

I.B.U.

INGENIEURBÜRO

für Schwingungs-, Schall- und
Schienenverkehrstechnik
GmbH

engineers for vibration, noise
and railway technology

Dipl.-Ing. Udo Lenz

Sitz: Essen (HRB 23825)

Ladenspelderstraße 61
45147 Essen

Tel. 0201 87445 0

Fax 0201 87445 45

E-Mail office@ibugmbh.com

www.ibugmbh.com

Auftraggeber: Würzburger Straßenbahn GmbH
97064 Würzburg

Objekt: Straßenbahn in Würzburg
Neubau Frauenland und Hubland

Titel: **Immissionen des Baubetriebes**
Beurteilung der während des Baus zu erwartenden Schall- und Erschütterungsimmissionen

Auftrag Nr.: S 01.1118.13

Datum: 04.02.2013

Umfang: 20 Textseiten
17 Anlagen

INHALT

1	AUFGABENSTELLUNG	S.	3
2	KENNWERTE	S.	3
2.1	Erschütterungen	S.	3
2.2	Körperschall	S.	4
2.3	Luftschall	S.	4
2.4	Schallemissionen von Baugeräten	S.	5
3	BEURTEILUNGSKRITERIEN	S.	5
3.1	Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden	S.	5
3.2	Erschütterungseinwirkung auf Bauwerke	S.	7
3.3	Erschütterungseinwirkung auf Geräte	S.	10
3.4	Körperschalleinwirkung auf Menschen	S.	10
3.5	Luftschalleinwirkung auf Menschen	S.	11
3.6	Schalleinwirkungen auf Geräte	S.	13
4	BAUPHASEN	S.	13
4.1	Vorbemerkung	S.	13
4.2	Beschreibung der Bauphasen	S.	14
5	PROGNOSE SCHALLIMMISSIONEN	S.	18
6	BEURTEILUNG	S.	18
7	WEITERES VORGEHEN	S.	19
8	ANLAGEN	S.	20

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Würzburger Straßenbahn GmbH plant den Neubau einer Straßenbahnlinie in die Stadtbezirke Frauenland und Hubland. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens sind Schall- und Erschütterungstechnische Untersuchungen zur Beurteilung der Immissionen des späteren Straßenbahnbetriebes zu erstellen. In diesem Zusammenhang sind der Genehmigungsbehörde auch Aussagen über die Immissionen während des Baus der Straßenbahntrasse vorzulegen. Im vorliegenden Bericht werden die zu betrachtenden Immissionskennwerte und die Beurteilungskriterien beschrieben. Weiterhin werden Abschätzungen über die Höhe der zu erwartenden Immissionen und eine Beurteilung der Immissionen vorgenommen. Es werden Empfehlungen für die Berücksichtigung der Baustellenimmissionen in den weiteren Planungsphasen und der Bauphase zusammengestellt.

2 KENNWERTE

2.1 Erschütterungen

Als Erschütterungen werden Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 80 Hz in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten. Die mit Schwingungsaufnehmern (Geofonen) direkt messbaren Erschütterungssignale sind die *Schwinggeschwindigkeit* $v(t)$ [mm/s] und die *Erregerfrequenz* f_e [Hz] des angeregten Mediums.

Im Hinblick auf die Erschütterungseinwirkung auf Menschen wird üblicherweise aus dem unbewerteten Erschütterungssignal $v(t)$ durch Frequenzbewertung die *bewertete Schwingstärke* $KB_F(t)$ berechnet. Hieraus werden die für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden maßgebenden Immissionsgrößen *maximale bewertete Schwingstärke* KB_{Fmax} (Maximalwert von $KB_F(t)$ im Messzeitraum) sowie die *Beurteilungsschwingstärke* KB_{FTr} (Mittelwert im Beurteilungszeitraum) in der Definition nach DIN 4150, Teil 2, von Juni 99 -Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden - gebildet.

2.2 Körperschall

Als Körperschall werden Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen im Hörbereich in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten.

Die innerhalb von Gebäuden messbaren Körperschallsignale sind die *Schwinggeschwindigkeit* v [mm/s], der *Schalldruck* p [N/m²] und die *Erregerfrequenz* f_e [Hz] des angeregten Mediums. Die zugehörigen *Pegel* L_v [dB] und L_p [dB] werden als *Körperschall-Schwingschnellepegel* L_v und *Körperschall-Schalldruckpegel* L_p (sekundärer Luftschall) bezeichnet.

Im Hinblick auf die Schalleinwirkung auf Menschen wird der lineare Schalldruckpegel dem menschlichen Hörvermögen durch die A-Bewertung (nach DIN 45 633) angepasst und in dB(A) ausgewiesen. Dabei wird berücksichtigt, dass Menschen verschiedene Frequenzen besser oder schlechter wahrnehmen können.

2.3 Luftschall

Allgemein wird Luftschall als der Schall definiert, der sich in Luft in Form von Schallwellen ausbreitet und in direkter Orientierung zum Schallerreger wahrgenommen wird. Luftschallimmissionen werden in Form von Schalldruckpegeln erfasst. Als *Schalldruckpegel* L_p [dB] (oder kurz: Schallpegel) wird der auf den Bezugsschalldruck p_0 bezogene logarithmierte Schallwechseldruck p bezeichnet. Er stellt das lineare Geräuschsignal dar.

Das lineare Geräuschsignal wird dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen durch die A-Bewertung (nach DIN 45 633) angepasst, damit ergibt sich der *A-bewertete Schallpegel* L_{AF} [dB(A)] (F: Zeitsignalbewertung "fast"). Für die Beurteilung tieffrequenter Schalleinwirkungen wird die C-Bewertung (nach DIN 45633) herangezogen.

Der in einem gewählten Zeitraum gemessene höchste Wert des Schalldruckes ist der *A-bewertete Maximalpegel* L_{AFmax} [dB(A)].

Üblicherweise wird der *A-bewertete Mittelungspegel* L_{Aeq} [dB(A)] eines sich zeitlich verändernden Ereignisses (z. B. Dauer eines Bauvorganges) für die weitere Beurteilung von Lärmereignissen herangezogen. Hierbei wird unter Hinzuziehung von Korrekturpegeln der Beurteilungspegel Tag/Nacht gebildet.

2.4 Schallemissionen von Baugeräten

Basierend auf der „Richtlinie 2000/14/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliederstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen“ wurde in Deutschland die „32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV)“ erlassen. Mit der 32. BImSchV werden für bestimmte neue Geräte und Maschinen die zulässigen Schalleistungspegel im Sinne von Emissionsgrenzwerten festgelegt. Die Emissionsgrenzwerte gelten nicht für vorhandene Altgeräte und Maschinen, die vor Inkrafttreten der 32 BImSchV in Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen wurden. Weiterhin ist zu beachten, dass nicht für alle Baumaschinen entsprechende Emissionsgrenzwerte festgelegt wurden.

Nach 32. BImSchV sind Geräte und Maschinen als „lärmarm“ einzustufen, wenn Sie den Anforderungen an die zulässigen Schalleistungspegel der Stufe II in Artikel 12 der Richtlinie 2000/14/EG (Anlage-Nr. 1) genügen.

3. BEURTEILUNGSKRITERIEN

3.1 Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden

In der DIN 4150, Teil 2, von Juni 1999 - Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden - sind Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen zusammengestellt.

Hierin sind Beurteilungsverfahren und Anhaltswerte für durch Baustellen verursachte Erschütterungsimmissionen festgelegt.

Die Beurteilung von zeitlich begrenzten Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen erfolgt in drei Stufen:

- Eine untere Stufe I, bei deren Unterschreitung auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist.
- Eine mittlere Stufe II, bei deren Unterschreitung ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen ist, falls Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen

ergriffen werden. Bei zunehmender Überschreitung auch dieser Stufe werden mit wachsender Wahrscheinlichkeit erhebliche Belästigungen auftreten. Ist zu erwarten, dass Erschütterungseinwirkungen auftreten, die oberhalb der Anhaltswerte der Stufe II liegen, so ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.

- Eine obere Stufe III, bei deren Überschreitung die Einwirkungen unzumutbar sind. In diesem Fall wird die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

Anhaltswerte für diese drei Stufen sind in der folgenden Tabelle für verschiedene Einwirkungsdauern D der erschütterungsrelevanten Arbeiten zusammengestellt. Dabei wird auf eine Unterteilung nach Baugebietsarten weit gehend verzichtet.

Dauer	$D \leq 1$ Tag			6 Tage $< D \leq 26$ Tage			26 Tage $< D \leq 78$ Tage		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A_u	A_o^*	A_r	A_u	A_o^*	A_r	A_u	A_o^*	A_r
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	1,0	5	0,6

* Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_o = 6$.

Tabelle 1: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen

Für die Beurteilung ist zunächst die maximale bewertete Schwingstärke (KB_{Fmax}) heranzuziehen und mit den Anhaltswerten A_u und A_o zu vergleichen:

$$KB_{Fmax} \leq A_u \rightarrow \text{Richtwert eingehalten}$$

$$KB_{Fmax} > A_o \rightarrow \text{Richtwert überschritten}$$

Liegt KB_{Fmax} zwischen A_u und A_o , so ist die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} zu ermitteln.

Für die Beurteilung gilt dann:

$$A_u < KB_{Fmax} \leq A_o$$

und

$$KB_{FTr} \leq A_r$$

→ Richtwert eingehalten

3.2 Erschütterungseinwirkung auf Bauwerke

Die Einwirkung von Erschütterungen auf Gebäude wird nach heutigem technischen Stand auf der Grundlage der DIN 4150, Teil 3, "Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf bauliche Anlagen", Ausg. Februar 1999, beurteilt.

Diese Norm enthält Angaben für die Ermittlung und Beurteilung der durch Erschütterungen verursachten Einwirkungen auf bauliche Anlagen, die für vorwiegend ruhende Beanspruchung bemessen sind, soweit solche Angaben nicht in anderen Normen oder Richtlinien gegeben sind. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht eintreten. Eine Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden oder Gebäudeteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne dieser Norm ist z. B.:

- Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen
- Verminderung der Tragfähigkeit von Decken.

Bei Gebäuden nach Tabelle 1 der DIN 4150/3 (hier Tabelle 2), Zeilen 2 und 3, ist eine Verminderung des Gebrauchswertes auch gegeben wenn z. B.

- Risse im Putz von Wänden auftreten
- bereits vorhandene Risse in Gebäuden vergrößert werden
- Trenn- und Zwischenwände von tragenden Wänden oder Decken abreißen.

Diese Schäden werden auch als leichte Schäden bezeichnet.

Kurzzeitige Bauwerkserschütterungen (Abschn. 5 der Norm):

Aus zahlreichen Messungen der Schwinggeschwindigkeit an Gebäudefundamenten wurden Erfahrungswerte gewonnen, die einen Anhalt für die Beurteilung kurzzeitiger Gesamtbauwerkserschütterungen geben. Für diese Beurteilung wird der größte Wert der drei Einzelkomponenten der Schwinggeschwindigkeit v_i am Fundament herangezogen.

Für die Beurteilung geben darüber hinaus die Schwingungen in der Ebene der obersten Decke, die auf den Außenwänden aufliegt, wesentliche Hinweise.

In der Tabelle 1 der DIN 4150/3 (hier Tabelle 2) sind für die verschiedenen Gebäudearten Anhaltswerte für v_i am Fundament und in der obersten Deckenebene angegeben. Die Anhaltswerte gelten für Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge nicht geeignet

ist, um in der betroffenen Struktur Resonanz zu erzeugen. Anderenfalls sind die Erschütterungen als stationäre Bauwerksschwingungen anzusehen und zu beurteilen.

Werden die Anhaltswerte nach Tabelle 2 eingehalten, so treten Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes, deren Ursachen auf direkte Erschütterungseinwirkungen zurückzuführen wären, nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden trotzdem Schäden beobachtet, ist davon auszugehen, dass andere Ursachen für diese Schäden maßgebend sind.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s			
		Fundament			Deckenebene des obersten Vollgeschosses
		Frequenzen			alle Frequenzen (horizontale Schwingung)
		< 10 Hz	10 - 50 Hz	50 - 100* Hz	
1	Gewerbl. genutzte Bauten, Industriebauten und ähnl. strukturierte Bauten	20	20 - 40	40 - 50	40
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder ihrer Nutzung gleichartige Bauten	5	5 - 15	15 - 20	15
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 u.2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind.	3	3 - 8	8 - 10	8
*) Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.					

Tabelle 2: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke

Treten bei kurzzeitigen Erschütterungen Deckenschwingungen auf, so ist bei $v \leq 20$ mm/s in vertikaler Messrichtung am Ort der größten Schwinggeschwindigkeit - dies ist im Allgemeinen in Deckenmitte - eine Verminderung des Gebrauchswertes der Decken nicht zu erwarten.

Dauererschütterungen (Abschn. 6 der Norm):

In der Tabelle 2 der DIN 4150/3 (hier Tabelle 3) sind für die verschiedenen Gebäudearten Anhaltswerte für den größeren Wert der beiden horizontalen Einzelkomponenten v_i in der obersten Deckenebene angegeben.

Werden die Anhaltswerte nach folgender Tabelle eingehalten, treten Schäden nach den bisherigen Erfahrungen nicht auf. Werden diese Werte überschritten, so folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen.

Wenn Bauwerke in Oberschwingungen angeregt werden, können die Höchstwerte auch in anderen Deckenebenen oder in der Fundamentebene auftreten. Für ihre Beurteilung dürfen ebenfalls die Werte nach Tabelle 3 herangezogen werden.

Die Verwendung anderer Referenzpunkte bedarf des besonderen Nachweises.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige	5
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5

Tabelle 3: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke

Bei Bauteilschwingungen wie Geschossdecken- und Wandschwingungen darf die dynamische Belastung durch Dehnungsmessungen am schwingenden Bauteil bzw. durch Berechnung ermittelt werden.

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

Etwa auftretende leichte Schäden können nicht ohne Weiteres der dynamischen Belastung zugeordnet werden, es müssen vielmehr die näheren Umstände untersucht werden.

3.3 Erschütterungseinwirkung auf Geräte

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf erschütterungsempfindliche Geräte orientiert sich an den von Herstellern angegebenen Grenzwerten und/oder an einer messtechnisch ermittelten Vorbelastung.

Im Rahmen der Halbleiter- und der Nanotechnologie werden üblicherweise die VC-Linien (Vibration Criteria) und die Nano-Linien (nach Heiland/Berger) für die Gestaltung neuer Standorte herangezogen (s. Anlage-Nr. 2). Die dort festgelegten Grenzwerte lassen sich aber nicht im Rahmen von Bautätigkeiten einhalten.

In der Literatur werden allgemein für erschütterungsempfindliche Bereiche von Kliniken folgende Orientierungswerte für Planungen angegeben:

Operationsräume und Mikroskope mit 100facher Vergrößerung:

0,1 mm/s

Mikroskope mit 400facher Vergrößerung:

0,06 mm/s

Bereiche für Mikrochirurgie:

0,025 mm/s

3.4 Körperschalleinwirkungen auf Menschen

Derzeit existiert keine gesetzliche Festlegung oder ein sonstiges Regelwerk zur Beurteilung von Körperschallimmissionen von Baustellen. Hilfsweise kann eine Beurteilung in Anlehnung an die 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TÄ Lärm) vom 26. August 1998 herangezogen werden. Unter Abschnitt 6.2 der TA Lärm sind Immissionsrichtwerte für Immissionsorte innerhalb von Gebäuden bei Körperschallübertragungen festgelegt. Die Beurteilungspegel für schutzbedürftige Räume dürfen folgende Richtwerte nicht überschreiten:

tags: 35 dB(A)

nachts: 25 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 10 dB(A) überschreiten. Die Beurteilungszeiten ergeben sich nach TA Lärm zu

tags: 06:00 – 22:00 Uhr
nachts: 22:00 – 06:00 Uhr

Für die Nachtzeit ist der höchste auf eine volle Nachtstunde bezogene Beurteilungspegel maßgebend.

Für Wohngebiete ist bei der Ermittlung des Beurteilungspegels "Tagzeit" für bestimmte Zeiträume ein Pegelzuschlag von 6 dB zu berücksichtigen. Weitere Zuschläge für Ton- und Impulshaltigkeit sind bei der Berechnung des Beurteilungspegels u. U. zu berücksichtigen.

Beim Auftreten tieffrequenter Geräusche sind die Festlegungen der DIN 45680 – Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft zu beachten.

Laut der Baustellenverordnung zur Beurteilung der Luftschallimmissionen dürfen die Immissionsrichtwerte um bis zu 5 dB überschritten werden. Die Arbeitszeiten sind auf den Zeitraum 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr begrenzt. Da die TA Lärm für Baustellen nicht gilt und nur hilfsweise herangezogen wird, erscheint auch hier eine entsprechende Toleranz sinnvoll zu sein.

3.5 Luftschalleinwirkungen auf Menschen

Die Beurteilung von Luftschallimmissionen aus Baustellenbetrieb erfolgt anhand der

Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVwV) – Geräuschimmissionen – vom 19. August 1970.

Ihre Anwendung beschränkt sich auf den Bereich, in dem die eigentlichen Bauarbeiten durchgeführt werden und Maschinen zur Anfertigung von Bauteilen und zur Aufbereitung von Baumaterialien betrieben werden. Kraftfahrzeuge auf der Baustelle sind hier ebenfalls zu berücksichtigen.

Unter Abschn. 3 der AVwV sind die auf Beurteilungspegel bezogene Immissionsrichtwerte für den Tag und die Nacht festgelegt (Tabelle 4). Der Beurteilungspegel setzt das Einwirken vorhandener, über die Zeit veränderlicher Geräusche, dem Einwirken eines gemittelten, über einen Bezugszeitraum T_r konstanten Geräusches mit dem Pegel L_r gleich. Der Beurteilungspegel ist also ein auf den Tag- bzw. Nachtzeitraum bezogener Mittelungspegel.

Die Nachtzeit beginnt um 20:00 Uhr und endet um 07:00 Uhr. Entsprechend ergibt sich der Beurteilungszeitraum am Tage von 07:00 bis 20:00 Uhr mit 13 Stunden.

Gebietszuordnung	Immissionsrichtwerte
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)
Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind,	tagsüber 65 dB(A) nachts 50 dB(A)
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)
Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,	tagsüber 55 dB(A) nachts 40 dB(A)
Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind,	tagsüber 50 dB(A) nachts 35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tagsüber 45 dB(A) nachts 35 dB(A)

Tabelle 4: Immissionsrichtwerte

Die Ermittlung und Beurteilung von am Tage auftretenden Spitzenpegeln fordert die AVwV nicht. Für die Nachtzeit gilt, dass der Spitzenpegel den Immissionsrichtwert nicht um mehr als 20 dB überschreiten soll.

Abweichend von den anderen Regelwerken zur Beurteilung von Schallimmissionen gelten bei Baustellenlärm die in Tabelle 5 zusammengestellten zeitlichen Korrekturwerte.

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit		Zeitkorrektur in dB(A)
07:00 – 22:00 Uhr	20:00 – 07:00 Uhr	
bis 2 ½ h	bis 2 h	10
über 2 ½ h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5
über 8 h	über 6 h	0

Tabelle 5: Zeitkorrektur bei der Ermittlung des Beurteilungspegels

Unter Abschn. 4 der Vorschrift ist festgelegt, dass Maßnahmen zur Geräuschkürzung bei Überschreitung der Immissionsrichtwerte um mehr als 5 dB(A) anzuordnen sind. Nach Abschn. 5.5.2 der AVwV Baulärm sind Bauarbeiten oberhalb des Immissionsrichtwertes zu-

züglich der 5 dB-Toleranz möglich, wenn die Bauarbeiten im öffentlichen Interesse sind. Voraussetzung ist aber, dass Baumaschinen nach Stand der Technik betrieben werden.

3.6 Schalleinwirkungen auf Geräte

Die Beurteilung der Schalleinwirkung auf entsprechend empfindliche Geräte orientiert sich an den von Herstellern angegebenen Grenzwerten und/oder an einer messtechnisch ermittelten Vorbelastung. Derartige Anforderungen werden bisher sehr selten gestellt. In solchen Fällen erfolgt die Beurteilung meist nicht anhand der üblicherweise zu ermittelnden A-bewerteten Schallpegeln. Es können beispielsweise frequenzbezogene oder C-bewertete Pegel herangezogen werden. Hier gibt es keine Erfahrungswerte.

4 BAUPHASEN

4.1 Vorbemerkung

Im derzeitigen Planungsstadium (Entwurfs- und Genehmigungsplanung) ist nicht detailliert festzulegen, welche Baumaschinen und –geräte in den einzelnen Streckenabschnitten zu welchen Zeiträumen eingesetzt werden. Derartige Details werden erst später im Rahmen der Arbeitsvorbereitung der Bauunternehmung festgelegt. Im derzeitigen Bearbeitungszustand lassen sich nur überschlägige Prognosen des Luftschalls üblicher Bauphasen durchführen. Hinsichtlich der Erschütterungs- und Körperschalleinwirkungen lassen sich lediglich globale Abschätzungen zum Vergleich unterschiedlicher Bauverfahren vornehmen. Im vorliegenden Bericht erfolgt eine entsprechende Betrachtung einzelner Bauphasen.

Für die Immissionsprognose ist davon auszugehen, dass die folgend beschriebenen Arbeitsvorgänge jeweils zeit- und abschnittsweise durchgeführt werden. Für diese Arbeiten werden die für die Immissionsprognose Luftschall benötigten Eingangsdaten (Schallleistungspegel und Einwirkzeit) in einzelnen Tabellen in Form von Punktschallquellen zusammengefasst. Für diese Punktschallquellen erfolgt dann die entfernungsabhängige Abschätzung der Beurteilungspegel (s. Abschn. 6).

Die Schallleistungspegel der in Betrieb befindlichen Baumaschinen und –geräte werden der Literatur – z.B. Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie – entnommen. Die Emissionen der LKW-Fahrten im Baustellenbereich werden ebenfalls der Literatur entnommen und wie folgend dargestellt in Punktschallquellen umgerechnet:

Schalleistungspegel pro 1 m Fahrstrecke und Stunde für einen LKW:

$$L'_{w,h} = 65 \text{ dB(A)}$$

angenommene Streckenlänge: $l = 100 \text{ m}$

angenommene Anzahl (n) der LKW entsprechend den folgenden Tabellen

$$L_w = L'_{w,h} + 10 \lg(l) + 10 \lg(n)$$

4.2 Beschreibung der Bauphasen

Nach derzeitigem Kenntnisstand kann davon ausgegangen werden, dass in den einzelnen Streckenabschnitten folgende Bauphasen zur Erstellung der Gleisanlage und zum Umbau der Straße erforderlich sind:

- Baufeldfreimachung
- Abbruch vorhandene Straße
- Erdaushub
- Erstellung Unterbau
- Erstellung Straßenbahnoberbau
- Wiederherstellung der Straßenoberfläche

In Tabelle 6 sind den vorstehend aufgelisteten Bauphasen zuzuordnenden Arbeitsgeräte, Schalleistungspegel und Einwirkzeiten zu entnehmen. Der Anlage-Nr. 3 sind Details zu den Annahmen der verwendeten Geräte, Arbeitszeiten und Schalleistungspegeln zu entnehmen. Für die Immissionsberechnung wurden die Schalleistungspegel auf Punktschallquellen umgerechnet.

I.B.U.

Bauphase	Teilarbeiten	Vorgänge	eingesetzte Geräte	Quellenart	Schallleistungspegel L_w pro Gerät [dB(A)]	Quellenanzahl (Tag 7 - 20 Uhr)	resultierender Schallleistungspegel $L_{w,ges}$ [dB(A)]	Einwirkzeit (h)	
1	Baufeldfreimachung	Baumfällung und Entfernung und Neuaufbau von Straßenschildern / LSA	Kettensäge	Punktquelle	108,4	1	101	2	
			Lkw mit Kran	Punktquelle	107,6	1		2	
			Lkw-Fahrten	Linienquelle	88,0	2		1	
2	Abbruch vorhandene Straße	Meißelarbeiten	Pressluftmeißel	Punktquelle	119,1	1	113	2	
			Radlader	Punktquelle	108,0	1		2	
		Materialabtransport	Bagger mit Meißel	Punktquelle	121,0	1		2	
			Lkw-Fahrten	Linienquelle	95,0	10		4	
3	Erdaushub	Aushub Materialabtransport	Schaufelbagger	Punktquelle	105,8	2	104	4	
			Lkw-Fahrten	Linienquelle	95,0	10		4	
4	Erstellung Unterbau	a	Planum verdichten	Rüttelplatte	Punktquelle	115,0	1	105	2
				Rüttelplatte	Punktquelle	115,0	1		2
		b	Kiesschicht einbringen Verdichten	Radlader	Punktquelle	106,0	1	106	1
				Lkw-Fahrten	Linienquelle	95,0	10		3
									2
		c	Verschalung	Kreissäge	Punktquelle	112,3	1	105	2
				Hammer	Punktquelle	104,2	5		2
				Lkw-Fahrten	Linienquelle	91,0	4		2
									2
		d	Betonieren Bodenplatte	Betonmischer	Linienquelle	95,0	1	106	3
				Betonpumpe	Punktquelle	108,6	1		3
Rüttler	Punktquelle			108,9	1	3			
Lkw-Fahrten	Linienquelle			98,0	2	6			
e	Verfüllen	Radlader	Punktquelle	108,0	1	97	2		
		Lkw-Fahrten	Linienquelle	98,0	4		2		
5	Erstellung Straßenbahnoberbau	a	Anlieferung Schotter Einbringen Schotter Verdichten	Radlader	Punktquelle	109,0	5	109	1
				Rüttelplatte	Punktquelle	115,0	1		2
				Lkw-Fahrten	Linienquelle	95,0	10		3
		b	Anlieferung Entladen (Ablegen Schiene) Schwelleneinbau	Bagger	Punktquelle	106,0	1	99	1
				Gleisschraubendreher	Punktquelle	104,9	1		2
				Lkw-Fahrten	Linienquelle	91,0	4		3
c	Schweißarbeiten Schleifarbeiten	Schweißgerät	Punktquelle	98,0	2	97	4		
		Schleifgerät	Punktquelle	93,0	1		4		
6	Wiederherstellen der Straßenoberfläche	a	Einbringen Kiesschicht	Radlader	Punktquelle	105,0	1	95	2
				Lkw-Fahrten	Linienquelle	95,0	10		3
		b	Verdichten	Gummistahlwalze	Linienquelle	106,6	1	97	2
c	Asphaltieren	Fertiger	Linienquelle	81,2	1	71	2		
		Stahlwalze	Linienquelle	83,1	1		2		

L_w : Schallleistungspegel einer Punktschallquelle

$L_{w,ges}$: Gesamtschallleistungspegel einer Bauphase einschl. Zeiteinfluss entsprechend Baulärmverordnung

Tabelle 6: Zusammenfassung Emissionsdaten der Bauphase

Weiterhin erfolgt eine globale Beurteilung, inwieweit von den Arbeitsgeräten relevante Schwingungsimmissionen ausgehen (s. Tabelle 7). Die Klassifizierung erfolgt hierzu in 3 Stufen.

I.B.U.

Bauphase	Teilarbeiten	Vorgänge	eingesetzte Geräte	relevante Immissionen zu erwarten?		
				Körperschall	Erschütterungen	
1	Baufeldfreimachung	Baumfällung und Entfernung und Neuaufbau von Straßenschildern / LSA	Kettensäge Lkw mit Kran Lkw-Fahrten	0	0	
2	Abbruch vorhandene Straße	Meißelarbeiten Materialabtransport	Pressluftmeißel Radlader Bagger mit Meißel Lkw-Fahrten	2	2	
3	Erdaushub	Aushub Materialabtransport	Schaufelbagger Lkw-Fahrten	1	1	
4	Erstellung Unterbau	a	Planum verdichten	Rüttelplatte	2	2
		b	Kiesschicht einbringen Verdichten	Rüttelplatte Radlader Lkw-Fahrten	2	2
		c	Verschalung	Kreissäge Hammer Lkw-Fahrten	0	0
		d	Betonieren Bodenplatte	Betonmischer Betonpumpe Rüttler Lkw-Fahrten	0	0
		e	Verfüllen	Radlader Lkw-Fahrten	0	0
5	Erstellung Straßenbahnoberbau	a	Anlieferung Schotter Einbringen Schotter Verdichten	Radlader Rüttelplatte Lkw-Fahrten	2	2
		b	Anlieferung Entladen (Ablegen Schiene) Schwelleneinbau	Bagger Gleisschraubendreher Lkw-Fahrten	0	0
		c	Schweißarbeiten Schleifarbeiten	Schweißgerät Schleifgerät	0	0
6	Wiederherstellen der Straßenoberfläche	a	Einbringen Kiesschicht	Radlader Lkw-Fahrten	0	0
		b	Verdichten	Gummistahlwalze	1	1
		c	Asphaltieren	Fertiger Stahlwalze	1	1

0: keine Auswirkungen zu erwarten
 1: geringe Auswirkungen zu erwarten
 2: relevante Auswirkungen zu erwarten

Tabelle 7: Beurteilung Schwingungsanregung

5 PROGNOSE SCHALLIMMISSIONEN

Die Berechnung der Schallimmissionen erfolgt unter Verwendung der Schalleistungspegel nach Abschnitt 4 analog dem Verfahren der überschlägigen Prognose nach TA Lärm für unterschiedliche Abstände. Die Ergebnisse der einzelnen Prognosen sind der Anlage-Nr. 4 zu entnehmen. Sie sind Grundlage für die weitere Beurteilung (s. Abschn. 6).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Abstand zur Schallquelle in m	Beurteilungspegel Lr in dB(A)													
	Bauphase 1	Bauphase 2	Bauphase 3	Bauphase 4a	Bauphase 4b	Bauphase 4c	Bauphase 4d	Bauphase 4e	Bauphase 5a	Bauphase 5b	Bauphase 5c	Bauphase 6a	Bauphase 6b	Bauphase 6c
5	79	91	82	83	84	83	84	75	87	77	75	74	75	49
10	73	85	76	77	78	77	78	69	81	71	69	68	69	43
15	70	82	72	73	74	73	75	65	77	67	65	65	65	40
20	67	79	70	71	72	71	72	63	75	65	63	62	63	37
25	65	77	68	69	70	69	70	61	73	63	61	60	61	35
30	64	76	66	67	68	67	69	59	71	61	59	59	59	34
35	62	74	65	66	67	66	67	58	70	60	58	57	58	32
40	61	73	64	65	66	65	66	57	69	59	57	56	57	31
60	57	70	60	61	62	61	63	53	65	55	53	53	53	28
80	55	67	58	59	60	59	60	51	63	53	51	50	51	25
100	53	65	56	57	58	57	58	49	61	51	49	48	49	23
150	50	62	52	53	54	53	55	45	57	47	45	45	45	20
200	47	59	50	51	52	51	52	43	55	45	43	42	43	17
400	41	53	44	45	46	45	46	37	49	39	37	36	37	11

Tabelle 8: Ergebnisse Immissionsprognose Schall

6 BEURTEILUNG

Hinsichtlich der **Schallimmissionen** ist festzustellen, dass während einzelner Bauphasen in unmittelbarer Nähe zu den Bautätigkeiten eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte der Baulärmverordnung, einschließlich Toleranzwert von 5 dB(A), sowohl in den Wohngebieten als auch im Kerngebiet zu erwarten ist. Bei entsprechendem Abstand zu den Bautätigkeiten werden die Immissionsrichtwerte eingehalten.

Hinsichtlich der **Körperschall- und Erschütterungsimmissionen** ist festzustellen, dass im Wesentlichen keine Bauverfahren eingesetzt werden, bei denen hohe Erschütterungs- und Körperschallimmissionen zu erwarten sind. Lediglich der Straßenabbruch mit Presslufthammer und Meißel wird im Abstand von bis zu 20 m zu erhöhten Körperschallimmissionen füh-

ren. Eine Überschreitung der Anhaltswerte für Baustellenerschütterungen der Stufe II ist nicht zu erwarten. Gleiches gilt für den Einsatz der Rüttelplatte.

Insgesamt gesehen sind die Schwingungsimmissionen, vorausgesetzt es erfolgt eine ausreichende Information der Anlieger über den Bauablauf, unkritisch, während bei den Schallimmissionen zeitweise mit Immissionsrichtwertüberschreitungen zu rechnen ist.

7 WEITERES VORGEHEN

Im Rahmen der Vorbereitung der Vergabe der Bauleistungen sind die Anforderungen an den Immissionsschutz während des Baus der Straßenbahntrasse zu berücksichtigen. Hierzu wird ein ZTV Baustellenimmissionen erstellt, in der die entsprechenden Anforderungen und Schutzmaßnahmen ausreichend beschrieben sind. In der ZTV Baustellenimmissionen sind die folgenden Empfehlungen zu beachten:

- Für die einzelnen Streckenabschnitte und Bauphasen ist im Rahmen der Arbeitsvorbereitung durch den Bauunternehmer eine Lärminderungsplanung zu erstellen. Ziel der Planung ist es unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten die Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft zu minimieren.
- Es sind nur Baugeräte und -maschinen auf der Baustelle zuzulassen, die im Sinne der 32. BImSchV lärmarm sind. Sofern für Baugeräte und -maschinen keine zulässigen Schalleistungspegel vorgegeben sind, sind seitens der Baufirmen zumindest Angaben zu den Geräuschpegeln dieser Baugeräte und -maschinen aus Messungen vorzulegen. Die einzusetzenden Baugeräte und -maschinen sind vor Beginn der Bauarbeiten tabellarisch in einer Exceltabelle analog Anlage-Nr. 5 zu erfassen.
- Zum besseren Verständnis der betroffenen Anwohner ist es erforderlich, die Anwohner über den Umfang, die Dauer und den Zweck der Bauarbeiten zu informieren. Im Hinblick auf Erschütterungsimmissionen ist dies notwendig, um die höheren Anhaltswerte als zulässig ansehen zu können (s. DIN 4150/2).
- Grundsätzlich ist es empfehlenswert, für laute Bauphasen eine bekannte Pausenstruktur im Bauablauf zu definieren. Dies ermöglicht es den Anwohnern, Fenster gezielt zum Lüften zu öffnen oder beispielsweise schwierige Telefonate in diese Zeiten zu verlegen. Es ist dann darauf zu achten, dass alle Bauarbeiten während der Pause eingestellt sind.
- Vor Ort ist darauf zu achten, dass alle nicht benötigten Baugeräte und -maschinen ausgeschaltet werden und so keinen unnötigen Lärm verursachen.

Während der Bauausführung ist vorgesehen zu kontrollieren, ob die in der Geräteliste und der Lärminderungsplanung ausgewiesenen Geräte eingesetzt werden. Weiterhin ist vorgesehen, die Lärminderungsplanung der Bauunternehmung zu prüfen und bei Bedarf Kontrollmessungen durchzuführen.

8 ANLAGEN

Anlagen-Nr. 1.1 – 1.3:	Geräuschemissionsgrenzwerte für Geräte und Maschinen
Anlage-Nr. 2:	Grenzwertlinien erschütterungsempfindlicher Geräte
Anlage-Nr. 3.1 + 3.2:	Details Ermittlung der Emissionspegel
Anlage-Nr. 4.1 – 4.10:	Ermittlung der Immissionen (Beurteilungspegel)
Anlage-Nr. 5:	Beispieltabelle Baugeräteliste

Essen, 04.02..2013

Bearbeitung: Dipl.-Ing. U. Lenz

I.B.U.
Ingenieurbüro für Schwingungs-, Schall- und
Schienenverkehrstechnik GmbH

AUFTRAGGEBER: Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	AUFTRAG-NR.: S 01.1118.13	Geräuschemissionsgrenzwerte für Geräte und Maschinen	ANLAGE-NR.: 1.1
		NACH ARTIKEL 12 RICHTLINIE 2000/14/EG	

Der garantierte Schalleistungspegel der nachstehend aufgeführten Geräte und Maschinen darf den in der nachstehenden Grenzwerttabelle festgelegten zulässigen Schalleistungspegel nicht überschreiten:

- Bauaufzüge für den Materialtransport (mit Verbrennungsmotor)
Definition: Anhang I Nummer 3; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 3;
- Verdichtungsmaschinen (nur Vibrationswalzen und nicht vibrierende Walzen, Rüttelplatten und Vibrationsstampfer)
Definition: Anhang I Nummer 8; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 8;
- Kompressoren (<350 kW)
Definition: Anhang I Nummer 9; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 9;
- handgeführte Betonbrecher und Abbau-, Aufbruch- und Spatenhämmer
Definition: Anhang I Nummer 10; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 10;
- Bauwinden (mit Verbrennungsmotor)
Definition: Anhang I Nummer 12; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 12;
- Planiermaschinen (< 500 kW)
Definition: Anhang I Nummer 16; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 16;
- Muldenfahrzeuge (< 500 kW)
Definition: Anhang I Nummer 18; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 18;
- Hydraulik- und Seilbagger (< 500kW)
Definition: Anhang I Nummer 20; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 20;
- Baggerlader (< 500kW)
Definition: Anhang I Nummer 21; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 21;
- Grader (< 500kW)
Definition: Anhang I Nummer 23; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 23;
- Hydraulikaggregate
Definition: Anhang I Nummer 29; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 29
- Müllverdichter, der Bauart nach ein Lader mit Schaufel (< 500kW)
Definition: Anhang I Nummer 31; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 31;
- Rasenmäher (mit Ausnahme von
 - Land- und forstwirtschaftlichen Geräten
 - Mehrzweckgeräten, deren Hauptantrieb eine installierte Leistung von mehr als 20 kW aufweist)
 Definition: Anhang I Nummer 32; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 32;
- Rasenriemer / Rasenkantenschneider
Definition: Anhang I Nummer 33; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 33;

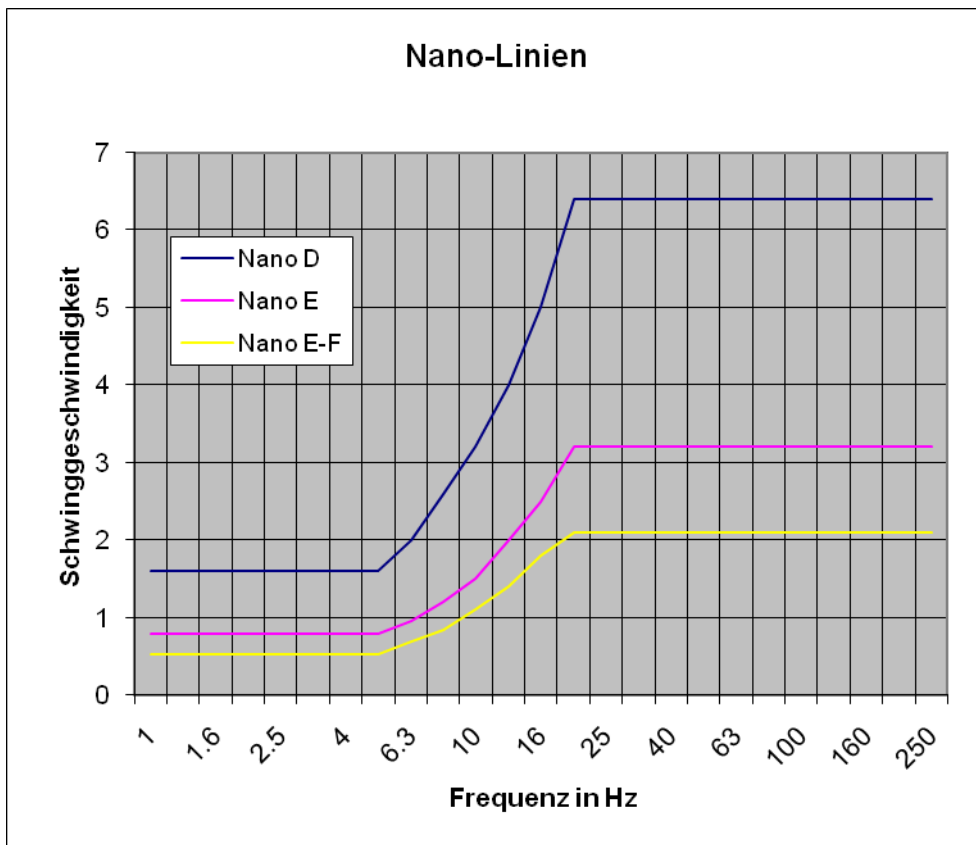
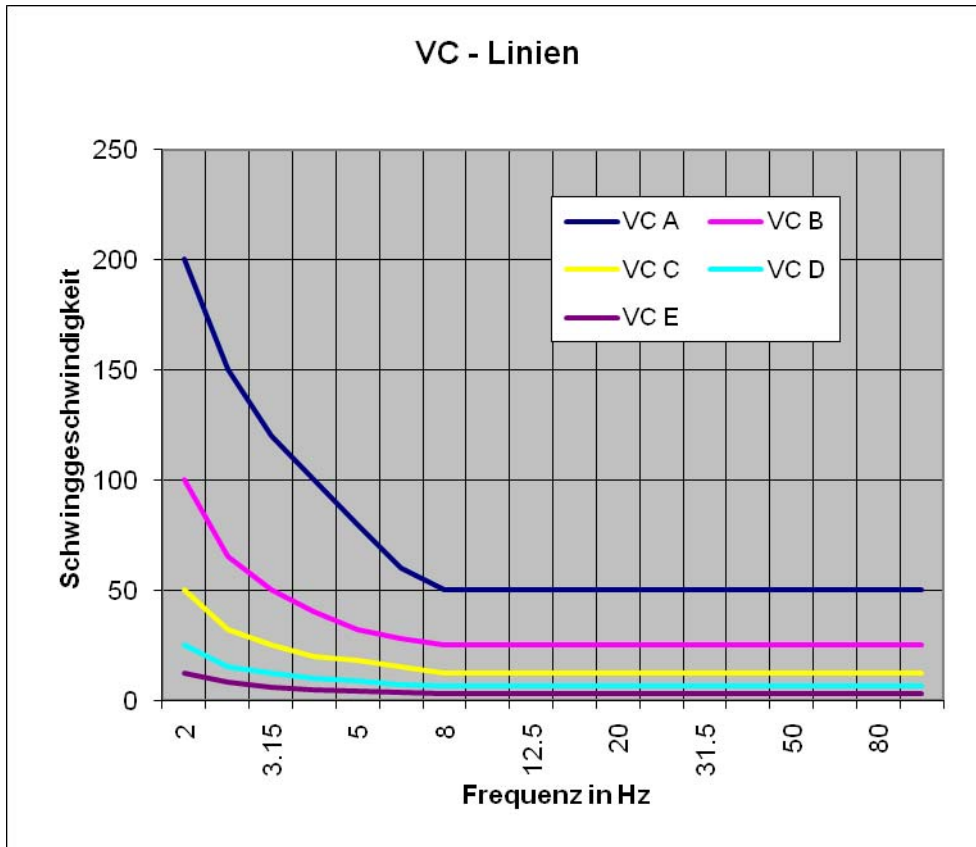
AUFTRAGGEBER: Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	AUFTRAG-NR.: S 01.1118.13	Geräuschemissionsgrenzwerte für Geräte und Maschinen	ANLAGE-NR.: 1.2
		NACH ARTIKEL 12 RICHTLINIE 2000/14/EG	

- Gegengewichtsstapler mit Verbrennungsmotor (mit Ausnahme von „sonstigen Gegengewichtsstaplern“ gemäß Anhang I Nummer 36 zweiter Gedankenstrich mit einer Tragfähigkeit von höchstens 10 t)
Definition: Anhang I Nummer 36; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 36;
- Lader (< 500kW)
Definition: Anhang I Nummer 37; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 37;
- Mobilkräne
Definition: Anhang I Nummer 38; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 38;
- Motorhacken (< 3 kW)
Definition: Anhang I Nummer 40; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 40;
- Straßenfertiger (mit Ausnahme von Straßenfertigern mit Hochverdichtungsbohle)
Definition: Anhang I Nummer 41; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 41;
- Kraftstromerzeuger (< 400kW)
Definition: Anhang I Nummer 45; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 45;
- Turmdrehkräne
Definition: Anhang I Nummer 53; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 53;
- Schweißstromerzeuger
Definition: Anhang I Nummer 57; Messung: Anhang III Teil B Abschnitt 57;

AUFTRAGGEBER: Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	AUFTRAG-NR.: S 01.1118.13	Geräuschemissionsgrenzwerte für Geräte und Maschinen	ANLAGE-NR.: 1.3
		NACH ARTIKEL 12 RICHTLINIE 2000/14/EG	

Geräte- Maschinentyp	Installierte Nutzleistung P in kW Elektrische Leistung P _{el} in kW ⁽¹⁾ Masse m in kg Schnittbreite L in cm	Zulässiger Schalleistungspegel in dB/1 pW	
		Stufe I ab 3. Januar 2002	Stufe II ab 3. Januar 2006
Verdichtungsmaschinen (Vibrationswalzen, Rüttelplatten und Vibrationsstampfer)	$P \leq 8$	108	105
	$8 < P \leq 70$	109	106
	$P > 70$	$89 + 11 \lg P$	$86 + 11 \lg P$
Planiertraupen, Kettenlader, Kettenbaggerlader	$P \leq 55$	106	103
	$P > 55$	$87 + 11 \lg P$	$84 + 11 \lg P$
Planiermaschinen auf Rädern, Lader auf Rädern, Baggerlader auf Rädern, Muldenfahrzeuge, Grader, Müllverdichter mit Laderschaufel, Gegengewichtstapler mit Verbrennungsmotor, Mobilkräne, Verdichtungsmaschinen (nichtvibrierende Walzen), Straßenfertiger, Hydraulikaggregate	$P \leq 55$	104	101
	$P > 55$	$85 + 11 \lg P$	$82 + 11 \lg P$
Bagger, Bauaufzüge für den Materialtransport, Bauwinden, Motorhacken	$P \leq 15$	96	93
	$P > 15$	$83 + 11 \lg P$	$80 + 11 \lg P$
Handgeführte Betonbrecher, Abbau-, Aufbruch- und Spatenhämmer	$m \leq 15$	107	105
	$15 < m < 30$	$94 + 11 \lg m$	$92 + 11 \lg m$
	$m > 30$	$96 + 11 \lg m$	$94 + 11 \lg m$
Turmdrehkräne		$98 + \lg P$	$96 + \lg P$
Schweißstrom- und Kraftstromerzeuger	$P_{el} \leq 2$	$97 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$
	$2 < P_{el} \leq 10$	$98 + \lg P_{el}$	$96 + \lg P_{el}$
	$P_{el} > 10$	$97 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$
Kompressoren	$P \leq 15$	99	97
	$P > 15$	$97 + 2 \lg P$	$95 + 2 \lg P$
Rasenmäher, Rasentrimmer, Rasenkantenschneider	$L \leq 50$	96	94 ⁽²⁾
	$50 < L \leq 70$	100	98
	$70 < L \leq 120$	100	98 ⁽²⁾
	$L > 120$	105	103 ⁽²⁾
<p>(1) P_{el} für Schweißstromerzeuger: konventioneller Schweißstrom multipliziert mit der konventionellen Schweißspannung für den niedrigsten Wert der Einschaltdauer nach Angabe des Herstellers. p_{el} für Kraftstromerzeuger: variable Aggregate-Dauerleistung gemäß ISO 8528-1:1993 Abschnitt 13.3.2.</p> <p>(2) nur Richtwerte. Die endgültigen Werte hängen von einer etwaigen Änderung der Richtlinie nach Vorlage des in Artikel 20 Absatz 3 verlangten Berichts ab. Erfolgt keine Änderung, so gelten die Werte für Stufe I auch in Stufe II.</p>			
Der zulässige Schalleistungspegel ist auf die nächste ganze Zahl zu runden (bei weniger als 0,5 nach unten, bei 0,5 oder mehr nach oben).			

GRENZWERTLINIEN
ERSCHÜTTERUNGSEMPFINDLICHER
GERÄTE



AUFTRAGGEBER: Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	AUFTRAG-NR.: S 01.1118.13	Straßenbahn in Würzburg Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb	ANLAGE-NR.: 3.1
		DETAILS ZUR ERMITTLUNG DER EMISSIONSPEGEL	

zulässiger Baustellenbetrieb:		7:00 - 20:00 Uhr	13 Std.			
Bauphase 1: Baufeldfreimachung		Anzahl n	Zeit Std.	zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt		
Nutzung lauter Geräte:	Kettensäge	1	2	LwA= 108.4	108.4	98.4 dB(A)
	Lkw mit Kran	1	2	LwA= 107.6	107.6	97.6 dB(A)
	Lkw-Fahrten	2	1	LwA= 88.0		78.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 1:			101 dB(A)		
Bauphase 2: Abbruch vorhandene Straße		Anzahl n	Zeit Std.	zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt		
Nutzung lauter Geräte:	Pressluftmeißel	1	2	LwA= 119.1	119.1	109.1 dB(A)
	Radlader	1	2	LwA= 106.0	106.0	96.0 dB(A)
	Bagger mit Meißel	1	2	LwA= 121.0	121.0	111.0 dB(A)
	Lkw-Fahrten	10	4	LwA= 95.0		90.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 2:			113 dB(A)		
Bauphase 3: Erdaushub		Anzahl n	Zeit Std.	zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt		
Nutzung lauter Geräte:	Schaufelbagger	2	4	LwA= 105.8	108.8	103.8 dB(A)
	Lkw-Fahrten	10	4	LwA= 95.0		90.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 3:			104 dB(A)		
Bauphase 4: Erstellung Unterbau		Anzahl n	Zeit Std.	zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt		
Teilarbeit a: Planum verdichten				1 Gerät n Geräte		
Nutzung lauter Geräte:	Rüttelplatte	1	2	LwA= 115.0	115.0	105.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 4:			105 dB(A)		
Teilarbeit b: Kiesschicht einbringen und verdichten		Anzahl n	Zeit Std.	zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt		
Nutzung lauter Geräte:	Rüttelplatte	1	2	LwA= 115.0	115.0	105.0 dB(A)
	Radlader	1	1	LwA= 106.0	106.0	96.0 dB(A)
	Lkw-Fahrten	10	3	LwA= 95.0		90.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 4:			106 dB(A)		
Teilarbeit c: Verschalung erstellen		Anzahl n	Zeit Std.	zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt		
Nutzung lauter Geräte:	Kreissäge	1	2	LwA= 112.3	112.3	102.3 dB(A)
	Hammer	5	2	LwA= 104.2	111.2	101.2 dB(A)
	Lkw-Fahrten	4	2	LwA= 91		81.02 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 4:			105 dB(A)		

AUFTRAGGEBER: Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	AUFTRAG-NR.: S 01.1118.13	Straßenbahn in Würzburg Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb	ANLAGE-NR.: 3.2
		DETAILS ZUR ERMITTLUNG DER EMISSIONSPEGEL	

Teilarbeit d: Betonierung Bodenplatte		Anzahl n	Zeit Std.				zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt
Nutzung lauter Geräte:	Betonmischer	1	3	LwA=	95.0	95.0	90.0 dB(A)
	Betonpumpe	1	3	LwA=	106.6	106.6	101.6 dB(A)
	Rüttler	1	3	LwA=	108.9	108.9	103.9 dB(A)
	Lkw-Fahrten	2	6	Std. m		98.0	93.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 4:						106 dB(A)
Teilarbeit e: Verfüllen der Restbereiche		Anzahl n	Zeit Std.				zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt
Nutzung lauter Geräte:	Radlader	1	2	LwA=	106.0	106.0	96.0 dB(A)
	Lkw-Fahrten	4	2	LwA=		98.0	88.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 4:						97 dB(A)
Bauphase 5: Erstellung Straßenoberbau		Anzahl n	Zeit Std.				zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt
Teilarbeit a: Schotterung							
Nutzung lauter Geräte:	Radlader	5	1	LwA=	109.0	116.0	106.0 dB(A)
	Rüttelplatte	1	2	LwA=	115.0	115.0	105.0 dB(A)
	Lkw-Fahrten	10	3	LwA=		95.0	90.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 5:						109 dB(A)
Teilarbeit b: Schieneneinbau		Anzahl n	Zeit Std.				zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt
Nutzung lauter Geräte:	Bagger	1	1	LwA=	106.0	106.0	96.0 dB(A)
	Gleisschraubendreher	1	2	LwA=	104.9	104.9	94.9 dB(A)
	Lkw-Fahrten	4	3	LwA=		91.0	86.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 5:						99 dB(A)
Teilarbeit c: Schienenbearbeitung		Anzahl n	Zeit Std.				zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt
Nutzung lauter Geräte:	Schweißgerät	2	4	LwA=	98.0	101.0	96.0 dB(A)
	Schleifgerät	1	4	LwA=		93.0	88.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 5:						97 dB(A)
Bauphase 6: Wiederherstellen der Straßenoberfläche		Anzahl n	Zeit Std.				zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt
Teilarbeit a: Einbringen Kiesschicht							
Nutzung lauter Geräte:	Radlader	1	2	LwA=	105.0	105.0	95.0 dB(A)
	Lkw-Fahrten	10	3	LwA=		95.0	90.0 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 6:						96 dB(A)
Teilarbeit b: Verdichten		Anzahl n	Zeit Std.				zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt
Nutzung lauter Geräte:	Gummistahlwalze	1	2	LwA=	106.6	106.6	96.6 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 6:						97 dB(A)
Teilarbeit c: Asphaltieren		Anzahl n	Zeit Std.				zeitl. Bewertung nach Baulärmverordnung berücksichtigt
Nutzung lauter Geräte:	Fertiger Stahlwalze	1 1	2 2	LwA= LwA=	81.2 83.1	81.2	71.2 dB(A)
Schalleistungspegel Baustelle	Bauphase 6:						71 dB(A)

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 1	4.1

Berechnungsdurchführung

$$L_r = L_{WAeq} + K_o + K_T + K_I - D_I - 20 \lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase 1 Abstand in m	L _r dB(A)	L _{WAeq} dB(A)	K _o dB	K _T dB	K _I dB	D _I dB	sm m	20lg(sm) dB
5	79.1	101.1	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	73.1						10.0	20.0
15	69.5						15.0	23.5
20	67.0						20.0	26.0
25	65.1						25.0	28.0
30	63.5						30.0	29.5
35	62.2						35.0	30.9
40	61.0						40.0	32.0
60	57.5						60.0	35.6
80	55.0						80.0	38.1
100	53.1						100.0	40.0
150	49.5						150.0	43.5
200	47.0						200.0	46.0
400	41.0						400.0	52.0

- L_r: Beurteilungspegel am I_r K_I: Impulshaltigkeit
 L_{WAeq}: Schalleistungspegel der D_I: Richtwirkmaß
 K_o: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 K_T: Ton-und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 2	4.2

Berechnungsdurchführung

$$L_r = L_{WAeq} + K_o + K_T + K_I - D_I - 20 \lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase 2 Abstand in m	L _r dB(A)	L _{WAeq} dB(A)	K _o dB	K _T dB	K _I dB	D _I dB	sm m	20lg(sm) dB
5	91.3	113.3	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	85.3						10.0	20.0
15	81.7						15.0	23.5
20	79.2						20.0	26.0
25	77.3						25.0	28.0
30	75.7						30.0	29.5
35	74.4						35.0	30.9
40	73.2						40.0	32.0
60	69.7						60.0	35.6
80	67.2						80.0	38.1
100	65.3						100.0	40.0
150	61.7						150.0	43.5
200	59.2						200.0	46.0
400	53.2						400.0	52.0

L_r: Beurteilungspegel am I_r K_I: Impulshaltigkeit
 L_{WAeq}: Schalleistungspegel der D_I: Richtwirkmaß
 K_o: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 K_T: Ton-und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 3	4.3

Berechnungsdurchführung

$$Lr = LWAeq + Ko + KT + KI - DI - 20lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase 3 Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	82.0	104.0	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	76.0						10.0	20.0
15	72.5						15.0	23.5
20	70.0						20.0	26.0
25	68.0						25.0	28.0
30	66.4						30.0	29.5
35	65.1						35.0	30.9
40	63.9						40.0	32.0
60	60.4						60.0	35.6
80	57.9						80.0	38.1
100	56.0						100.0	40.0
150	52.5						150.0	43.5
200	50.0						200.0	46.0
400	43.9						400.0	52.0

Lr: Beurteilungspegel am In KI: Impulshaltigkeit
 LWAeq: Schalleistungspegel der DI: Richtwirkmaß
 Ko: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 KT: Ton-und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 4	4.4

Berechnungsdurchführung

$$L_r = L_{WAeq} + K_o + K_T + K_I - D_I - 20 \lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase 4a Abstand in m	L _r dB(A)	L _{WAeq} dB(A)	K _o dB	K _T dB	K _I dB	D _I dB	sm m	20lg(sm) dB
5	83.0	105.0	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	77.0						10.0	20.0
15	73.5						15.0	23.5
20	71.0						20.0	26.0
25	69.0						25.0	28.0
30	67.5						30.0	29.5
35	66.1						35.0	30.9
40	65.0						40.0	32.0
60	61.4						60.0	35.6
80	58.9						80.0	38.1
100	57.0						100.0	40.0
150	53.5						150.0	43.5
200	51.0						200.0	46.0
400	45.0						400.0	52.0

Bauphase 4b Abstand in m	L _r dB(A)	L _{WAeq} dB(A)	K _o dB	K _T dB	K _I dB	D _I dB	sm m	20lg(sm) dB
5	83.7	105.6	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	77.6						10.0	20.0
15	74.1						15.0	23.5
20	71.6						20.0	26.0
25	69.7						25.0	28.0
30	68.1						30.0	29.5
35	66.8						35.0	30.9
40	65.6						40.0	32.0
60	62.1						60.0	35.6
80	59.6						80.0	38.1
100	57.6						100.0	40.0
150	54.1						150.0	43.5
200	51.6						200.0	46.0
400	45.6						400.0	52.0

- L_r: Beurteilungspegel am I_n K_I: Impulshaltigkeit
 L_{WAeq}: Schalleistungspegel der D_I: Richtwirkmaß
 K_o: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 K_T: Ton-und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 4	4.5

Berechnungsdurchführung

$$L_r = L_{WAeq} + K_o + K_T + K_I - DI - 20 \lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase 4c Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	82.8	104.8	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	76.8						10.0	20.0
15	73.3						15.0	23.5
20	70.8						20.0	26.0
25	68.8						25.0	28.0
30	67.3						30.0	29.5
35	65.9						35.0	30.9
40	64.8						40.0	32.0
60	61.2						60.0	35.6
80	58.7						80.0	38.1
100	56.8						100.0	40.0
150	53.3						150.0	43.5
200	50.8						200.0	46.0
400	44.8						400.0	52.0

Bauphase 4d Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	84.3	106.2	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	78.2						10.0	20.0
15	74.7						15.0	23.5
20	72.2						20.0	26.0
25	70.3						25.0	28.0
30	68.7						30.0	29.5
35	67.4						35.0	30.9
40	66.2						40.0	32.0
60	62.7						60.0	35.6
80	60.2						80.0	38.1
100	58.2						100.0	40.0
150	54.7						150.0	43.5
200	52.2						200.0	46.0
400	46.2						400.0	52.0

- Lr: Beurteilungspegel am In KI: Impulshaltigkeit
 LWAeq: Schalleistungspegel der DI: Richtwirkmaß
 Ko: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 KT: Ton- und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 4	4.6

Berechnungsdurchführung

$$Lr = LW\text{Aeq} + K_o + K_T + K_I - DI - 20\lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase 4e Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	74.7	96.6	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	68.6						10.0	20.0
15	65.1						15.0	23.5
20	62.6						20.0	26.0
25	60.7						25.0	28.0
30	59.1						30.0	29.5
35	57.8						35.0	30.9
40	56.6						40.0	32.0
60	53.1						60.0	35.6
80	50.6						80.0	38.1
100	48.6						100.0	40.0
150	45.1						150.0	43.5
200	42.6						200.0	46.0
400	36.6						400.0	52.0

Lr: Beurteilungspegel am In KI: Impulshaltigkeit
 LW\text{Aeq}: Schalleistungspegel der DI: Richtwirkmaß
 Ko: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 KT: Ton-und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 5	4.7

Berechnungsdurchführung

$$L_r = L_{WAeq} + K_o + K_T + K_I - D_I - 20 \lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase5a Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	86.6	108.6	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	80.6						10.0	20.0
15	77.1						15.0	23.5
20	74.6						20.0	26.0
25	72.6						25.0	28.0
30	71.1						30.0	29.5
35	69.7						35.0	30.9
40	68.6						40.0	32.0
60	65.0						60.0	35.6
80	62.5						80.0	38.1
100	60.6						100.0	40.0
150	57.1						150.0	43.5
200	54.6						200.0	46.0
400	48.6						400.0	52.0

Bauphase 5b Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	76.8	98.7	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	70.7						10.0	20.0
15	67.2						15.0	23.5
20	64.7						20.0	26.0
25	62.8						25.0	28.0
30	61.2						30.0	29.5
35	59.9						35.0	30.9
40	58.7						40.0	32.0
60	55.2						60.0	35.6
80	52.7						80.0	38.1
100	50.7						100.0	40.0
150	47.2						150.0	43.5
200	44.7						200.0	46.0
400	38.7						400.0	52.0

Lr: Beurteilungspegel am In KI: Impulshaltigkeit
 LWAeq: Schalleistungspegel der DI: Richtwirkmaß
 Ko: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 KT: Ton- und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 5	4.8

Berechnungsdurchführung

$$Lr = LW\text{Aeq} + K_o + K_T + K_I - D_I - 20\lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase5c Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	74.7	96.6	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	68.6						10.0	20.0
15	65.1						15.0	23.5
20	62.6						20.0	26.0
25	60.7						25.0	28.0
30	59.1						30.0	29.5
35	57.8						35.0	30.9
40	56.6						40.0	32.0
60	53.1						60.0	35.6
80	50.6						80.0	38.1
100	48.6						100.0	40.0
150	45.1						150.0	43.5
200	42.6						200.0	46.0
400	36.6						400.0	52.0

Lr: Beurteilungspegel am In KI: Impulshaltigkeit
 LWAEq: Schalleistungspegel der DI: Richtwirkmaß
 Ko: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 KT: Ton-und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 5	4.9

Berechnungsdurchführung

$$L_r = L_{WAeq} + K_o + K_T + K_I - D_I - 20 \lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase 6a Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	74.2	96.2	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	68.2						10.0	20.0
15	64.7						15.0	23.5
20	62.2						20.0	26.0
25	60.2						25.0	28.0
30	58.7						30.0	29.5
35	57.3						35.0	30.9
40	56.2						40.0	32.0
60	52.6						60.0	35.6
80	50.1						80.0	38.1
100	48.2						100.0	40.0
150	44.7						150.0	43.5
200	42.2						200.0	46.0
400	36.2						400.0	52.0

Bauphase 6b Abstand in m	Lr dB(A)	LWAeq dB(A)	Ko dB	KT dB	KI dB	DI dB	sm m	20lg(sm) dB
5	74.6	96.6	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	68.6						10.0	20.0
15	65.1						15.0	23.5
20	62.6						20.0	26.0
25	60.6						25.0	28.0
30	59.1						30.0	29.5
35	57.7						35.0	30.9
40	56.6						40.0	32.0
60	53.0						60.0	35.6
80	50.5						80.0	38.1
100	48.6						100.0	40.0
150	45.1						150.0	43.5
200	42.6						200.0	46.0
400	36.6						400.0	52.0

- Lr: Beurteilungspegel am In KI: Impulshaltigkeit
 LWAeq: Schalleistungspegel der DI: Richtwirkmaß
 Ko: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 KT: Ton- und Informationshaltigkeit

AUFTRAG-NR.	AUFTRAGGEBER	Straßenbahn in Würzburg	ANLAGE-NR.
S 01.1118.13	Würzburger Straßenbahn GmbH 97064 Würzburg	Neubau Frauenland und Hubland Immissionen Baubetrieb Bauphase 6	4.10

Berechnungsdurchführung

$$L_r = L_{WAeq} + K_o + K_T + K_I - D_I - 20 \lg(sm) - 11 \text{ [dB]}$$

in Anlehnung an: überschlägige Prognose nach TALärm A.2.4 /A.2.1

Bauphase 6c Abstand in m	L _r dB(A)	L _{WAeq} dB(A)	K _o dB	K _T dB	K _I dB	D _I dB	sm m	20lg(sm) dB
5	49.2	71.2	3.0	0.0	0.0	0.0	5.0	14.0
10	43.2						10.0	20.0
15	39.7						15.0	23.5
20	37.2						20.0	26.0
25	35.2						25.0	28.0
30	33.7						30.0	29.5
35	32.3						35.0	30.9
40	31.2						40.0	32.0
60	27.6						60.0	35.6
80	25.1						80.0	38.1
100	23.2						100.0	40.0
150	19.7						150.0	43.5
200	17.2						200.0	46.0
400	11.2						400.0	52.0

L_r: Beurteilungspegel am I_r K_I: Impulshaltigkeit
 L_{WAeq}: Schalleistungspegel der D_I: Richtwirkmaß
 K_o: Raumwinkelmaß sm: Abstand SQ-IO
 K_T: Ton-und Informationshaltigkeit

AUFTRAGGEBER:
 Würzburger Straßenbahn GmbH
 97064 Würzburg

AUFTRAG-NR.:
 S 01.1118.13

Straßenbahn in Würzburg
 Neubau Frauenland und Hubland
 BEISPIELTABELLE BAUGERÄTELISTE

ANLAGE-NR.
 5

Lärminderungsplanung, Übersicht der eingesetzten Geräte													
Stand:													
Gerätetyp	Gerätebezeichnung		Baujahr	Betreiber	Teilprojektr	Nutzleistung	elektr. Leistung	Masse	Ist-Schalleistungspegel		Zulässiger Schalleistungspegel nach Richtlinie 2000/14/EG		Einhaltung der Richtlinie 2000/14/EG
	Hersteller	Typ							LwA	LpA	Stufe 1	Stufe 2	
						[kW]	[kW]	[kg]	Schalleistungspegel (garantierter) [dB(A)]	Emissions-Schalldruckpegel	ab 03.01.2002	ab 03.01.2006	