsanlage. Die Anlage wird mit 3 Durchfahr Gleisen und einem Rangiergleis für die Radsatzbearbeitung geplant. Weitere Räume für Elektrik, Geräte- und Maschinenwartung sowie Büroräume für Bedienstete sind in der Mantelbebauung vorgesehen.

Für die tägliche Wartung ist ein Gleis mit 3 Arbeitsständen hintereinander geplant, um unnötige Rangierfahrten während der Durchlaufwartung zu vermeiden. In der Durchlaufwartung werden im Rahmen der Fahrfertigmachung die Innenreinigung, die Außenreinigung bei Bedarf und die Befüllung mit Betriebsstoffen durchgeführt. Für diesen Durchlauf werden die Bahnen aus der Abstellanlage in die Werkstatt gefahren und anschließend in der Abstellanlage für den Einsatz bereitgestellt. Ein Teil der Fahrzeuge wird nach der Wartung auf den Betriebshof nach Sebaldsbrück gefahren und dort abgestellt. Der Wartungsdurchlauf wird ca. 20 Minuten pro Fahrzeug in Anspruch nehmen. Die Wartung wird in den Abend- und Nachtstunden kontinuierlich ab 18:00 Uhr bis ca. 02:30 Uhr durchgeführt.

In zwei weiteren Werkstattgleisen sind jeweils 2 Arbeitsstände für Reparatur und Inspektion der Fahrzeuge geplant. Arbeiten sowie Fahrzeugbewegungen finden dort nur am Tage statt.

Die bereits vorhandene Radsatzbearbeitungsanlage wird weiter verwendet und in einer vom übrigen Werkstattbetrieb separierten Halle installiert. Die Halle wird nicht mit einer Fahrleitung bestückt, die Bahnen müssen mit Hilfe eines Elektrokarrens in die Halle geschoben und wieder herausgezogen werden. Auch hier finden die Arbeiten nur tagsüber statt. Im Bedarfsfall werden hier bis zu 2 Fahrzeuge pro Tag behandelt.

Bei den Omnibussen werden keine Wartungsarbeiten durchgeführt, so dass Bus-Bewegungen ausschließlich im Bereich der Umsteigeanlage stattfinden (vgl. hierzu Abschnitt 4.1.2).

4.3.2 Emissionen der Straßenbahnbewegungen in der Abstellanlage

Im vorliegenden Fall finden die Fahrverkehre durch Straßenbahnen im Bereich des Betriebshofs fast ausschließlich in der Nachtzeit von 22 – 6 Uhr statt. Am Tage sind in Abhängigkeit vom betrachteten Streckenabschnitt lediglich 2 bis 6 Straßenbahnfahrten zu erwarten (vgl. hierzu Tabelle 6).

Die längenbezogenen Schalleitungspegel für eine Straßenbahnfahrt pro Stunde mit einer Geschwindigkeit von 15 km/h beträgt entsprechenden den Messergebnissen aus dem vorliegenden Referenzgutachten^{VIII} in Abhängigkeit vom betrachteten Gleisabschnitt

Gerade Strecke	$L_{WA,1h'} = 50,5 \text{ dB(A)/m}$
Kurve	$L_{WA,1h'} = 55,7 \text{ dB(A)/m}$
Gleisharfe	$L_{WA,1h'} = 58,7 \text{ dB(A)/m}$

Dabei wurde aufgrund der festgestellten Impulshaltigkeit der Geräusche („Störwirkung“ nach Nummer A.2.5.3 der TA Lärm) ein pauschaler Zuschlag von $K_I = 3 \text{ dB}$ für das Überfahren der Gleisharfen durch die Straßenbahnen angesetzt.

Bei Straßenbahnfahrten wird der überwiegende Anteil der Geräusche in Höhe der Schienenoberkante emittiert. Die Geräuschemissionen von höherliegenden Quellen (z.B. Klimaaggregate der Straßenbahnen) können gegenüber den Fahrgeräuschen der Straßenbahnen vernachlässigt werden. Demnach wird nachfolgend mit einer Quellhöhe von 0 m über Gelände gerechnet.

Mit den von der BSAG übermittelten Fahrzeugfrequenzen ergeben sich für die Straßenbahnbewegungen auf dem Betriebshof die in der folgenden Tabelle aufgeführten längenbezogenen Schalleistungspegel:

Tabelle 6 Schallemissionen „Straßenbahnen“ auf dem Betriebshof, tags (6-22 Uhr)

Gleisabschnitt *	Anzahl Straßenbahnen	längenbezogener Schall-Leistungspegel $L_{W'A}$ [dB(A)]		
		Gerade	Bogen	Gleisharfe
20	4	44,5		
20G	6	46,2		
21	6		51,4	
22	4	44,5	49,7	52,7
31-32	2	41,5		49,7
33	4	44,5		52,7

* Die Bezeichnung der Gleisabschnitte ist in der Anlage 1 dargestellt

Tabelle 7 Schallemissionen „Straßenbahnen“ auf dem Betriebshof, nachts (22-6 Uhr)

Gleisabschnitt *	Nachtstunde	Anzahl Straßenbahnen	längenbezogener Schall- Leistungspegel L_{WA} [dB(A)]		
			Gerade	Bogen	Gleisharfe
9	22 – 23 Uhr	0		--	
	23 – 0 Uhr	0		--	
	0 – 1 Uhr	4		61,7	
	1 – 2 Uhr	0		--	
	2 – 3 Uhr	0		--	
	3 – 4 Uhr	0		--	
	4 – 5 Uhr	0		--	
	5 – 6 Uhr	0		--	
20	22 – 23 Uhr	6	58,3		
	23 – 0 Uhr	4	56,5		
	0 – 1 Uhr	11	60,9		
	1 – 2 Uhr	4	56,5		
	2 – 3 Uhr	0	--		
	3 – 4 Uhr	2	53,5		
	4 – 5 Uhr	0	--		
	5 – 6 Uhr	0	--		
20-20F	22 – 23 Uhr	6	58,3		66,5
	23 – 0 Uhr	4	56,5		64,7
	0 – 1 Uhr	11	60,9		69,1
	1 – 2 Uhr	8	59,5		67,7
	2 – 3 Uhr	4	56,5		64,7
	3 – 4 Uhr	6	58,3		66,5
	4 – 5 Uhr	4	56,5		64,7
	5 – 6 Uhr	4	56,5		64,7
20G	22 – 23 Uhr	4	56,5		64,7
	23 – 0 Uhr	4	56,5		64,7
	0 – 1 Uhr	4	56,5		64,7
	1 – 2 Uhr	0	--		--
	2 – 3 Uhr	0	--		--
	3 – 4 Uhr	0	--		--
	4 – 5 Uhr	0	--		--
	5 – 6 Uhr	0	--		--
21	22 – 23 Uhr	10		65,7	
	23 – 0 Uhr	8		64,7	
	0 – 1 Uhr	10		65,7	
	1 – 2 Uhr	7		64,2	
	2 – 3 Uhr	4		61,7	
	3 – 4 Uhr	6		63,5	
	4 – 5 Uhr	4		61,7	
	5 – 6 Uhr	4		61,7	
22	22 – 23 Uhr	4	56,5	61,7	64,7
	23 – 0 Uhr	4	56,5	61,7	64,7
	0 – 1 Uhr	0	--	--	--
	1 – 2 Uhr	0	--	--	--
	2 – 3 Uhr	0	--	--	--
	3 – 4 Uhr	1	50,5	55,7	58,7
	4 – 5 Uhr	6	58,3	63,5	66,5
	5 – 6 Uhr	6	58,3	63,5	66,5
30	22 – 23 Uhr	4	56,5		64,7
	23 – 0 Uhr	4	56,5		64,7
	0 – 1 Uhr	4	56,5		64,7
	1 – 2 Uhr	4	56,5		64,7
	2 – 3 Uhr	4	56,5		64,7
	3 – 4 Uhr	4	56,5		64,7
	4 – 5 Uhr	4	56,5		64,7
	5 – 6 Uhr	4	56,5		64,7

* Die Bezeichnung der Gleisabschnitte ist in der Anlage 1 dargestellt

4.3.3 Emissionen der Mitarbeiter-Parkplätze

Die Berechnung der EMISSIONSPEGEL des Parkplatzes erfolgt auf der Grundlage der PARKPLATZLÄRMSTUDIE^{ix}. Dabei können die Geräuschemissionen nach dem sogenannten *zusammengefassten Verfahren* bzw. dem *Sonderfallverfahren (getrenntes Verfahren)* ermittelt werden.

Nachfolgend werden die Emissionen nach dem *Sonderfallverfahren*⁴ - getrennt für das Ein- und Ausparken sowie den Parksuch- und Durchfahrverkehr - berechnet. Das Verfahren kann angewendet werden, wenn sich das Verkehrsaufkommen – wie im vorliegenden Fall - in den Fahrgassen aufgrund der Parkplatzgeometrie oder anderer Vorkenntnisse einigermaßen genau abschätzen lässt. In diesem Fall gilt folgender Zusammenhang:

$$L_{wAr} = L_{W0} + K_{PA} + K_I + 10 \cdot \lg(B \cdot N) \text{ dB(A)}$$

In der Gleichung bedeuten:

L_{wAr} Schalleistungs-Beurteilungspegel aller Vorgänge auf dem Parkplatz (einschließlich Durchfahranteil);

L_{W0} = 63 dB(A) = Ausgangsschalleistungspegel für eine Bewegung/h auf einem P+R – Parkplatz (nach Tabelle 30 im Abschnitt 7.1.5 der Studie);

K_{PA} = Zuschlag für die Parkplatzart (nach Tabelle 34 der Studie);

K_I = Zuschlag für die Impulshaltigkeit (nach Tabelle 34 der Studie);

B = Bezugsgröße (Anzahl der Stellplätze, Netto-Verkaufsfläche...);

N = Bewegungshäufigkeit (Bewegungen je Einheit der Bezugsgröße und Stunde). Falls für N keine exakten Zählungen vorliegen, sind sinnvolle Annahmen zu treffen. Anhaltswerte für N sind in Tabelle 33 der Studie zusammengestellt;

$B \cdot N$ = alle Fahrzeugbewegungen je Stunde auf der Parkplatzfläche;

Im südöstlichen Bereich des Betriebshofs sind drei Fahrdienstparkplätze mit insgesamt 48 Stellplätzen vorgesehen (vgl. hierzu Anlage 1, P1 bis P3). Nach Mitteilung der BSAG sind dort am Tage³ rd. 190 Pkw-Bewegungen (davon 50 % innerhalb der Ruhezeiten) und in der Nachtzeit rd. 60 Pkw-Bewegungen (davon 50 % in der Zeit von 22 - 24 Uhr und 50 % von 4 – 6 Uhr) zu erwarten. In der ungünstigsten Nachtstunde wird somit von 15 Pkw-Bewegungen ausgegangen.

³ zwei An- und Abfahrten pro Stellplatz

Für die Parkplatzflächen P1 bis P3 errechnen sich die folgenden Gesamt-Schalleistungsbeurteilungspegel:

Tabelle 8 Parkplatzflächen P1 bis P3 mit 48 Stellplätzen

$N_{\text{Tag}} =$	0,25 Bew./EP*h	$N_{\text{Nacht}} =$	0,31 Bew./EP*h
$B =$	48 EP	$B =$	48 EP
$B*N =$	12,00 Bew./h	$B*N =$	15 Bew./h
$K_{\text{PA}} =$	0 dB(A)	$K_{\text{PA}} =$	0 dB(A)
$K_{\text{I}} =$	4 dB(A)	$K_{\text{I}} =$	4 dB(A)
$L_{\text{Wr,Tag}} =$	77,8 dB(A)	$L_{\text{Wr,Nacht}} =$	78,8 dB(A)

Im südwestlichen Bereich des Betriebshofs ist Mitarbeiterplatz mit 20 Stellplätzen sowie ein Reserveparkplatz mit 3 Stellplätzen vorgesehen (vgl. hierzu Anlage 1, P4 und P5). Für den Mitarbeiter-Parkplatz P4 werden am Tage 80 Pkw-Fahrten (davon 50 % innerhalb der Ruhezeiten) berücksichtigt. Der Reserveparkplatz wird nur gelegentlich genutzt (weniger als 10 Fahrzeugbewegungen pro Woche), so dass die Geräuschemissionen von diesem Parkplatz vernachlässigt werden können. In der Nachtzeit finden keine Fahrzeugbewegungen statt.

Für den Parkplatz P4 errechnet sich der folgende Schalleistungsbeurteilungspegel:

Tabelle 9 Parkplatzflächen P4 mit 20 Stellplätzen

$N_{\text{Tag}} =$	0,25 Bew./EP*h
$B =$	20 EP
$B*N =$	5,00 Bew./h
$K_{\text{PA}} =$	0 dB(A)
$K_{\text{I}} =$	4 dB(A)
$L_{\text{Wr,Tag}} =$	74,0 dB(A)

Der EMISSIONSPEGEL „ $L_{\text{m,E}}$ “ der Pkw-Fahrstrecken zu den betrachteten Pkw-Parkplätzen wird gemäß *RLS-90* berechnet. Im vorliegenden Fall wird für die Berechnung des Emissionspegels der Pkw-Fahrgassen eine Geschwindigkeit von 30 km/h angesetzt, auch wenn vorausgesetzt werden kann, dass diese Fahrzeuggeschwindigkeit regelmäßig unterschritten wird. Außerdem wird im Sinne eines konservativen Ansatzes für alle Fahrgassen eine Oberfläche aus Beton mit einem Fahrbahnoberflächenkorrekturwert $D_{\text{StrO, Tempo 30}} = +1$ dB(A) zugrunde gelegt.

Unter Beachtung der o.a. Bewegungshäufigkeit ergeben sich für die Fahrgassen die folgenden EMISSIONSPEGEL $L_{m,E}$ bzw. die daraus abzuleitende *längenbezogenen Schalleistungspegel* L'_{w} :

Tabelle 10 Fahrgassen zu den Parkplätze P1 bis P3

$M_{Pkw,Tag} = 12$ Pkw/h	$M_{Pkw,Nacht} = 15$ Pkw/h
$M_{Lkw,Tag} = 0$ Lkw/h	$M_{Lkw,Nacht} = 0$ Lkw/h
$D_{StrO} = 1$ dB(A)	$D_{StrO} = 1$ dB(A)

Emissionspegel:

$L_{m,E,Tag} = 40,3$ dB(A)	$L_{m,E,Nacht} = 41,3$ dB(A)
----------------------------	------------------------------

längenbezogene Schalleistungspegel:

$L'_{wA,Tag} = 59,3$ dB(A)	$L'_{wA,Nacht} = 60,3$ dB(A)
----------------------------	------------------------------

Tabelle 11 Fahrgasse zum Parkplatz P4

$M_{Pkw,Tag} = 5$ Pkw/h
$M_{Lkw,Tag} = 0$ Lkw/h
$D_{StrO} = 1$ dB(A)

Emissionspegel:

$L_{m,E,Tag} = 36,5$ dB(A)

längenbezogene Schalleistungspegel:

$L'_{wA,Tag} = 55,5$ dB(A)

Folgende Ansätze werden zur Ermittlung von Spitzenpegeln bei Pkw-Fahrten bzw. Pkw-Parkvorgängen berücksichtigt:

Tabelle 12 Mittlere Maximalpegel von Pkw

Beschleunigte Abfahrt bzw. Vorbeifahrt	Türenschießen	Heck- bzw. Kofferraumklappenschließen
67 / 92,5	72 / 97,5	74 / 99,5

Mittlere Maximalpegel in 7,5 m (s. Parkplatzlärmstudie Tab. 35) / Spitzenschalleistungspegel in dB(A)

4.3.4 Emissionen der Werkstatt

Die Radsatzbearbeitung, Reparatur und Inspektion der Straßenbahnen ist ausschließlich am Tage vorgesehen (vgl. hierzu Abschnitt 4.3.1). Für die entsprechenden Werkstattbereiche wird im Sinne eines konservativen Ansatzes ein Halleninnenpegel (beurteilungsbezogener Mittelungspegel) von $L_{p,in} = 80 \text{ dB(A)}$ angesetzt. Dies entspricht unseren Erfahrungswerten für solche Werkstattbereiche. Im vorliegenden Referenzgutachten^{VIII} für einen ähnlichen Betrieb wurden Pegelwerte in vergleichbarer Größenordnung ermittelt. Wir gehen davon aus, dass in den Werkstätten keine „Lärbereiche“ gemäß der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung^x ausgewiesen werden sollen bzw. müssen, so dass Halleninnenpegel oberhalb von 80 dB(A) auch von daher auszuschließen sind.

Die Außen- und Innenreinigung sowie bei Bedarf die Befüllung mit Betriebsstoffen erfolgt in den Abend- und Nachtstunden kontinuierlich von 18:00 Uhr bis ca. 02:30 Uhr im nord-östlichen Werkstattbereich. Hierfür wird ein Halleninnenpegel von $L_{p,in} = 70 \text{ dB(A)}$ berücksichtigt. Dies stellt einen konservativen Ansatz auf der Basis von Erfahrungswerten dar.

Entsprechend einer konservativen Abschätzung der BSAG sind für die Berechnung der Schallabstrahlung des Werkstattgebäudes die folgenden „leichten Bauteile“ zu beachten:

- Durchlaufendes Fensterband mit einer Gesamtfläche von rd. 250 m² in der Südwestseite der Werkstattbereiche „Radsatzbearbeitung“, „Inspektion 2“ und „Versorgen“; davon sollen 25% der Fenster mit einer Lüftungsfunktion (Schrägstellung) ausgestattet werden,
- Öffenbare Lichtkuppeln auf dem Hallendach bei fast allen Werkstattbereichen (außer „Radsatzbearbeitung“) mit einer Gesamtfläche von rd. 100 m².

Darüber hinaus sind insgesamt 7 Tore für die Ein- und Ausfahrt der Straßenbahnen vorgesehen:

- 3 Tore mit einer Gesamtfläche von etwa 90 m² in der Nordwestseite der Werkstattbereiche „Waschen“, „Klimawartungsplatz“ und „Inspektion 1“,
- 3 Tore mit einer Gesamtfläche von etwa 90 m² in der Südostseite der Werkstattbereiche „Versorgen“, „Drehgestell“ und „Inspektion 2“,
- 1 Tor mit einer Fläche von rd. 20 m² in der Südostseite des Werkstattbereichs „Radsatzbearbeitung“.

5. Ausbreitungsrechnung

Alle für die Ausbreitungsrechnung wesentlichen Parameter (Fahrwege der Busse und Straßenbahnen, Parkplätze, Straßenachsen, Reflexkanten, Werkstattgebäude Beugungskanten, Geländehöhen, etc.) wurden digitalisiert.

Die zu beachtenden Rechenverfahren wurden im Programm *SoundPLAN* programmiert. Das Programm arbeitet nach dem sogenannten „Suchstrahlverfahren“, die Abschnitts-Berechnung erfolgt in 1°-Schritten.

5.1 Rechenverfahren „Verkehrslärm“

Die Immissionsbelastung durch Verkehrslärm von der geplanten Umsteigeanlage sowie der umliegenden Hauptverkehrsstraßen wurde entsprechend den *RLS-90* und der *SCHALL 03* (vgl. auch Anlage 1 und 2 zur *16. BImSchV*) rechnerisch ermittelt.

Bei der Berechnung der Straßenverkehrsgeräusche wurde eine Reflexion und soweit erforderlich der Zuschlag D_{Ref} für Mehrfachreflexionen (z.B. zwischen parallelen, reflektierenden und weitgehend geschlossenen Hausfassaden) berücksichtigt. Dieser Zuschlag ist bei der Berechnung der Schienenverkehrsgeräusche gemäß der aktuellen Schall 03 nicht mehr anzusetzen, dafür sind drei Schallreflexionen zu berücksichtigen.

Berechnet wurden die Mittelungspegel für die Zeit von 6.00 - 22.00 Uhr (Tag) und 22.00 - 6.00 Uhr (Nacht) für alle Stockwerke der in den Lageplänen (Anlage 1) dargestellten Immissionsorte. Im sogenannten „Außenwohnbereich“ (Balkone, Terrassen, Freisitz, etc.) ist ausschließlich der Beurteilungspegel „tags“ maßgebend.

Für Straßenverkehrsgeräusche wurde richtliniengerecht eine mittlere Quellpunkthöhe von

$$\langle h_Q \rangle = 0,5 \text{ m über OK Fahrfläche}$$

zugrunde gelegt. Im Hinblick auf die Abstrahlung von Schienenverkehrsgeräuschen wurden gemäß Schall 03 zwei Quellhöhen, eine auf Schienenoberkante in 0 m und eine für die Aggregatgeräusche in 4 m Höhe berücksichtigt.

Gem. VLärmSchR 97^{xi} liegt der maßgebende Immissionsort bei Gebäuden in Höhe der Geschossdecke (0,2 m über der Fensteroberkante) an der Außenfassade des zu schützenden Raumes. Der maßgebende Immissionsort ist bei

- Balkonen und Loggien deren Außenfassade (Brüstung) in Höhe der Geschossdecke der betroffenen Wohnung,
- Terrassen und unbebauten Außenwohnbereichen jeweils deren Mittelpunkt in 2 m Höhe.

Nach Abschnitt X Nr. 27 der VLärmSchR 97 ist der LÄRMSCHUTZBEREICH wie folgt definiert:

Die Notwendigkeit von Lärmschutzmaßnahmen ist über den Neubau- bzw. Ausbauabschnitt (z.B. Planfeststellungsabschnitt) hinaus für den Bereich zu prüfen, auf den der vom Verkehr im Bauabschnitt ausgehende Lärm ausstrahlt. Dabei ist zu beachten:

- *bei der Ermittlung des Beurteilungspegels im Bauabschnitt wird die volle Verkehrsstärke (Verkehrsbelastung des Bauabschnittes und des sich anschließenden, baulich nicht veränderten Bereichs) zugrunde gelegt;*
- *für die Ermittlung des Beurteilungspegels des vorhandenen, baulich nicht geänderten Bereichs ist jedoch nur die Verkehrsbelastung des Bauabschnitts maßgeblich, die Verkehrsbelastung des sich anschließenden, baulich nicht geänderten Bereichs der vorhandenen Straße ist außer Acht zu lassen; d.h. mit Null anzusetzen.*

Für die Dimensionierung der Lärmschutzmaßnahmen sind wieder beide Abschnitte mit ihrer vollen Verkehrsstärke zu berücksichtigen.

5.2 Rechenverfahren „Gewerbelärm“

Die Berechnungen der Gewerbelärmimmissionen des Betriebshofs erfolgten frequenzabhängig entsprechend der ISO 9613-2^{xii}. Das Kriterium für die Betrachtung flächenhafter Geräuschemissionen wurde im Sinne von Nr. 4 der ISO 9613-2 beachtet. Bezüglich der Genauigkeit des Verfahrens wird auf Abschnitt 9 der ISO 9613-2 verwiesen. Die Terzspektren der Geräuschemissionen von den verkehrenden Straßenbahntypen wurden aus dem vorliegenden Referenzgutachten^{viii} übernommen.

Die Berechnung der Schallabstrahlung von der geplanten Werkstatt erfolgt gemäß DIN EN 12354-4^{xiii}.

Bei der Berechnung der Gewerbelärmimmissionen wurden drei Reflexionen berücksichtigt. Die betrachteten Immissionsorte liegen an den nächstgelegenen Wohngebäuden in Höhe der Geschossdecken der zu schützenden Räume (s. Abschnitt 5.1). Die Berechnungen erfolgten für den Tag und die ungünstigste Nachtstunde.

5.3 Prognosesicherheit (vgl. A.2.2 der TA Lärm)

Die Immissionsrichtwerte der TA Lärm sind im Normalbetrieb einer gewerblichen Anlage grundsätzlich einzuhalten. Das betrifft auch einzelne besonders ungünstige bzw. lautstarke Betriebstage.

Daher werden der Berechnung der hier verwendeten Emissionskenndaten jeweils ungünstige Ansätze (Emissionspegel, Einwirkzeiten sowie die Häufigkeit/ Anzahl der Ereignisse) für geräuschrelevanten Anlagen und Vorgänge zugrunde gelegt. Damit ist für den Regelfall (Regelbetrieb) damit zu rechnen, dass (z.B. im Falle von Nachmessungen) in der Nachbarschaft niedrigere als die hier prognostizierten Pegelwerte L_r ermittelt werden.

Unsicherheiten des Rechenverfahrens werden durch die oben beschriebene Verwendung konservativer Ansätze ausreichend kompensiert.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass sich die o.a. grundlegenden Forderungen der TA Lärm einer Herangehensweise mit statistischen Mitteln entziehen. Mittelwerte und die entsprechenden Vertrauensbereiche sind nicht geeignet, bei möglichen großen Schwankungen betrieblicher Aktivitäten einen ungünstigen Betriebstag abzubilden. Darüber hinaus lassen sich für typische Vorgänge und Emissionspegel gewerblicher Anlagen statistische Unsicherheiten ohnehin nur zum Teil ermitteln bzw. definieren.

5.4 Rechenergebnisse

Die untersuchten Immissionsorte im Umfeld der Umsteiganlage und des Betriebshofs Gröpelingen sowie die erforderlichen aktiven und passiven Lärm-schutzmaßnahmen sind der Anlage 1 zu entnehmen.

Die Rechenergebnisse zum Verkehrslärm (Umsteiganlage) und Gewerbelärm (Betriebshof) sind in der Anlage 2 und 3 zusammengestellt.

6. Beurteilungsgrundlagen

6.1 Verkehrslärm von der Umsteiganlage (16. BImSchV)

Gesetzliche Grundlage für die Durchführung von Lärmschutzmaßnahmen beim Bau oder der „wesentlichen Änderung“ von öffentlichen Straßen- und Schienenwegen sind die §§ 41 und 42 BImSchG vom 15.03.1974 in der z. Z. gültigen Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 29. Mai 2017 (BGBl. I S. 1298) in Verbindung mit der gemäß § 43 BImSchG erlassenen Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (16. BImSchV) vom 18.12.2014.

In der Verkehrslärmschutzverordnung (s.u.) sind die lärmschutzauslösenden Kriterien festgelegt, wie die Definition der wesentlichen Änderung, die zu beachtenden Immissionsgrenzwerte und die Einstufung betroffener Bebauung in eine Gebietskategorie.

Nach § 41 (1) BImSchG muss beim Bau oder der wesentlichen Änderung öffentlicher Verkehrswege sichergestellt werden, dass durch Verkehrsgeräusche keine schädlichen Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind (aktiver Lärmschutz). Dies gilt nach § 41 (2) BImSchG jedoch nicht, wenn die Kosten außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck stehen.

Kann eine bauliche Nutzung mit aktivem Lärmschutz nicht oder nicht ausreichend geschützt werden, besteht nach § 42 ein Anspruch auf Entschädigung für Lärmschutzmaßnahmen an den betroffenen baulichen Anlagen in Höhe der erbrachten notwendigen Aufwendungen (passiver Lärmschutz).

Der Umfang der notwendigen Aufwendungen wird in einer Vereinbarung zwischen dem Baulastträger und dem Eigentümer der betroffenen baulichen Anlage festgelegt.

Bei Überschreitung des zutreffenden Immissionsgrenzwertes am Tage kann eine weitere Entschädigung in Geld als Ausgleich für die Beeinträchtigung von Außenwohnbereichen infrage kommen.

Die Wahl der Lärmschutzmaßnahmen wird unter Beachtung bautechnischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte und in Abwägung mit sonstigen Belangen getroffen. Dem aktiven Lärmschutz wird hierbei der Vorrang eingeräumt.

Nach § 2 der 16. *BImSchV* gelten die folgenden IMMISSIONSGRENZWERTE (IGW):

an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen

<i>tags</i>	57 dB(A)
<i>nachts</i>	47 dB(A)

in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

<i>tags</i>	59 dB(A)
<i>nachts</i>	49 dB(A)

in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

<i>tags</i>	64 dB(A)
<i>nachts</i>	54 dB(A)

*in Gewerbegebieten (ausnahmsweise zulässige **Wohnungen**)*

<i>tags</i>	69 dB(A)
<i>nachts</i>	59 dB(A).

Zur Definition des *Anwendungsbereiches* ist in § 1 der 16. Verordnung folgendes ausgeführt:

- (1) *Die Verordnung gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen der Eisenbahnen und Straßenbahnen (Straßen und Schienenwege).*
- (2) *Die Änderung ist wesentlich, wenn*
 1. *eine Straße um einen oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr oder ein Schienenweg um ein oder mehrere durchgehende Gleise baulich erweitert wird oder*
 2. *durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms um mindestens 3 Dezibel (A) oder auf mindestens 70 Dezibel (A) am Tage oder mindestens 60 Dezibel (A) in der Nacht erhöht wird.*

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

Die angesprochenen Zuschläge für die Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit werden bei der Berechnung der Beurteilungspegel am Immissionsort gemäß der vorgegebenen Verteilung der Vorgänge auf die jeweiligen Tagstunden entsprechend der maßgeblichen Gebietskategorie berücksichtigt.

Abschnitt 2.4 der TA Lärm beschreibt die Regelungen bezüglich *Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung* sowie *Fremdgeräuschen*:

Vorbelastung ist die Belastung eines Ortes mit Geräuschimmissionen von allen Anlagen, für die diese Technische Anleitung gilt, ohne den Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage.

Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die zu beurteilende Anlage voraussichtlich (bei geplanten Anlagen) oder tatsächlich (bei bestehenden Anlagen) hervorgerufen wird.

Gesamtbelastung ist im Sinne dieser Technischen Anleitung die Belastung eines Immissionsortes, die von allen Anlagen hervorgerufen wird, für die diese Technische Anleitung gilt.

Fremdgeräusche sind alle Geräusche, die nicht von der zu beurteilenden Anlage ausgehen.

Zur Frage eines ggf. „relevanten Immissionsbeitrages“ wird im Abschnitt 3.2.1 der TA Lärm u.a. ausgeführt:

Die Genehmigung für die beurteilende Anlage darf auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist. Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Nach Nr. 2.2 der TA Lärm ist der *Einwirkungsbereich einer Anlage* wie folgt definiert:

Einwirkungsbereich einer Anlage sind die Flächen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche

- a) *einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB(A) unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt, oder*
- b) *Geräuschspitzen verursachen, die den für deren Beurteilung maßgebenden Immissionsrichtwert erreichen.*

6.3 Baulärm

Im BImSchG^{xiv} wird im Hinblick auf Geräuschimmissionen durch **Baulärm** u.a. auf verschiedene Verwaltungsvorschriften verwiesen.

Mit der „Verordnung^{xv} zur Einführung der Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung“ vom 29. August 2002^{xvi} wurden u.a. die *15. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes* (Baumaschinenlärm- Verordnung) sowie die folgenden *Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zum Schutz gegen Baulärm*, aufgehoben:

- Emissionsrichtwerte für Betonmischeinrichtungen und Transportbetonmischer
- Emissionsrichtwerte für Radlader - (RadladerVwV)
- Emissionsrichtwerte für Kompressoren - (KompressorenVwV)
- Emissionsrichtwerte für Betonpumpen - (BetonpumpenVwV)
- Emissionsrichtwerte für Planierdrauen - (PlanierdrauenVwV)
- Emissionsrichtwerte für Kettenlader - (KettenladerVwV)
- Emissionsrichtwerte für Bagger - (BaggerVwV)
- Emissionswerte für Krane (2. BImSchVwV)
- Emissionswerte für Drucklufthämmer (3. BImSchVwV)

Regelungen zum **Betrieb** von Baumaschinen und –geräten werden im Abschnitt 3 der angesprochenen Verordnung wie folgt getroffen:

§ 7 Betrieb in Wohngebieten

(1) In reinen, allgemeinen und besonderen Wohngebieten, Kleinsiedlungsgebieten, Sondergebieten, die der Erholung dienen, Kur- und Klinikgebieten und Gebieten für die Fremdenbeherbergung nach den §§ 2, 3, 4, 4a, 10 und 11 Abs. 2 der Baunutzungsverordnung sowie auf dem Gelände von Krankenhäusern und Pflegeanstalten dürfen im Freien

1. *Geräte und Maschinen nach dem Anhang an Sonn- und Feiertagen ganztägig sowie an Werktagen in der Zeit von 20.00 Uhr bis 07.00 Uhr nicht betrieben werden,*
2. *Geräte und Maschinen nach dem Anhang Nr. 02, 24, 34 und 35 an Werktagen auch in der Zeit von 07.00 Uhr bis 09.00 Uhr, von 13.00 Uhr bis 15.00 Uhr und von 17.00 Uhr bis 20.00 Uhr nicht betrieben werden, es sei denn, dass für die Geräte und Maschinen das gemeinschaftliche Umweltzeichen nach den Artikeln 7 und 9 der Verordnung Nr. 1980/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juli 2000 zur Revision des gemeinschaftlichen Systems zur Vergabe eines Umweltzeichens (ABl. EG Nr. L 237 S. 1) vergeben worden ist und sie mit dem Umweltzeichen nach Artikel 8 der Verordnung Nr. 1980/2000/EG gekennzeichnet sind.*

Satz 1 gilt nicht für Bundesfernstraßen und Schienenwege von Eisenbahnen des Bundes, die durch Gebiete nach Satz 1 führen. Die Länder können für Landesstraßen und nichtbundeseigene Schienenwege, die durch Gebiete nach Satz 1 führen, die Geltung des Satzes 1 einschränken.

(2) Die nach Landesrecht zuständige Behörde kann im Einzelfall Ausnahmen von den Einschränkungen des Absatzes 1 zulassen. Der Zulassung bedarf es nicht, wenn der Betrieb der Geräte und Maschinen im Einzelfall zur Abwendung einer Gefahr bei Unwetter oder Schneefall oder zur Abwendung einer sonstigen Gefahr für Mensch, Umwelt oder Sachgüter erforderlich ist. Der Betreiber hat die zuständige Behörde auf Verlangen über den Betrieb nach Satz 2 zu unterrichten. Von Amts wegen können im Einzelfall Ausnahmen von den Einschränkungen des Absatzes 1 zugelassen werden, wenn der Betrieb der Geräte und Maschinen zur Abwendung einer Gefahr für die Allgemeinheit erforderlich ist.

(3) Weitergehende landesrechtliche Vorschriften zum Schutz von Wohn- und sonstiger lärmempfindlicher Nutzung und allgemeine Vorschriften des Lärmschutzes, insbesondere zur Sonn- und Feiertagsruhe und zur Nachtruhe, bleiben unberührt.

§ 8 Betrieb in empfindlichen Gebieten

Die Länder können

1. unter Beachtung des Artikels 17 der Richtlinie 2000/14/EG weiter gehende Regelungen für Einschränkungen des Betriebs von Geräten und Maschinen nach dem Anhang in von ihnen als empfindlich eingestuft Gebieten treffen,
2. unter Beachtung der allgemeinen Vorschriften des Lärmschutzes Regelungen zu weitergehenden Ausnahmen von Einschränkungen des Betriebs von Geräten und Maschinen nach dem Anhang treffen, soweit
 - a) lärmarme Geräte und Maschinen eingesetzt werden, deren Betrieb nicht erheblich stört oder unter Abwägung öffentlicher und privater Belange sowie unter Berücksichtigung anderweitiger Lösungsmöglichkeiten Vorrang hat, oder
 - b) der Betrieb im öffentlichen Interesse erforderlich ist.

Weitere Regelungen sind der Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm^{xvii} zu entnehmen. In Nr. 3.1.1 dieser AVV sind die folgenden IMMISSIONS- RICHTWERTE festgesetzt worden:

- a) Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind,
70 dB(A)
- b) Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind,
tagsüber 65 dB(A) nachts 50 dB(A)
- c) Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,
tagsüber 60 dB(A) nachts 45 dB(A)
- d) Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,
tagsüber 55 dB(A) nachts 40 dB(A)
- e) Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind,
tagsüber 50 dB(A) nachts 35 dB(A)
- f) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten
tagsüber 45 dB(A) nachts 35 dB(A)

3.1.2 Als Nachtzeit gilt die Zeit von 20 Uhr bis 7 Uhr.

3.1.3 Der Immissionsrichtwert ist überschritten, wenn der nach Nummer 6 ermittelte Beurteilungspegel den Richtwert überschreitet. Der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit ist ferner überschritten, wenn ein Meßwert oder mehrere Meßwerte (Nummer 6.5) den Immissionsrichtwert um mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Der sachliche Geltungsbereich der angesprochenen AVV ist wie folgt definiert:

Diese Vorschrift gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Sie enthält Bestimmungen über Richtwerte für die von Baumaschinen auf Baustellen hervorgerufenen Geräuschemissionen, das Messverfahren und über Maßnahmen, die von den zuständigen Behörden bei Überschreiten der Immissionsrichtwerte angeordnet werden sollen.

Baustelle im Sinne des Gesetzes ist der Bereich, in dem Baumaschinen zur Durchführung von Bauarbeiten Verwendung finden, einschließlich der Plätze, auf denen Baumaschinen zur Herstellung von Bauteilen und zur Aufbereitung von Baumaterial für bestimmte Bauvorhaben betrieben werden.

Zu den **Baumaschinen** im Sinne des § 1 Abs. 2 des Gesetzes gehören auch die auf der Baustelle betriebenen **Kraftfahrzeuge**.

Bauarbeiten im Sinne des Gesetzes sind Arbeiten zur Errichtung, Änderung oder Unterhaltung von baulichen Anlagen sowie Abbrucharbeiten. Bauarbeiten sind nicht Arbeiten im Rahmen der Aufsuchung, Gewinnung oder Aufbereitung von Bodenschätzen, auch solcher Bodenschätze, die als Baustoffe bei der Herstellung baulicher Anlagen Verwendung finden (Steine, Sand, Kies, etc.).

6.4 Allgemeine Beurteilungskriterien

Neben den absoluten Skalen von RICHTWERTEN bzw. ORIENTIERUNGSWERTEN, sollte sinnvollerweise auch der allgemein übliche Maßstab einer subjektiven Beurteilung von Pegelunterschieden bei der Beurteilung einer Geräuschsituation beachtet werden. Dabei werden üblicherweise die folgenden Begriffsdefinitionen verwendet (vgl. u.a. *Sälzer*^{xviii}):

“messbar” (nicht messbar):

Änderungen des Mittelungspegels um weniger als 1 dB(A) werden als "nicht messbar" bezeichnet. Dabei wird berücksichtigt, dass eine messtechnische Überprüfung einer derartigen Pegeländerung in aller Regel nicht möglich ist.

„wesentlich“ (nicht wesentlich):

Als "wesentliche Änderung" wird eine Änderung des Mittelungspegels um mehr als 3 dB(A) definiert. Diese Festlegung ist an den Sachverhalt geknüpft, dass erst von dieser Zusatzbelastung an die Mehrzahl der Betroffenen eine Änderung der Geräusch-Immissionssituation subjektiv wahrnimmt. Rein rechnerisch ergibt sich eine Änderung des Mittelungspegels um 3 dB(A) wenn z.B. die Einwirkzeit eines Geräusches - bei ansonsten unveränderten Randbedingungen - verdoppelt ($\Rightarrow + 3 \text{ dB(A)}$) bzw. halbiert ($\Rightarrow - 3 \text{ dB(A)}$) wird.

“Verdoppelung”:

Änderungen des Mittelungspegels um ca. 10 dB(A) werden subjektiv als "Halbierung" bzw. "Verdoppelung" der Geräusch-Immissionsbelastung beschrieben.

7. Beurteilung der Verkehrslärmimmissionen von der Umsteiganlage

7.1 Schienenverkehrslärm

Für die im Nahbereich der künftigen Umsteiganlage gelegene schutzbedürftigen Bebauung ergeben sich im Prognosefall die folgenden typischen Beurteilungspegel durch Schienenverkehrslärmimmissionen (vgl. hierzu Anlage 2.1, Seite 1 ff, Spalte 8+9):

Bebauung an der Basdahler Straße (MI-Gebiet)

52 - 60 dB(A) tags / 46 - 56 dB(A) nachts

bzw. **48 - 60 dB(A) tags**

auf den schutzbedürftigen Freiflächen

Bebauung nordöstlich der Gröpelinger Heerstraße (WA-Gebiet)

58 - 60 dB(A) tags / 52 - 54 dB(A) nachts

Bebauung nordöstlich der Gröpelinger Heerstraße (MI-Gebiet)

51 - 60 dB(A) tags / 45 - 54 dB(A) nachts

bzw. **53 - 54 dB(A) tags**

auf den schutzbedürftigen Freiflächen

Das Wohngebäude Gröpelinger Heerstraße Nr. 324 ist am stärksten durch Schienenverkehrslärm von der Umsteiganlage betroffen. Dort wird der Immissionsgrenzwert für gemischte Bauflächen in der Nachtzeit um **2 dB(A)** überschritten.

Außerdem wird der Immissionsgrenzwert gemäß § 2 der 16. BImSchV für Wohngebiete bei den innerhalb des WA-Gebiets gelegenen Wohngebäuden Gröpelinger Heerstraße Nr. 307, Nr. 309, Nr. 311, Nr. 313, Nr. 315 und Nr. 321 überwiegend nachts um bis zu **5 dB(A)** überschritten. Lediglich im Bereich des Wohngebäudes Gröpelinger Heerstraße Nr. 321 wird der Immissionsgrenzwert auch tags geringfügig (**um 1 dB(A)**) überschritten.

Für die angesprochenen Objekte mit festgestellter Grenzwertüberschreitung wird durch die geplante Verschiebung der Straßenbahngleise innerhalb der Umsteiganlage nach den gesetzlichen Bestimmungen der 16. BImSchV „dem Grunde nach“ ein Rechtsanspruch auf Lärmschutzmaßnahmen ausgelöst.

7.2 Straßenverkehrslärm (Busse)

Die durch den Busverkehr im Bereich der künftigen Umsteiganlage verursachten Straßenverkehrslärmimmissionen betragen in Abhängigkeit von der Lage der untersuchten Bebauung (vgl. hierzu Anlage 2.1, Seite 1 ff, Spalte 13+14):

Bebauung an der Basdahler Straße (MI-Gebiet)

49 - 54 dB(A) tags / 43 - 48 dB(A) nachts

bzw. **48 - 54 dB(A) tags**

auf den schutzbedürftigen Freiflächen

Bebauung nordöstlich der Gröpelinger Heerstraße (WA-Gebiet)

57 - 60 dB(A) tags / 50 - 53 dB(A) nachts

Bebauung nordöstlich der Gröpelinger Heerstraße (MI-Gebiet)

48 - 60 dB(A) tags / 41 - 54 dB(A) nachts

bzw. **50 - 51 dB(A) tags**

auf den schutzbedürftigen Freiflächen

Im Bereich der Wohngrundstücke an der Basdahler Straßen liegen die Straßenverkehrslärmpegel durch den Busverkehr in der Umsteiganlage sowohl am Tage als auch in der Nachtzeit deutlich (um mindestens 6 dB(A)) unter dem Immissionsgrenzwert für gemischte Bauflächen.

Dem gegenüber wird der Immissionsgrenzwert nach § 2 der 16. BImSchV für Wohngebiete bei den innerhalb des WA-Gebiets gelegenen Wohngebäuden Gröpelinger Heerstraße Nr. 307, Nr. 309, Nr. 311, Nr. 313, Nr. 315 und Nr. 321 überwiegend nachts um **1 – 4 dB(A)** überschritten. Im Bereich des Wohngebäudes Gröpelinger Heerstraße Nr. 307 wird der Immissionsgrenzwert auch tags geringfügig (**um 1 dB(A)**) überschritten.

Demnach sind innerhalb des WA-Gebiets nordöstlich der Gröpelinger Heerstraße durch den Straßenverkehrslärm dieselben Gebäude von einer Grenzwertüberschreitung betroffen wie durch den Schienenverkehrslärm.

Für die angesprochenen Objekte mit festgestellter Grenzwertüberschreitung ergibt sich durch die geplante Verschiebung der Buswendeschleife innerhalb der Umsteiganlage nach den gesetzlichen Bestimmungen der 16. BImSchV „dem Grunde nach“ ein Rechtsanspruch auf Lärmschutzmaßnahmen.

7.3 Summenpegel durch Straßen- und Schienenverkehrslärm

Vorbemerkung:

Eine festgestellte Überschreitung des Immissionsgrenzwerts unter Berücksichtigung des **gesamten** Straßen- und Schienennetzes (**Summenpegel**) führt **nicht** von vornherein zu einem Rechtsanspruch auf Lärmschutzmaßnahmen im Sinne der **16. BImSchV**.

Soweit in **bestehende** Verkehrswege nicht „erheblich baulich eingriffen“ wird, ist nach den gesetzlichen Bestimmungen der **16. BImSchV** in aller Regel⁴ kein Anspruch auf Lärmschutzmaßnahmen abzuleiten, selbst wenn z.B. durch verkehrslenkende oder planerische Maßnahmen eine Lärmsteigerung um mehr als 3 dB(A) eintritt und IMMISSIONSGRENZWERTE überschritten werden. Eine Ausnahme liegt dann vor, wenn sich dadurch die **Verkehrsfunktion** einer vorhandenen Straße **grundsätzlich ändert** (sogen. „Sackgassen-Regelung“).

Auch bei einer festgestellten Überschreitung des **Sanierungsgrenzwerts** besteht nicht von vornherein ein Rechtsanspruch auf Lärmschutz, da derartige Maßnahmen eine **freiwillige** Leistung des Bundes darstellen und i.a. nur an Autobahnen und Bundesstraßen gewährt werden. Dabei sind im Vergleich zu den Regelungen der **16. BImSchV** deutlich höhere Sanierungsgrenzwerte (z.B. für Wohngebiete 67 dB(A) tags und 57 dB(A) nachts) zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang ist jedoch auf die Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichtes vom 18.12.1999 zu verweisen, wonach eine Überschreitung eines Bezugspegel⁵ von 70 dB(A) am Tage bzw. 60 dB(A) in der Nachtzeit städtebaulich besonders zu würdigen ist (vgl. z.B. BVerwG 4N6.88 BRS 50 Nr. 25).

⁴ soweit im Rahmen der Beurteilung verwaltungsrechtliche Gesichtspunkte angesprochen werden, erfolgt dies grundsätzlich unter dem Vorbehalt einer juristischen Fachprüfung, die nicht Gegenstand der schalltechnischen Sachbearbeitung ist.

⁵ In verschiedenen verwaltungsrechtlichen Entscheidungen werden Beurteilungspegel von 70 - 75 dB(A) am Tage bzw. 60 – 65 dB(A) in der Nachtzeit als „absolute Zumutbarkeitsgrenze“ und eine Überschreitung der Bezugspegel von 75 dB(A) am Tage bzw. 65 dB(A) in der Nachtzeit als mögliche Gesundheitsgefährdung angesehen.
Die Bezugspegel 70/60 dB(A) haben in § 1(2) der 16.BImSchV als Entscheidungskriterium auch Eingang in die Beurteilung neuer Verkehrswege bzw. die schalltechnische Bewertung „erheblicher baulicher Eingriffe“ gefunden.

Entsprechend der Verfügung vom SENATOR FÜR UMWELT, BAU UND VERKEHR (SUBV) zur Anwendung des Summenpegels vom 22.03.2011 wird im Rahmen der **Einzel-fallabwägung** auch für die Objekte „dem Grunde nach“ ein Anspruch auf Lärmschutz festgestellt, bei denen im Prognosefall die Gesamt-Immissionsbelastung durch Straßen- und Schienenverkehrsgeräusche von der Umsteiganlage **oberhalb** von **70 dB(A) tags** bzw. **60 dB(A) nachts** liegt.

Für die durch die Verlegung der Umsteiganlage am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Gebäude und Freiflächen errechnen sich Summenpegel durch Straßen- und Schienenverkehrslärmimmissionen von der Umsteiganlage von höchstens **63 dB(A)** am Tage bzw. höchstens **57 dB(A)** in der Nachtzeit (vgl. hierzu Anlage 2.2, Seite 1 ff, Spalte 6+7). Da bei allen untersuchten Objekten die Summenpegel durch Straßen- und Schienenverkehrslärm von der Umsteiganlage die Bezugspegel von 70 dB(A) am Tage bzw. 60 dB(A) in der Nachtzeit unterschreiten, sind keine weitergehenden (über den nach den gesetzlichen Bestimmung der 16. BImSchV hinaus erforderlichen) Lärmschutzmaßnahmen vorzusehen.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass bei den unmittelbar an die Gröpelinger Heerstraße grenzenden Wohngebäuden die Straßenverkehrslärmimmissionen von der Gröpelinger Heerstraße die Bezugspegel von 70/60 dB(A) um bis zu 3 dB(A) überschreiten (vgl. hierzu Anlage 2.2, Seite 1ff, Spalte 16+17). U.E. lässt sich hieraus im vorliegenden Fall weder aus den gesetzlichen Bestimmungen der 16. BImSchV noch aus der Verfügung vom SENATOR FÜR UMWELT, BAU UND VERKEHR (SUBV) zur Anwendung des Summenpegels ein Lärmschutzanspruch ableiten, da die bestehende Gröpelinger Heerstraße und die geplante Umsteiganlage nicht als ein gemeinsamer Verkehrsweg angesehen werden können.

7.4 Straßenverkehrslärm von der Stapelfeldstraße

Durch den geplanten Neubau der Abstellanlage entfällt der im südwestlichen Bereich des Betriebsgrundstücks vorhandene 2 – 2,5 m hohe Erdwall. Dies führt bei den am stärksten betroffenen Wohngrundstücken Basdahler Straße Nr. 28 bis Nr. 34 zu einer Zunahme der Straßenverkehrslärmimmissionen von der Stapelfeldstraße um höchstens 3 dB(A). Dennoch wird dort der Immissionsgrenzwert der 16. BImSchV für gemischte Baufläche weiterhin eingehalten.

Mit der vorgesehenen 1,5 – 5 m hohen Lärmschutzwand nordwestlich des Betriebsgrundstücks wird diese Pegelminderung kompensiert (vgl. hierzu Anlage 2.3, Seite 1 sowie Abschnitt 7.5 und 8)

7.5 Geplante Lärmschutzmaßnahmen zur Minderung des Verkehrslärms von der Umsteiganlage

Durch den geplanten Bau der Haltestelle und Umsteiganlage werden Rechtsansprüche auf Lärmschutz „dem Grunde nach“ entsprechend den diesbezüglichen Regelungen der 16. BImSchV ausgelöst (vgl. hierzu Abschnitt 7.1 und 7.2). Aus diesem Grunde wurde die pegelmindernde Wirkung durch Lärmschutzanlagen nordwestlich bzw. nordöstlich der Umsteiganlage untersucht.

Nach den Ergebnissen der schalltechnischen Untersuchung wird mit einer **1,5 m** hohen und **55 m** langen Lärmschutzwand nordwestlich der Umsteiganlage der Immissionsgrenzwert nach § 2 der 16. BImSchV für gemischte Bauflächen im Bereich des Wohngebäudes Gröpelinger Heerstraße Nr. 324 sowie auf den angrenzenden schutzbedürftigen Freiflächen eingehalten (vgl. hierzu Anlage 1, Blatt 2 und Anlage 2.2, Seite 1, Spalte 10+11).

Demgemäß wird unter schalltechnischen Gesichtspunkten die Errichtung einer derartigen Lärmschutzwand **vorgeschlagen**.

Im Hinblick auf die Gewerbelärmimmissionen von der geplanten Abstellanlage ist im direkten Anschluss an diese 1,5 m hohe Lärmschutzwand eine 5 m hohe und 106 m lange Lärmschutzwand erforderlich (vgl. hierzu Abschnitt 8 und Anlage 1, Blatt 2).

Nach den vorliegenden Rechenergebnissen könnte erst mit einer **5,5 m hohen** und **rd. 200 m langen lückenlosen** Lärmschutzwand nordöstlich der Umsteiganlage der Immissionsgrenzwert der 16. BImSchV für Wohngebiete in allen Etagen und Fassaden der Wohngebäude Gröpelinger Heerstraße Nr. 307, Nr. 309, Nr. 311, Nr. 313, Nr. 315 und Nr. 321 eingehalten werden (sogen. "Vollschutz", vgl. hierzu Anlage 1, Blatt 3).

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten und der hohen Vorbelastung durch Straßenverkehrslärmimmissionen von der Gröpelinger Heerstraße (vgl. hierzu Abschnitt 7.3) ist eine derartige Lärmschutzanlage als unverhältnismäßig einzustufen. Geringere Wandhöhen würden zu einer erheblichen Verschlechterung der Abschirmwirkung durch die Lärmschutzwand führen und nur den Erdgeschossbereich der III-geschossigen Wohngebäude ausreichend abschirmen.

Aus den genannten Gründen ist aus schalltechnischer Sicht die Realisierung einer Lärmschutzwand nordöstlich der geplanten Umsteiganlage (parallel zur Gröpelinger Heerstraße) **nicht zu empfehlen**.

Demnach wird für die im Sinne einer Grenzwertüberschreitung betroffene Wohnbebauung nordöstlich der Gröpelinger Heerstraße ein kompletter passiver Lärmschutz vorgesehen (→ Abwägung).

Für die angesprochenen Gebäude besteht ein Anspruch auf Überprüfung, ob und inwieweit das resultierende bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{W, res}$ der vorhandenen Umfassungsbauteile zu verbessern ist bzw. ob eine Entschädigung des Außenwohnbereichs in Frage kommt.

Grundsätzlich wird nach Nr. 13.4 der „Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes -VLärmSchR 97-“ passiver Lärmschutz für Wohnräume nur gewährt, soweit der Immissionsgrenzwert am Tage überschritten ist. Für den Schutz von Schlafräumen ist hingegen die Überschreitung des Immissionsgrenzwertes in der Nacht maßgebend.

Die „dem Grunde nach“ erforderlichen passiven Lärmschutzmaßnahmen bei vorhandenen Wohngebäuden werden nur dann durchgeführt, wenn u.a.

1. die tatsächliche Nutzung der Räume der in der schalltechnischen Untersuchung angenommenen Nutzung entspricht und
2. das vorhandene bewertete Schalldämmmaß nicht ausreichend ist.

Die durchzuführenden Maßnahmen werden in einem abzuschließenden Entschädigungsvertrag zwischen dem Eigentümer der baulichen Anlage und dem Vorhabenträger geregelt.

Für die Bemessung der passiven Lärmschutzmaßnahmen ist die **24. BImSchV** heranzuziehen. Dabei ist grundsätzlich auf den **Summenpegel** durch Straßen- und Schienenverkehrslärmimmissionen von der Umsteiganlage abzustellen. Bei der Berechnung der erforderlichen Schalldämm-Maße sind im vorliegenden Fall die folgenden Korrektursummanden zugrunde zu legen:

E = + 6 dB für „Innerstädtische Straßen“

E = + 3 dB für „Schienenwege von Straßenbahnen nach § 4 PBefG“

8. Beurteilung der Gewerbelärmimmissionen vom Betriebshof

Nach den Ergebnissen der schalltechnischen Berechnungen wird bei allen Wohngebäuden nordöstlich der Gröpelinger Heerstraße sowohl am Tage als auch in der ungünstigsten Nachtstunde⁶ der jeweils maßgebende Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm sicher eingehalten (vgl. hierzu Anlage 3.2, Blatt 1 ff, Spalte 7+8).

Entsprechend den örtlichen Verhältnissen wird davon ausgegangen, dass die vom Hafengelände verursachten Geräuschimmissionen den maßgebenden Immissionsrichtwert nach Abschnitt 6.1 der TA Lärm bei den im näheren Umfeld des Hafengeländes gelegenen Wohngebäuden Basdahler Straße Nr. 28 bis Nr. 34 und Gröpelinger Heerstraße Nr. 324 bis Nr. 328 bereits ausschöpfen. Aus diesem Grunde soll dort die **Zusatzbelastung** durch den geplanten Betriebshof unter Beachtung des „Nicht-Relevanz-Kriteriums“ gemäß Abschnitt 3.2.1 der TA Lärm um mindestens **6 dB(A)** unter dem dort maßgeblichen Richtwert für **MI**-Gebiete liegen.

Gemäß den vorliegenden Rechenergebnissen wird bei diesen Gebäuden der Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm für MI-Gebiete am Tage mindestens um 6 dB(A) unterschritten (vgl. hierzu Anlage 3.1, Seite 1, Spalte 7).

In der ungünstigsten Nachtstunde sind für die Einhaltung des „Nicht-Relevanz-Kriterium“ der TA Lärm eine **5 m** hohe und **106 m** lange Lärmschutzwand nordwestlich der Abstellanlage sowie eine **5 m** hohen und **48 m** langen Lärmschutzwand⁷ auf der Grenze zwischen der Umsteiganlage und dem Betriebshofgelände erforderlich (vgl. hierzu Anlage 1, Blatt 2 bzw. Anlage 3.1, Seite 1, Spalte 12).

Dabei wurde vorausgesetzt, dass die geplanten Lichtkuppeln im äußerst nordwestlichen Teil der Werkstätten (Abstand < 20 m zur Nordwestfassade) und die Tore in der Nordwestseite der Werkstattbereiche „Klimawartungsplatz und Inspektion 1“ **nachts** grundsätzlich **geschlossen** bleiben. Das Hallentor in der Nordwestseite des Werkstattbereichs „Waschen“ darf höchstens **5 min in jeder Nachtstunde** für die Ausfahrt der Straßenbahnen geöffnet werden.

⁶ Im Hinblick auf den vorgesehenen Betriebsablauf ist dies die Nachtstunde von **0 - 1 Uhr**

⁷ Die Wand sollte jeweils ohne Unterbrechung an das Werkstattgebäude und an die erforderliche 1,5 m hohe Lärmschutzwand nordwestlich der Umsteiganlage angeschlossen werden. Für die Ein- und Ausfahrt der Straßenbahnen ist die Wand an den entsprechenden Stellen mit Toren zu versehen. Die **Tore** können aus schalltechnischer Sicht am Tage und in der Nachtzeit **durchgehend geöffnet** bleiben.

Am Tage können alle Fenster, Lichtkuppeln und Tore der Werkstätten durchgehend geöffnet bleiben.

Gemäß des vorliegenden Referenzgutachtens^{VIII} für eine vergleichbare Anlage beträgt die messtechnisch erfasste Differenz zwischen den „Spitzenpegelwerten“ und den Mittelungspegel von den Straßenbahnfahrten höchstens 13 dB(A). Somit ist davon auszugehen, dass ggf. auftretende kurzzeitige Geräuschspitzen aus den Straßenbahnfahrten auf dem Betriebshof die gemäß TA Lärm höchstzulässigen Werte sowohl tags als auch nachts sicher unterschreiten.

9. Beurteilung der Geräuschsituation während der Bauphase

9.1 Baulärm

Nach Mitteilung des Vorhabenträgers wird die Bauzeit für den geplanten Neubau des Betriebshofs und der Umsteigeanlage Gröpelingen auf insgesamt etwa **3 Jahre** befristet sein. Arbeiten in der Nachtzeit (zwischen 20 und 7 Uhr) werden i.d.R. nicht stattfinden. Auch an den Wochenenden (samstags ab 14.00 Uhr) werden i.d.R. keine Bauarbeiten durchgeführt; eine Ausnahme bilden lediglich sogen. „*power-Baustellen*“, die z.B. im Kreuzungsbereich der Gröpelinger Heerstraße und der Debstedter Straße sowie der Stapelfeldstraße und der Debstedter Straße eingerichtet werden müssen, um die Zeitphase der Vollsperrungen gering zu halten. Die Betriebszeiten der „*power-Baustellen*“ richten sich nach dem Baufortschritt.

Demgemäß kann ohne expliziten Nachweis angenommen werden, dass die im Abschnitt 6.3 *zum Schutz gegen Baulärm* aufgeführten IMMISSIONSRICHTWERTE in der Nachtzeit sicher eingehalten werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass ggf. erforderliche Einzelaggregate, die auch *nachts* weiter betrieben werden müssen (z.B. Pumpen zur Wasserhaltung o.ä.) dem STAND DER LÄRMBEKÄMPFUNGSTECHNIK entsprechen und zum Schutz angrenzender Wohnbebauung ggf. *lärmarm* oder *gekapselt* ausgeführt werden.

In der BEURTEILUNGSZEIT *tags* sind Geräuschimmissionen durch üblichen *Baustellenlärm* sowie an- und abfahrende Baustellenfahrzeuge zu erwarten. Auch für diese Geräusche gilt, dass zum jetzigen Zeitpunkt keine näheren Angaben über die in der hierdurch betroffenen Nachbarschaft auftretenden Immissionspegel gemacht werden können, da Informationen über die genaue Einrichtung der Baustellen, die Art der verwendeten Baumaschinen und -geräte sowie typische, tägliche Einwirkzeiten nicht vorliegen. Es wird vorausgesetzt, dass die zum Einsatz kommenden Maschinen dem STAND DER LÄRMBEKÄMPFUNGSTECHNIK i.S. der im Abschnitt 6.3 aufgeführten *Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zum Schutz gegen Baulärm* entsprechen. Abhängig vom Abstand der maßgebenden Geräuschquellen zur jeweils nächstgelegenen, schutzbedürftigen Bebauung kann zur Einhaltung der in 6.3 genannten Richtwerte der Einsatz *lärmarm*er Maschinen oder der Einsatz von *Schallschirmen* erforderlich werden.

Auf die Regelungen nach § 7 (1) der Verordnung^x wird in diesem Zusammenhang ausdrücklich verwiesen.

Im Rahmen des Planverfahrens sind jedoch keine weitergehenden pauschalen Aussagen über ggf. erforderliche Lärmschutzmaßnahmen und/ oder höchstzulässige Geräusch-Emissionspegel möglich, da künftige Standorte geräuschrelevanter Einzelquellen erst mit der Erstellung eines entsprechenden Baustellen-Einrichtungsplanes festgelegt werden.

Bonk-Maire-Hoppmann GmbH


(Dipl.-Phys. M. Krause)



Sachbearbeiter


(Dipl.-Phys. J. Templin)

Liste der verwendeten Abkürzungen und Ausdrücke

dB(A): Kurzzeichen für Dezibel, dessen Wert mit der Frequenzbewertung "A" ermittelt wurde. Für die im Rahmen dieser Untersuchung behandelten Pegelbereiche ist die A-Bewertung als "gehörlich" anzunehmen.

Emissionspegel: Bezugspegel zur Beschreibung der Schallabstrahlung einer Geräuschquelle. Bei Verkehrswegen üblw. der Pegelwert $L_{m,E}$ in (25 m-Pegel), bei „Anlagengeräuschen“ i.d.R. der *Schalleistungs-Beurteilungspegel* L_{wAr} .

Mittelungspegel "L_m" in dB(A): äquivalenter Mittelwert der Geräuschimmissionen; üblw. zwei Zahlenangaben, getrennt für die Beurteilungszeiten "tags" (6⁰⁰ bis 22⁰⁰ Uhr) und "nachts" (22⁰⁰ bis 6⁰⁰ Uhr). I.d.R. unter Einbeziehung der Schallausbreitungsbedingungen; d.h. unter Beachtung von Ausbreitungsdämpfungen, Abschirmungen und Reflexionen.

Beurteilungspegel in dB(A): Mittelungspegel von Geräuschimmissionen; ggf. korrigiert um Pegelzu- oder -abschläge. Z.B. *Schienenbonus*⁸ für Schienenverkehrsgeräusche bei durchgehenden Bahnstrecken; Zuschlag für *Tonhaltigkeit*...

Immissionsgrenzwert (IGW): Grenzwert für Verkehrslärmimmissionen nach § 2 der 16. BImSchV (vgl. Abschnitt 6)

Orientierungswert (OW): Anhaltswert für die städtebauliche Planung nach Beiblatt 1 zu DIN 18005 (vgl. Abschnitt 6)

Immissionsrichtwert (IRW): Richtwert für den Einfluss von Gewerbelärm oder vergleichbaren Geräuschimmissionen (Freizeitlärm usw.); vgl. z.B. T.A.Lärm.

Ruhezeiten → vgl. *Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit* nach Nr. 6.5 der TA Lärm

Immissionshöhe (HA), ggf. "Aufpunkthöhe": Höhe des jeweiligen Immissionsortes (Berechnungspunkt, Messpunkt) über Geländehöhe in [m].

Quellhöhe (HQ), ggf. "Quellpunkthöhe": Höhe der fraglichen Geräuschquelle über Geländehöhe in [m]. Bei Straßenverkehrsgeräuschen ist richtliniengerecht $HQ = 0,5$ m über StrOb, bei Schienenverkehrsgeräuschen $HQ =$ Schienenoberkante.

Wallhöhe, Wandhöhe (H_w): Höhe einer Lärmschutzwand bzw. eines -walles in [m]. Die Höhe der Lärmschutzanlage wird üblw. auf die Gradientenhöhe des Verkehrsweges bezogen; andernfalls erfolgt ein entsprechender Hinweis.

MIV: Motorisierter Individualverkehr

ÖV: Öffentlicher Verkehr

⁸ Der angesprochene *Schienenbonus* bei der Berechnung der BEURTEILUNGSPEGEL von Schienenwegen entfällt für Bahnstrecken ab 1.1.2015 und für Stadtbahn- und Straßenbahnstrecken ab 2019.

Quellen, Richtlinien, Verordnungen

-
- i Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (*Verkehrslärmschutzverordnung* - 16. BImSchV) vom 18.12.2014, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2014 Teil I Nr. 61, ausgegeben zu Bonn am 23.12.2014.
 - ii Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionschutzgesetzes (*Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung* - 24. BImSchV) vom 4. Februar 1997, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1997, Teil I Nr. 8, geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 23.09.1997 (BGBl. I S. 2329).
 - iii Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 26.8.1998 (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm); GMBI. 1998 Seite 503ff.
 - iv „Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03)“, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2014 Teil I Nr. 61, ausgegeben zu Bonn am 23.12.2014 – vgl. auch Anlage 2 zu § 4 der 16. BImSchV vom 18.12.2014
 - v Baunutzungsverordnung i. d. Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548) geändert worden ist. Änderung des Artikel 2 – veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017, Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 12. Mai 2017.
 - vi SoundPlan GmbH, Backnang; Programmversion 7.4
 - vii *Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90)* bekannt gegeben vom BMV mit Allgemeinem Rundschreiben Straßenbau (ARS) Nr. 8/1990 vom 10.04.1990 (siehe Verkehrsblatt 1990, Heft 7, S. 258 ff) unter Berücksichtigung der Berichtigung Februar 1992, bekannt gegeben vom BMV mit ARS 17/1992 vom 18.03.1992 (siehe Verkehrsblatt 1992, Heft 7, S. 208).
 - viii Technologie entwicklungen & dienstleistungen GmbH, Apenrader Straße 11, 27580 Bremerhaven
Schall- und erschütterungstechnisches Gutachten für den Gleisersatzbau auf dem Betriebshof Neustadt der Bremer Straßenbahn AG vom 29.02.2016
 - ix "Parkplatzlärmstudie" *Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen*, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz; 6. überarbeitete Auflage, Augsburg 2007 (ISBN 3-936385-26-2)
 - x Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) vom 6. März 2007 (BGBl. I S. 261), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 19. Juli 2010 (BGBl. I S. 960).
 - xi Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97), veröffentlicht im Verkehrsblatt 1997 Heft 12, Seite 434

- xii DIN ISO 9613-2 *Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien*
Teil 2 Allgemeine Berechnungsverfahren. (Oktober 1999)
→ vgl. hierzu Abschnitt A.1.4 der TA Lärm
- xiii DIN EN 12354-4, Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden
aus den Bauteileigenschaften – Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie
- xiv Bundes-Immissionsschutzgesetz - Gesetz zum Schutz vor schädlichen
Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen
und ähnliche Vorgänge in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013
(BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. November 2014
(BGBl. I S. 1740) geändert worden ist.
- xv Die Verordnung dient der Umsetzung der Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen
Parlament und des Rates vom 8.Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften
der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur
Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen (Abl. EG Nr. L 162
S.1, Nr. L 311 S.50) in deutsches Recht.
- xvi „Verordnung zur Einführung der Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung“
vom 29.August 2002
- xvii „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräusch-
immissionen“ vom 19. August 1970
[Bundesanzeiger Nr. 160 vom 1. September 1970]
- xviii Sälzer, Elmar: Städtebaulicher Schallschutz. 1982 Bauverlag GmbH „ Wiesbaden
und Berlin
Bruckmayer, S. und Lang, J.: "Störung der Bevölkerung durch Verkehrslärm.
Österreichische Ingenieur-Zeitschrift 112 (1967)
Gösele, K. und Schupp, G.: Straßenverkehrslärm und Störung von Baugebieten.
FBW-Blätter, Folge 3, 1971
Gösele, K. und Koch, S.: Die Störfähigkeit von Geräuschen verschiedener
Frequenzbandbreite. Acustica 20 (1968)
Kastka, J. und Buchta, E.: Zur Messung und Bewertung von
Verkehrslärmbelastungsreaktionen. Ergebnisse einer Felduntersuchung, 9. ICA,
Madrid, 1977