

# Schalltechnische Untersuchung

## Baulärm

Rev	Name	Datum	Änderung

Planfeststellung nach § 11LSeilbG			
	Name	Datum	
erstellt	Czogalla	19.12.2022	<b>ACCON GmbH</b> Gewerbering 5, 86926 Greifenberg Telefon: 08192 / 99 60-0 Telefax: 08192 / 99 60-29 info@accon.de 
bearbeitet			
geprüft			
			Auftragsnummer GAG Identnummer GAG Dokumentennummer GAG
			AAA0004550
	Name	Datum	
bearbeitet			<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH</b> Tullastraße 71, 76131 Karlsruhe Telefon 07 21 / 61 07-0 Telefax 07 21 / 61 07-50 09 
geprüft			
V2-PL	<i>Wegmann</i>	<i>12.22</i>	
V2-PA			
V1			
BL	<i>Stegte</i>	<i>12.22</i>	
Strecke:			Streckenummer VBK:
Turmbergbahn, Karlsruhe-Durlach			TBB
Maßnahme:			V2-PL-Projekt-Nr.:
			1105
Änderung der Turmbergbahn Barrierefreier Umbau und Verlängerung der Seilbahn in Karlsruhe-Durlach			Plan-Nr.:
			7007.1
			Anlage.:
			7

**Schalltechnische Untersuchung**  
**Erneuerung und Verlängerung der**  
**Turmbergbahn in Karlsruhe**  
**Ermittlung und Beurteilung der aus dem**  
**Baubetrieb resultierenden Geräuschimmissionen**

Dipl.-Ing. (FH) Jörg-M. Czogalla

Bericht-Nr.: ACB-1222-8604/08

19.12.2022

Titel: Schalltechnische Untersuchung  
Erneuerung und Verlängerung der  
Turmbergbahn in Karlsruhe  
Ermittlung und Beurteilung der aus dem  
Baubetrieb resultierenden Geräuschimmissionen

Auftraggeber: Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH

Auftrag vom: 14.05.2019

Bericht-Nr.: ACB-1222-8604/08

Umfang: 53 Seiten Bericht, davon  
27 Seiten Anlagen

Datum: 19.12.2022

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Jörg-M. Czogalla

---

0Diese Unterlage ist für den Auftraggeber bestimmt und darf nur insgesamt kopiert und verwendet werden.

Bei Veröffentlichung dieser Unterlage (auch auszugsweise) hat der Auftraggeber sicherzustellen, dass die veröffentlichten Inhalte keine datenschutzrechtlichen Bestimmungen verletzen.

## Inhalt

<b>Quellenverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Anlass und Aufgabenstellung</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung des Vorhabens</b> .....	<b>7</b>
2.1 Lage.....	7
2.2 Vorhabensbeschreibung.....	8
<b>3 Beurteilungsgrundlagen Schall</b> .....	<b>8</b>
3.1 Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm.....	8
3.2 Schutzbedürftige Nutzungen im Umfeld.....	10
3.3 Lärmvorbelastung.....	11
3.4 Zumutbarkeitsschwelle.....	11
<b>4 Beschreibung Vorgehen und Bauablauf</b> .....	<b>12</b>
4.1 Phase 1 - Rückbau.....	13
4.2 Phase 2 – Neubau.....	13
<b>5 Schallemissionen</b> .....	<b>14</b>
5.1 Phase 1 - Rückbau.....	16
5.2 Phase 2 - Neubau.....	16
<b>6 Berechnungsverfahren</b> .....	<b>17</b>
<b>7 Ergebnisse Baulärmeinwirkungen</b> .....	<b>18</b>
<b>7.1 Phase 1 - Rückbau</b> .....	<b>18</b>
7.1.1 Rückbau Bergstation.....	18
7.1.2 Rückbau Strecke unten.....	19
7.1.3 Rückbau Talstation.....	19
7.1.4 Rückbau Strecke Mitte.....	19
7.1.5 Rückbau Strecke oben.....	19
<b>7.2 Phase 2 - Neubau</b> .....	<b>19</b>
7.2.1 Erdarbeiten (flacher Bereich, Baufeld 1-3).....	19
7.2.2 Verbau (Bohrverfahren, Baufeld 1).....	20
7.2.3 Betonarbeiten (Baufeld 1-6).....	20
7.2.4 Mikrobohrpfähle.....	20
7.2.5 Erdarbeiten (steiler Bereich, Baufeld 4-6).....	20
<b>7.3 Zusammenfassende Beurteilung der Schallimmissionen</b> .....	<b>20</b>
<b>8 Minderungsmaßnahmen Baulärm</b> .....	<b>21</b>
<b>8.1 Prinzipielle Minderungsmöglichkeiten</b> .....	<b>21</b>

<b>8.2</b>	<b>Diskussion und Empfehlung vorzusehender Minderungsmaßnahmen.....</b>	<b>22</b>
8.2.1	Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle.....	22
8.2.2	Maßnahmen an den Baumaschinen .....	22
8.2.3	Verwendung geräuscharmer Baumaschinen.....	23
8.2.4	Anwendung geräuscharmer Bauverfahren und Beschränkung von Betriebszeiten .....	23
8.2.5	Passive Schallschutzmaßnahmen .....	23
8.2.6	Ersatzwohnraum und Entschädigung.....	24
<b>9</b>	<b>Allgemeine Hinweise und Auflagenvorschläge.....</b>	<b>24</b>
9.1	Ersatzwohnraum und Entschädigung.....	25
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>25</b>
<b>Anlagen.....</b>		<b>27</b>

## Quellenverzeichnis

- [1] „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz, BImSchG) vom 15. März 1974, in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20. Juli 2022 (BGBl. I S. 1362) geändert worden ist
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (Geräuschemissionen – AVwV Baulärm) vom 19 August 1970 (Beilage zum BAnz Nr. 160 vom 1. September 1970)
- [3] Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften – Outdoor-Richtlinie 2000/14/EG, Richtlinie 2000/14/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen, 8. Mai 2000
- [4] 32. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung – 32. BImSchV), 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), zuletzt geändert durch Artikel 83 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474)
- [5] Hessische Landesanstalt für Umwelt, HLFU: Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 247 – Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Wiesbaden, 1998.
- [6] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, HLU: Lärmschutz in Hessen, Heft 2 – Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Wiesbaden, 2004.
- [7] RLS 90, Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen, Bundesbaugesetzblatt Teil I, Nr. 8, 1990
- [8] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97
- [9] DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2, Allgemeines Berechnungsverfahren, Ausgabe 1999-10
- [10] DIN 18005-1; Schallschutz im Städtebau, Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung; Juli 2002
- [11] Bundesverwaltungsgericht (BVerwG), Urteil: Wesentliche Grundsätze für die Anwendung der Anforderungen nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift Baulärm (AVwV Baulärm) zum Schutz der Nachbarschaft vor unzumutbaren Beeinträchtigungen durch Baustellenlärm (BVerwG – 7 A 11.11), 10.07.2012
- [12] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)
- [13] Rückbaukonzept Turmbergbahn für die VBK Revision 1, IBR Geotechnik, Stand 19.05.2022
- [14] Logistikkonzept Neubau, Planfeststellung zu der Änderung der Turmbergbahn für die VBK, Garaventa AG, Stand 09.06.2022
- [15] Plan der Baustelleneinrichtung Turmbergbahn für die VBK von der Garaventa AG, Maßstab 1 : 500, Stand 01.06.2022
- [16] Cadna/A® für Windows™, Computerprogramm zur Berechnung und Beurteilung von Lärmimmissionen im Freien, Version 2022, DataKustik GmbH

- [17] © OpenStreetMap-Mitwirkende; OpenStreetMap® sind „Open Data“, die gemäß der Open Data Commons Open Database Lizenz (ODbL) durch die OpenStreetMap Foundation (OSMF) verfügbar sind
- [18] Schalltechnische Untersuchung „Erneuerung und Verlängerung der Turmbergbahn in Karlsruhe (Revision 2)“; ACCON-Bericht Nr. ACB-0819-8604/05-Rev2; 15.12.2022
- [19] Planunterlagen vom Auftraggeber

## **1 Anlass und Aufgabenstellung**

Die Turmbergbahn ist eine Standseilbahn, die auf den Karlsruher Hausberg, den Turmberg (256 m ü NN), führt. Sie wurde im Jahre 1888 eröffnet und ist mittlerweile die älteste in Betrieb befindliche Standseilbahn Deutschlands. In den Jahren 2004 bis 2010 wurde die Turmbergbahn hinsichtlich ihrer Benutzerfreundlichkeit und in Aspekten der Sicherheit überarbeitet.

Aktuell ist geplant die bestehende Standseilbahn zu erneuern und gleichzeitig bis zum Verknüpfungspunkt mit dem ÖPNV, an der „Endhaltestelle Durlach Turmberg“ zu verlängern. Im Rahmen des erforderlichen Planrechtsverfahrens ist u.a. eine schalltechnische Untersuchung zu erstellen, in der die aus dem Vorhaben resultierenden Lärmimmissionen auf die Umgebung ermittelt, dargestellt und bewertet werden.

In der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung werden die mit dem Baubetrieb in Zusammenhang stehenden Geräuscheinwirkungen ermittelt und beurteilt. In Fällen der Überschreitung der schalltechnischen Anforderungen gemäß AVwV Baulärm [2] sind Minderungsmaßnahmen unter Berücksichtigung des Standes der Technik und des Grundsatzes der Angemessenheit vorzuschlagen.

Im vorliegenden Bericht werden Vorgehensweise sowie Ergebnisse der Untersuchung zusammenfassend dargestellt.

Die im Hinblick auf den Betrieb der Strecke auftretenden Geräusche werden in einer eigenen schalltechnischen Untersuchung gesondert ermittelt und beurteilt.

## **2 Örtliche Gegebenheiten und Beschreibung des Vorhabens**

### **2.1 Lage**

Der Turmberg und die Turmbergbahn befinden sich im Stadtteil Karlsruhe-Durlach im Bereich des westlichen Stadtrands. Die Lage verdeutlicht der Übersichtslageplan in Abbildung 1.

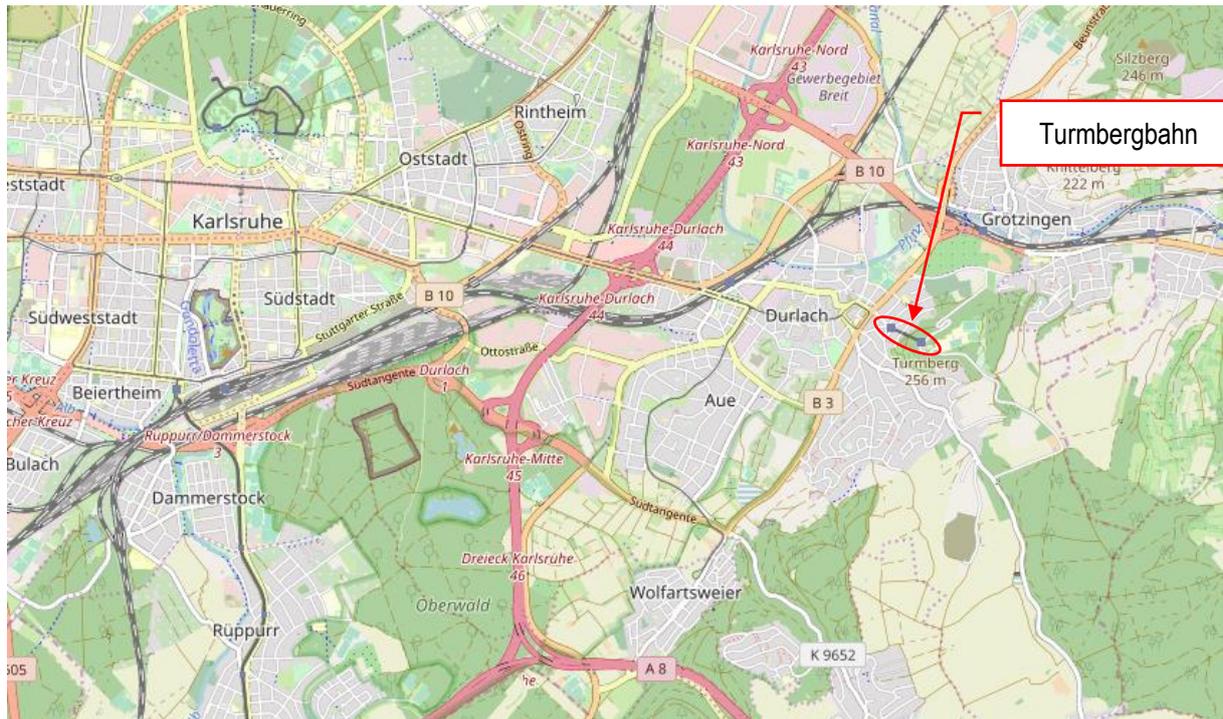


Abbildung 1: Übersichtslageplan mit Kennzeichnung der Turmbergbahn  
(Quelle: OpenStreetMap [17])

## 2.2 Vorhabensbeschreibung

Es ist beabsichtigt die bestehende Standseilbahn zu erneuern und gleichzeitig bis zum Verknüpfungspunkt mit dem ÖPNV, an der „Endhaltestelle Durlach Turmberg“ zu verlängern. Die Turmbergbahn endet dann künftig am Knotenpunkt Bergbahnstraße / Grötzingen Straße (B3). Für die Verlängerung der Standseilbahn wird die seit über 100 Jahren vorgehaltene Freihaltetrasse in der Mitte der Bergbahnstraße in Anspruch genommen.

In diesem Zusammenhang soll auch in den Straßenraum der Bergbahnstraße eingegriffen werden. Es ist vorgesehen die derzeit existierende Einbahnstraßenregelung der nördlichen Bergbahnstraße aufzuheben und einen Zweirichtungsverkehr zu ermöglichen. Die südliche Bergbahnstraße wird baulich hingegen nicht verändert.

## 3 Beurteilungsgrundlagen Schall

### 3.1 Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm

Geräuschimmissionen, die durch den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen hervorgerufen werden, sind nach der AVwV Baulärm (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, August 1970) [2] zu beurteilen. Die AVwV Baulärm gilt für Baumaschinen, die gewerblichen Zwecken dienen, oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Sie enthält u. a. Bestimmungen über Richtwerte für die von Baumaschinen auf Baustellen hervorgerufenen Geräuschimmissionen für die Zeiträume Tag und Nacht, über das Messverfahren und über Maßnahmen, die von den zuständigen Behörden bei Überschreiten der Immissionsrichtwerte angeordnet werden sollen.

Als Beurteilungszeitraum „*nachts*“ gilt die Zeit von 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr. Der Beurteilungszeitraum „*tags*“ liegt in der Zeit von 07:00 Uhr bis 20:00 Uhr.

Hierbei gelten die in Tabelle 1 aufgeführten, gebietsspezifischen Immissionsrichtwerte.

Tabelle 1 Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm für verschiedene Gebietsnutzungen

Nutzungsart	Immissionsrichtwerte	
	Tag dB(A)	Nacht dB(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	70
Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (GE)	65	50
Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (MI, MK, MD)	60	45
Gebiete in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (WA)	55	40
Gebiete in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (WR)	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Dabei sollen einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen die Immissionsrichtwerte „*nachts*“ um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Art der baulichen Nutzung der Gebiete ergibt sich:

- Aus Festsetzungen im Bebauungsplan
- Aus der tatsächlichen baulichen Nutzung, sofern diese erheblich von der im Bebauungsplan festgesetzten baulichen Nutzung abweicht oder
- aus der tatsächlichen Nutzung, sofern keine Bebauungspläne aufgestellt sind.

Nach der AVwV Baulärm sollen Maßnahmen zur Minderung des Baulärms dann angeordnet werden, wenn die messtechnisch erfassten Geräusche den Immissionsrichtwert (IRW) um mehr als 5 dB überschreiten (sog. Eingriffsschwelle).

Folgende Maßnahmen kommen dabei in Betracht:

- Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle
- Maßnahmen an Baumaschinen
- Verwendung geräuscharmer Baumaschinen
- Anwendung geräuscharmer Bauverfahren
- Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen

Die Anlage 5 der AVwV Baulärm enthält hierzu fachtechnische Hinweise.

Entsprechend der AVwV Baulärm ist der Wirkpegel des Baulärms nach dem Takt-Maximalpegelverfahren ( $L_{AFTm,5}$ ) mit einer Taktzeit von 5 Sekunden zu bilden. Dieser entspricht dem Mittelungspegel  $L_{Aeq}$  inklusive Zuschlag für Impulshaltigkeit  $K_i$ .

Zur Ermittlung des Beurteilungspegels ist von dem Wirkpegel unter Berücksichtigung der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer der Baumaschinen die in der letzten Spalte der folgenden Tabelle angegebene Zeitkorrektur abzuziehen.

Tabelle 2 Zeitkorrektur nach AVwV Baulärm für verschiedene Betriebsdauern

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von		Zeitkorrektur
7 Uhr bis 20 Uhr	20 Uhr bis 7 Uhr	
bis 2½ h	bis 2 h	10 dB
über 2½ h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5 dB
über 8 h	über 6 h	0 dB

### 3.2 Schutzbedürftige Nutzungen im Umfeld

Für die Zuordnung der Immissionsrichtwerte nach Tabelle 1 wurden über das Geoportal der Stadt Karlsruhe die im Umfeld der Baumaßnahme befindlichen rechtskräftigen Bebauungspläne ausgewertet. In Bereichen mit Gebäuden ohne rechtskräftigem Bebauungsplan erfolgte eine gutachterliche Einschätzung anhand der Nutzung und des Umfelds ggf. unter Berücksichtigung des Flächennutzungsplans als weiterer Erkenntnisquelle.

Die Einstufung der Schutzwürdigkeit der vorgefundenen Nutzungen aus akustischer Sicht verdeutlicht Abbildung 2.



Abbildung 2: Verlauf Turmbergbahn neu mit Darstellung Schutzwürdigkeit des Umfelds (Quelle Hintergrundbild: <https://geoportal.karlsruhe.de/bplan>)

Demnach befinden sich links und rechts der geplanten Trasse Wohnnutzungen in Bereichen, die im Wesentlichen als „reines Wohngebiet (WR)“ gekennzeichnet sind. Zudem gibt es auch Teilbereiche ohne Gebietsausweisung. Darin liegende Gebäude werden anhand der vorgefundenen Nutzung in Verbindung mit dem Umfeld nach fachgutachterlicher Einschätzung von der Schutzwürdigkeit her einem WR zugeordnet.

Die Gaststätte auf dem Turmberg wird unter Berücksichtigung des Umfelds und der gewerblichen Nutzung hingegen einem MI gleichgesetzt.

Das direkt neben der heutigen Bergstation befindliche Wohnhaus Reichardtstr. 33 steht derzeit leer und befindet sich im Besitz der VBK. Damit ist dieses Gebäude aus immissionstechnischer Sicht in der vorliegenden Betrachtung nicht beurteilungsrelevant.

### **3.3 Lärmvorbelastung**

Nach aktueller Rechtsprechung [11] kann bei der Abwägung der bauzeitlich zu erwartenden Beeinträchtigungen eine Abweichung von den Immissionsrichtwerten (IRW) der AVwV Baulärm in Betracht kommen, wenn im Einwirkungsbereich der Baustelle eine tatsächliche Lärmvorbelastung vorhanden ist, die über den maßgeblichen Richtwerten der AVwV Baulärm liegt. Gemäß [11] können in diesem Fall unter bestimmten Voraussetzungen in der Abwägung höhere projektspezifische Richtwerte (PRW) aufgrund vorhandener Vorbelastung mit berücksichtigt werden.

Die Hürden hierfür sind jedoch hoch gesteckt, so muss beispielsweise eine unzumutbare Härte für den Vorhabensträger vorliegen.

Im vorliegenden Fall wäre eine in diesem Zusammenhang relevante Vorbelastung allenfalls im Bereich der Bergbahnstraße aufgrund des dort vorherrschenden Straßenverkehrs zu erwarten. Die Immissionen des Straßenverkehrslärms der Bestandssituation wurden in [18] ermittelt, sie liegen im Zeitbereich Tag max. 4 dB über den Richtwerten der AVwV Baulärm und damit noch unterhalb der Eingriffsschwelle von 5 dB gemäß AVV. Die Definition von PRW für die Abwägung erscheint in diesem Kontext u. E. nicht geboten.

Zudem gibt es derzeit keine allgemein gültigen Regelungen dafür, wie die Lärmvorbelastung zu berücksichtigen ist, bzw. wie PRW in Abhängigkeit der Höhe der Lärmvorbelastung zu definieren sind.

Daher wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung auf die Berücksichtigung der Vorbelastung verzichtet.

### **3.4 Zumutbarkeitsschwelle**

Grundsätzlich erfolgt die Beurteilung der Ergebnisse nach der AVwV Baulärm, ggf. in Verbindung mit aufgrund Vorbelastung angehobener Immissionsrichtwerte.

Bei der Bewertung der Zumutbarkeit von ermittelten Beurteilungspegeln ist zu berücksichtigen, dass Baulärmimmissionen im Gegensatz zu Verkehrslärm oder durch einen Gewerbebetrieb verursachten Gewerbelärm zeitlich begrenzt sind. Insofern kann nach bisheriger Rechtsauffassung den Anwohnern zugemutet werden, in einem überschaubaren Zeitraum auftretenden Baulärmimmissionen durch geschlossen halten der Fenster weitestgehend zu begegnen und

den tagsüber erforderlichen Luftwechsel durch mehrmaliges kurzzeitiges Lüften herbeizuführen. Davon kann aber nicht mehr ausgegangen werden, wenn trotz geschlossener Fenster zumutbare Innenraumpegel insbesondere über längere Zeiträume erheblich überschritten werden.

In Anlehnung an die 24. BImSchV ist zur Tagzeit von einem zumutbaren Innenraumpegel von 40 dB(A) auszugehen. Eine darauf basierend durchgeführte Abschätzung führt unter Annahme üblicher Bauausführung und Fensterflächenanteile dazu, dass bis zu Beurteilungspegeln von 67 bis 70 dB(A) von einer Einhaltung des Innenraumpegels ausgegangen werden kann. Beurteilungspegel in dieser Größe können daher noch als zumutbare Außenlärmpegel erachtet werden.

In der vorliegenden Untersuchung wird für Wohnnutzung im Zeitbereich tags auf eine Zumutbarkeitsschwelle von 70 dB(A) abgestellt.

#### **4 Beschreibung Vorgehen und Bauablauf**

Der Bauablauf kann grob in 2 Phasen unterteilt werden.

In Phase 1 erfolgt der Rückbau der bestehenden Bahn. In Phasen, in denen Rückbauarbeiten durchgeführt werden, sind erfahrungsgemäß die höchsten Baulärmbelastungen zu erwarten. Aus diesem Grunde wurden bereits bei der Entwicklung des Rückbaukonzepts [13] verschiedene Bauverfahren unter dem Gesichtspunkt der damit einhergehenden Emissionen betrachtet. Letztlich wurde ein hinsichtlich Emissionen optimiertes Vorgehen gewählt, dass auch unter wirtschaftlichen Aspekten noch umsetzbar erscheint. Dennoch ist bei den Gebäuden im Umfeld der Bestandstrasse die Betrachtung der Rückbauarbeiten als Maximalfallbetrachtung zu werten.

In Phase 2 erfolgt der Neubau der Standseilbahn inklusive der neuen Talstation und Erweiterung der Bergstation. Hinsichtlich schalltechnischer Relevanz sind hierbei in erster Linie Erd- und Betonarbeiten, das Einbringen eines Verbaus im Bereich Talstation/Bergbahnstraße, sowie das Setzen von Mikropfählen neben den Widerlagern der Brücken im Streckenabschnitt oberhalb der Ausweiche zu nennen. Montagearbeiten (Seilbahntechnik, Gleisbau, Fahrbahn, etc.) sind aus akustischer Sicht im Vergleich mit den vorgenannten Arbeiten von untergeordneter Bedeutung und werden im Rahmen der Untersuchung nicht betrachtet.

Auch bei der Neubauplanung wurde konzeptionell bereits der Immissionsschutz berücksichtigt. So wurde beispielsweise beim Verbau im Bereich der Talstation vom Vibrationsrammverfahren auf das deutlich leisere Bohrverfahren gewechselt.

Für die Bewertung der Baulärmeinwirkungen werden im Sinne einer Maximalfallbetrachtung exemplarisch nur die Bautätigkeiten berücksichtigt, die von der Lage der durchzuführenden Arbeiten und von der Höhe der Emissionen höchste Pegel an den maßgebenden Immissionssorten (IO) erwarten lassen.

#### 4.1 Phase 1 - Rückbau

Planinhalt der ersten Phase ist der komplette Rückbau der bestehenden Bergbahntrasse und der Talstation, sowie der teilweise Rückbau der Bergstation.

Das angedachte Vorgehen ist ausführlich im Rückbaukonzept [13] der IBR Geotechnik dargestellt. Zusammenfassend ist der Rückbau mit konventionellen Bauverfahren vorgesehen und lässt sich wie folgt beschreiben:

1. Rückbau Bergstation, Dauer ca. 3 Wochen  
Bagger mit Abbruchzange, Bagger mit Greifer/Tieflöffel und ggf. Pulverisierer, zeitweise Beton-Sägeverfahren, Baukran
2. Rückbau Strecke unten, Dauer ca. 2 Wochen, Länge ca. 97 m,  
Bagger mit Hydraulikmeißel, Greifer/Tieflöffel und ggf. Pulverisierer,  
Beton-Sägeverfahren zur Zerteilung der Trasse, Kettendumper,
3. Rückbau Talstation, Dauer ca. 4 Wochen  
Bagger mit Abbruchzange, Bagger mit Greifer/Tieflöffel und ggf. Pulverisierer, Beton-Sägeverfahren, Bagger mit Hydraulikmeißel für Fundamente
4. Rückbau Strecke Mitte, Dauer ca. 12 AT<sup>1</sup>, Länge ca. 60 m  
Beton-Sägeverfahren zur Zerteilung der Trasse, Bagger mit Hydraulikmeißel zur Querteilung, Abtransport über Bergstation
5. Rückbau Strecke oben, Dauer ca. 12 AT, Länge ca. 123 m  
Beton-Sägeverfahren zur Zerteilung der Trasse, Bagger mit Hydraulikmeißel zur Querteilung, Abtransport über Bergstation

Aufgeführt sind hier nur Baugeräte, die aus akustischer Sicht relevant erscheinen.

Beim Streckenrückbau (Pos. 2, 4 und 5) kommt eine Kombination aus Abbruch mittels Hydraulikmeißel und Sägeschnittverfahren zum Einsatz, dass in [13] mit einem Verhältnis von 60/40 angegeben wird.

#### 4.2 Phase 2 – Neubau

Planinhalt der zweiten Phase ist der Neubau der Talstation an der Grötzinger Straße und einer neuen Gleisanlage. Die bestehende Bergstation wird nach erfolgtem Teilrückbau in Phase 1 baulich erweitert. In Summe beträgt die Länge der neu geplanten Anlage ca. 490 m.

Nach der Entwurfsplanung des Baustellenbetriebs [14] wird der gesamte Bereich in sechs unterschiedliche Abschnitte bzw. Baufelder unterteilt, an denen bestimmte Baumaschinen zum Einsatz kommen und verschiedene Bautätigkeiten durchgeführt werden.

Zusammenfassend lässt sich Phase 2 wie folgt beschreiben:

1. Baufeld 1: Talstation mit Trogbauwerk  
Maßgebliche Bautätigkeiten: Erdarbeiten inkl. Verbau (~ 60 AT) , Betonarbeiten (~60 AT), Montagearbeiten (~40 AT)

---

<sup>1</sup> AT: Arbeitstag

2. Baufeld 2: Trasse Bergbahnstraße mit Fußgängerunterführung  
Maßgebliche Bautätigkeiten: Erdarbeiten (~ 60 AT), Betonarbeiten (~ 60 AT),  
Montagearbeiten (~30 AT)
3. Baufeld 3: Dreischienenbereich und Ausweiche  
Maßgebliche Bautätigkeiten: Erdarbeiten (~ 60 AT), Betonarbeiten (~ 50 AT),  
Montagearbeiten (~40 AT)
4. Baufeld 4: Abschnitt Wolfweg – Wirtschaftsweg  
Maßgebliche Bautätigkeiten: Erdarbeiten (~40 AT), Betonarbeiten (~40 AT),  
Mikrobohrpfähle (~20 AT) ), Montagearbeiten (~15 AT)
5. Baufeld 5: Abschnitt Wirtschaftsweg – Bergstation  
Maßgebliche Bautätigkeiten: Erdarbeiten (~40 AT), Betonarbeiten (~40 AT),  
Mikrobohrpfähle (~15 AT) ), Montagearbeiten (~15 AT)
6. Baufeld 6: Bergstation  
Maßgebliche Bautätigkeiten: Erdarbeiten (~40 AT), Betonarbeiten (~50 AT),  
Montagearbeiten (~50 AT)

Die hierbei zum Einsatz kommenden Baugeräte sind in [14] beschrieben. Die Auflistung wird, wo erforderlich, durch Literaturwerte oder eigene Erfahrungswerte ergänzt. Bei der Ermittlung der Emissionen der Bautätigkeiten werden nur die aus akustischer Sicht relevant erscheinenden Baugeräte in Ansatz gebracht.

Zudem werden im Sinne einer Maximalfallbetrachtung nur die aus akustischer Sicht bedeutenden Bautätigkeiten untersucht. Im vorliegenden Fall sind dies

- Erdarbeiten (flacher Bereich – Baufeld 1– 3)
- Verbau (Bohrverfahren - nur Baufeld 1)
- Betonarbeiten (Baufeld 1 – 6)
- Mikrobohrpfähle (Baufeld 4 und 5)
- Erdarbeiten (steiler Bereich, Baufeld 4 und 5)

## 5 Schallemissionen

Auf Basis der in 4 zusammengestellten Bautätigkeiten werden die zum Einsatz kommenden Baumaschinen und Bauverfahren abgeleitet. Den in Frage kommenden Baumaschinen und Bauverfahren werden gutachterlich baubetriebstypische Schallemissionen (Schalleistungspegel) zugeordnet. Als maßgebliche Baumaschinen werden dabei im Wesentlichen Großgeräte berücksichtigt, deren Schalleistungspegel sich aufgrund von Anforderungen an Baumaschinen nach EU-Richtlinie 2000/14/EG [3], Ansätzen aus der Fachliteratur ([5], [6]) und ggf. eigenen Messwerten ergeben.

Bei der Ermittlung der Gesamtschalleistung der einzelnen Bauphasen wird nicht jeder denkbare Arbeitsschritt behandelt. Vielmehr dominieren in der Praxis bestimmte Arbeiten bzw. der Einsatz bestimmter Geräte die Emissionssituation. Die übrigen hier nicht gelisteten zur Anwendung kommenden (Klein-) Geräte können entweder aufgrund ihrer Einsatzzeit und Schallentwicklung als nicht relevant angesehen werden oder sind vergleichbar mit einer der aufgeführten Maschinen und sind daher in den Berechnungen nicht gesondert berücksichtigt worden.

Die angegebenen Schallleistungspegel beziehen sich auf den Lastbetrieb. Der Leerlauf ist demgegenüber zu vernachlässigen bzw. hat keinen signifikanten Einfluss auf die Beurteilung. Die anteiligen Betriebszeiten der einzelnen Quellen im Lastbetrieb entsprechen durchschnittlichen Erfahrungswerten und tragen dem Umstand Rechnung, dass im realen Baubetrieb stets auch Pausen für Umsetzvorgänge, Rüstzeiten, Materialaufnahme etc. entstehen, und somit so gut wie kein Gerät in der Praxis durchgängig in Volllast in Betrieb ist.

Da derzeit nicht geklärt werden kann, welche der unterschiedlichen Maschinen in den einzelnen Bauphasen zeitgleich in Betrieb sind, wird zur sicheren Seite ein zeitgleicher Betrieb aller gelisteten Maschinen je Bauphase postuliert. Die prognostizierten Gesamtschallleistungspegel der einzelnen Bauphasen stellen somit obere Abschätzungen der tatsächlich auftretenden baubetriebsbedingten Schallemissionen dar. Die schalltechnische Untersuchung ist in diesem Sinne als eine Machbarkeitsstudie zu verstehen, um sich abzeichnende Konfliktpotenziale bereits vor einer Baumaßnahme zu erkennen und damit Schutzmaßnahmen zu deren Vermeidung/Vermeidung schon im Vorfeld treffen zu können.

Die Abbildung der Emissionsquellen erfolgt im Rechenmodell anhand von Flächen- und/oder Linienschallquellen, denen die Gesamtschallleistungspegel der einzelnen Bauphasen zugeordnet werden.

Dabei wird bei linienhaften Bautätigkeiten davon ausgegangen, dass die nachfolgend aufgeführten Gesamtschallleistungspegel der einzelnen Bauphasen für jeweils ca. 50 m lange Streckenabschnitte repräsentativ sind. Aufgrund der Längenausdehnung der Bautätigkeiten ist daher eine längenabhängige Pegelkorrektur  $\Delta L$  erforderlich, um eine Unterschätzung über die gesamte jeweils berücksichtigte Baulänge zu vermeiden. Dadurch wird eine fiktive Gesamtdarstellung über mehrere Baufelder ermöglicht, selbst wenn diese seriell bearbeitet werden. Die Pegelkorrektur wird dabei wie folgt bestimmt:

$$\Delta L = 10 \cdot \log \frac{(\text{Gesamtbaulänge})}{50 \text{ m}} \quad \text{in dB}$$

Die Arbeiten finden nach dem Rückbaukonzept [13] und dem Logistikkonzept Neubau [14] am Tag zwischen 07:00 Uhr und 17:00 Uhr statt. Unter Berücksichtigung üblicher Pausenzeiten wird daher in der vorliegenden Untersuchung davon ausgegangen, dass akustisch relevante Tätigkeiten an bis zu 8 h/Tag durchgeführt werden. Dies wurde bei der Bestimmung der Gesamtschallleistungspegel berücksichtigt.

## 5.1 Phase 1 - Rückbau

Tabelle 3 zeigt für jede Bautätigkeit die vsl. Einwirkdauer, die pegelbestimmende Maschine und den ermittelten resultierenden Gesamtschalleistungspegel.

Tabelle 3 Phase 1: Gesamtschalleistungspegel der betrachteten Bautätigkeiten

Nr.	Tätigkeit	Anz. Tage	pegelbestimmende Maschinen	$L_{WA,ges}$ [dB(A)]	Länge L [m]	längenabhängige Pegelkorrektur $\Delta L$ [dB]
1	Rückbau Bergstation	15	Bagger mit Pulverisierer	108,1	-	-
2	Rückbau Strecke unten	10	Bagger mit Abbruchhammer	111,5	97	2,9
3	Rückbau Talstation	20	Bagger mit Pulverisierer	111,2	-	-
4	Rückbau Strecke Mitte	12	Bagger mit Abbruchhammer	111,5	60	0,8
5	Rückbau Strecke oben	12	Bagger mit Abbruchhammer	111,5	123	3,9

Die Tabelle zeigt, dass der resultierende Gesamtschalleistungspegel der Bautätigkeiten zwischen rd.  $L_{WA,ges} = 108-112$  dB(A) liegt.

Die detaillierte Bestimmung der Gesamtschalleistungspegel der Bautätigkeiten ist in Anlage 2 dokumentiert.

## 5.2 Phase 2 - Neubau

Tabelle 4 zeigt für jede Bautätigkeit die vsl. Einwirkdauer, die pegelbestimmende Maschine und den ermittelten resultierenden Gesamtschalleistungspegel.

Tabelle 4 Gesamtschalleistungspegel der betrachteten Bautätigkeiten

Nr.	Tätigkeit	Anz. Tage	pegelbestimmende Maschinen	$L_{WA,ges}$ [dB(A)]	Länge L [m]	längenabhängige Pegelkorrektur $\Delta L$ [dB]
1	Erdarbeiten (flacher Bereich, Baufeld 1-3)	60	Bagger	103,3	300	7,8
2	Verbau (Bohrverfahren, Baufeld 1)		Bohrgerät	106,1	65	1,1
3	Betonarbeiten (Baufeld 1-6)	40-60	Innenrüttler	104,5	490	9,9
4	Mikrobohrpfähle	40-60	Kleinbohrgerät	105,3	195	5,9
5	Erdarbeiten (steiler Bereich, Baufeld 4-6)	40-60	Schreibbagger	105,8	190	5,8

Die Tabelle zeigt, dass der resultierende Gesamtschallleistungspegel der Bautätigkeiten zwischen rd.  $L_{WA,ges} = 103-106$  dB(A) liegt.

Die detaillierte Bestimmung der Gesamtschallleistungspegel der Bautätigkeiten ist in Anlage 2 dokumentiert.

### Baustellenverkehr

Der Baustellenverkehr innerhalb der Baufelder ist in den Emissionsansätzen der Tabelle 3 und der Tabelle 4 entweder enthalten oder von untergeordneter Bedeutung.

Im Umfeld der Baufelder wird der Baustellenverkehr im Allgemeinen über öffentliche Verkehrswege abgewickelt, es werden keine gesonderten Baustraßen angelegt. Wo nach gutachterlicher Einschätzung erforderlich, werden Baustellenzufahrtsstraßen rechnerisch berücksichtigt. Hierfür werden Linienschallquellen in  $h=0,5$  m über Grund mit einem Schallleistungspegel gemäß [7] von rd.  $L'w = 61$  dB(A)/m/h je Lkw-Vorbeifahrt ins Rechenmodell integriert.

Auf eine Berücksichtigung in Phase 1 – Rückbau wird verzichtet, da die Einwirkungen des Baustellenverkehrs im Vergleich mit den Rückbautätigkeiten von untergeordneter Bedeutung sind.

### Baustelleneinrichtungsflächen

BE-Flächen stellen in der Regel keine bedeutenden Lärmquellen dar, häufig dienen sie als Lager- und Abstellflächen.

Zur sicheren Seite hin werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die BE-Flächen in der Phase 2 – Neubau als Flächenschallquellen modelliert und mit einem flächenbezogenem Schallleistungspegel von  $L_w = 60$  dB(A)/m<sup>2</sup> im Zeitbereich tags belegt. Ein Ansatz, der dem Emissionsansatz für Gewerbegebiete gemäß DIN 18005 – Schallschutz im Städtebau [10] entspricht und nach fachgutachterlicher Einschätzung im Allgemeinen auf der sicheren Seite liegt.

Auf eine Berücksichtigung der BE-Flächen in Phase 1 – Rückbau wird verzichtet, da die Einwirkungen im Vergleich mit den Rückbautätigkeiten von untergeordneter Bedeutung sind.

## **6 Berechnungsverfahren**

Die AVwV Baulärm [2] ist eine Mess- und Beurteilungsvorschrift. Sie enthält Bestimmungen zur vereinfachten Bestimmung von Beurteilungspegeln aus Messungen, zur Addition der Pegel unterschiedlicher Teilquellen und zur Anwendung von Zeitkorrekturen für unterschiedliche Einwirkzeiten.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist eine Prognose des Baustellenlärms gefordert, Messungen sind derzeit naturgemäß nicht möglich. Nach heutigem Stand der Technik wird die Schallausbreitung von (u. a.) gewerblichen Lärmquellen nach DIN ISO 9613-2 [9] mit entsprechend ausgelegten Rechenprogrammen berechnet. Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt im Rahmen des vorliegenden Gutachtens daher analog zu den Berechnungsvorschriften der DIN ISO 9613-2.

Aufgrund der zum jetzigen Zeitpunkt im Vorfeld der Baumaßnahmen noch nicht endgültig bekannten Bauabläufe und Aufstellungen der Maschinen und Geräte wurde eine vereinfachte Modellbildung anhand von Flächen- und ggf. Linienschallquellen im Bereich der Baustelle vorgenommen.

Die Ausbreitungsrechnung wird mit der Software CadnaA in der aktuellen Programmversion [11] unter Verwendung eines dreidimensionalen Rechenmodells durchgeführt. Bei den Immissionsberechnungen werden Einflüsse von Gebäuden und Topografie berücksichtigt, die Bodendämpfung wird nach Kap. 7.3.1. („allgemeines Verfahren“) ermittelt. Berücksichtigt wurde zudem die erste Reflexionsordnung unter Ansatz eines Reflexionsverlustes von 1 dB für glatte Fassaden. Die Berechnung erfolgt bei 500 Hz, es wurde keine meteorologische Korrektur angewendet, d.h. es wurde eine Mitwindsituation in alle Richtungen unterstellt.

Die Berechnung des Baulärms erfolgt an ausgewählten (für die vorliegende Untersuchung maßgebenden) Immissionsorten durch sogenannte Gebäudelärmkarten. Die Berechnungsergebnisse der Gebäudelärmkarten sind gebäudebezogen. Sie werden tabellarisch dargestellt und für die Beurteilung der schalltechnischen Situation nach AVwV Baulärm herangezogen (Anlage 3).

Ergänzend wurden Rasterlärmkarten in 4 m über Gelände berechnet. Sie sind im Unterschied zu den Gebäudelärmkarten nicht gebäudebezogen und vermitteln einen flächenhaften Eindruck der schalltechnischen Situation im Einflussbereich der Bautätigkeiten. Die Ergebnisse der Rasterberechnungen werden in Form von Isophonenplänen dargestellt und sind Anlage 4 beigelegt.

## **7 Ergebnisse Baulärmeinwirkungen**

Nachfolgend werden die Ergebnisse für die einzelnen Bautätigkeiten zusammenfassend dargestellt. Die Berechnungstabellen (Anlage 3) sowie entsprechende Rasterlärmkartendarstellungen (Anlage 4) sind dem Anhang der Untersuchung beigelegt. Die nachfolgende Zusammenfassung bezieht sich in erster Linie auf die Auswertung der Berechnungspunkte, die aufgrund der Anzahl und Auswahl einen repräsentativen Eindruck vermitteln. Einwirkungen auf Gebäude, die nicht als Berechnungspunkt aufgenommen wurden, können anhand der Rasterlärmkarten im Anhang abgeschätzt werden.

### **7.1 Phase 1 - Rückbau**

#### **7.1.1 Rückbau Bergstation**

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 2 der betrachteten 20 Immissionsorte leicht überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 1-2 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an allen Gebäuden eingehalten, dies gilt auch für die Zumutbarkeitsschwelle.

Die Bautätigkeit wird im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 15 Arbeitstagen angegeben.

### 7.1.2 Rückbau Strecke unten

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 20 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 5-31 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 16 Gebäuden und die Zumutbarkeitsschwelle an 5 Gebäuden überschritten.

Die Bautätigkeit wird im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 10 Arbeitstagen angegeben.

### 7.1.3 Rückbau Talstation

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 19 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 2-27 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 15 Gebäuden und die Zumutbarkeitsschwelle an 4 Gebäuden überschritten.

Die Bautätigkeit wird im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 20 Arbeitstagen angegeben.

### 7.1.4 Rückbau Strecke Mitte

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 12 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 1-27 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 6 Gebäuden und die Zumutbarkeitsschwelle an 2 Gebäuden überschritten.

Die Bautätigkeit wird im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 12 Arbeitstagen angegeben.

### 7.1.5 Rückbau Strecke oben

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 16 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 1-27 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 4 Gebäuden überschritten, während die Zumutbarkeitsschwelle überall eingehalten wird.

Die Bautätigkeit wird im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 12 Arbeitstagen angegeben.

## 7.2 Phase 2 - Neubau

### 7.2.1 Erdarbeiten (flacher Bereich, Baufeld 1-3)

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 19 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 7-23 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 19 Gebäuden und die Zumutbarkeitsschwelle an 9 Gebäuden überschritten.

Die Bautätigkeit wird in Summe mit dem Verbau (7.2.2) im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 60 Arbeitstagen angegeben.

#### 7.2.2 Verbau (Bohrverfahren, Baufeld 1)

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 12 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 2-23 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 10 Gebäuden und die Zumutbarkeitsschwelle an 5 Gebäuden überschritten.

Die Bautätigkeit wird in Summe mit den Erdarbeiten (7.2.1) im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 60 Arbeitstagen angegeben.

#### 7.2.3 Betonarbeiten (Baufeld 1-6)

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 19 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 19-26 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 19 Gebäuden und die Zumutbarkeitsschwelle an 15 Gebäuden überschritten.

Die Bautätigkeit wird im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 40-60 Arbeitstagen angegeben.

#### 7.2.4 Mikrobohrpfähle

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 9 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 3-25 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 5 Gebäuden und die Zumutbarkeitsschwelle an 3 Gebäuden überschritten.

Die Bautätigkeit wird im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 40-60 Arbeitstagen angegeben.

#### 7.2.5 Erdarbeiten (steiler Bereich, Baufeld 4-6)

Die Immissionsrichtwerte der AVwV Baulärm werden an 10 der betrachteten 20 Immissionsorte überschritten. Die Überschreitungen liegen dabei im Bereich von rd. 1-25 dB.

Die Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm wird an 5 Gebäuden und die Zumutbarkeitsschwelle an 3 Gebäuden überschritten.

Die Bautätigkeit wird im Bauablaufplan mit einer Gesamtdauer von bis zu 40-60 Arbeitstagen angegeben.

### 7.3 Zusammenfassende Beurteilung der Schallimmissionen

Aufgrund der räumlichen Nähe der Baumaßnahmen zu den Immissionsorten bzw. zur benachbarten Bebauung ist über zeitlich begrenzte Phasen mit deutlichen Baulärmeinwirkungen zu rechnen.

Die Schallemissionen werden grundsätzlich nicht nur von den Motorengeräuschen der Baumaschinen bestimmt, sondern auch von den Schallemissionen, die bei der Bearbeitung und Behandlung der Baumaterialien entstehen. Insofern sind Überschreitungen der Richtwerte in

einzelnen Bauphasen und in einzelnen Bereichen unter Berücksichtigung gesetzlich zulässiger Baumaschinen, dem Stand der Lärminderung bei üblichen Bauverfahren sowie der im öffentlichen Interesse liegenden möglichst kurzzeitigen Durchführung und der Lage des Bauvorhabens nicht immer vermeidbar. Die Lärmbelastung an einem Gebäude vermindert sich jedoch, sobald der Schwerpunkt der Schallemission verlagert wird, bzw. eine andere Bautätigkeit beginnt.

Im vorliegenden Fall werden die Richtwerte der AVwV Baulärm und die Eingriffsschwelle bei den betrachteten Bautätigkeiten überwiegend überschritten, die Überschreitungen fallen dabei z.T. sehr hoch aus. Günstiger schneiden die Arbeiten ab, die den oberen Streckenabschnitt inklusive der Bergstation betreffen, da hier im direkten Umfeld weniger schützenswerte Nutzungen vorhanden sind.

Die Zumutbarkeitsschwelle, bei deren Einhaltung bei geschlossenen Fenstern noch von einem für das Wohnen zumutbaren Innenraumpegel auszugehen ist, kann im vorliegenden Fall an den zur Baumaßnahme nächstgelegenen Gebäuden nicht generell eingehalten werden. Nur in Phase 1 wird die Zumutbarkeitsschwelle beim Rückbau der Bergstation und dem oberen Teil der Strecke eingehalten. Bei allen übrigen betrachteten Bautätigkeiten wird die Zumutbarkeitsschwelle an einzelnen Gebäuden überschritten.

Aufgrund der prognostizierten Überschreitungen werden nachfolgend Minderungsmaßnahmen dargestellt.

## **8 Minderungsmaßnahmen Baulärm**

### **8.1 Prinzipielle Minderungsmöglichkeiten**

Hinsichtlich der prognostizierten Überschreitung sind Überlegungen zu möglichen und praktischen Lärminderungsmaßnahmen anzustellen.

Nach Abschnitt 4 der AVwV Baulärm [2] gelten folgende Grundsätze:

Überschreitet der ermittelte Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Geräusches den Immissionsrichtwert um mehr als 5 dB, sollen Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden. Es kommen insbesondere in Betracht:

- a) Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle
- b) Maßnahmen an den Baumaschinen
- c) die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen
- d) die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren
- e) die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen

Bezüglich des Maßnahmenkatalogs der AVwV Baulärm kommen wir im vorliegenden Fall zu folgenden Empfehlungen.

## 8.2 Diskussion und Empfehlung vorzusehender Minderungsmaßnahmen

### 8.2.1 Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle

Vor Beginn der Baumaßnahme sind die Anwohner über den Zweck und die zeitliche Dauer der Baumaßnahme zu informieren. Die Anwohner können sich dadurch auf die zu erwartende Lärmbelastung besser einstellen und sind informiert, ab wann sich die Schallsituation wieder verbessert. Dies verringert zwar nicht die Lärmbelastung, erhöht aber im Allgemeinen die Akzeptanz.

Zudem ist ein Ansprechpartner (i. S. eines Immissionsschutzbeauftragten) zu benennen, an den sich die Anwohner im Beschwerdefall wenden können.

Unabhängig davon ist darauf zu achten, dass längere Zeit ortsfeste Schallquellen (z.B. Stromaggregat) so weit wie möglich von benachbarter schützenswerter Bebauung aufzustellen sind, oder alternativ durch geeignete Anordnung von nichtabstrahlenden Elementen (z.B. Baucontainer) abgeschirmt werden.

Eine wirksame Maßnahme zur Minderung des Baulärmes kann eine temporäre Abschirmung der Baustelle durch mobile Lärmschutzwände, Schallschutzzelte, Holzwände oder ähnliches sein. Baustellen werden oftmals durch Bauzäune gegen Betreten von Unbefugten gesichert. Die Höhe der Bauzäune liegt dabei im Bereich von ca. 2 m. Da diese Maßnahme vsl. bereits aus sicherungstechnischen Gründen erforderlich ist, bietet sich hier bei entsprechender Ausführung die Möglichkeit, mit einfachen Mitteln einen bauzeitlichen Lärmschutz zu realisieren.

Dem Einsatz solcher temporären Lärmschutzeinrichtungen sind im vorliegenden Fall durch die beengten Verhältnisse und die Höhe der Randbebauung zwar Grenzen gesetzt. So wird durch eine übliche 2-3 m hohe bauzeitlich bedingte Schallschutzwand im Erdgeschoß oftmals eine Verbesserung der Situation in der Größenordnung um bis zu 3-5 dB erzielt. In darüber liegenden Geschoßen ist die Wirkung merklich geringer, ab dem 2. OG ist zumeist keine Wirkung mehr gegeben. Um wenigstens Verbesserungen für die Erdgeschoßlagen zu erreichen, empfehlen wir - wo immer möglich - die Bauzäune als temporären Schallschutz zu nutzen.

### 8.2.2 Maßnahmen an den Baumaschinen

Die angesetzten Baumaschinen bzw. deren emittierte Schalleistung und die gewählten Bauverfahren entsprechen dem Stand der Technik. Die Einhaltung des Standes der Technik die eingesetzten Baumaschinen betreffend sollte den ausführenden Firmen in einem entsprechenden Anforderungskatalog zur Auflage gemacht werden.

Eine regelmäßige Wartung und Instandsetzung der Maschinen werden hierbei vorausgesetzt.

### 8.2.3 Verwendung geräuscharmer Baumaschinen

Dem Minimierungsgebot in § 22 BImSchG zufolge sind grundsätzlich geräuscharme Bauverfahren und Baumaschinen nach dem Stand der Lärminderungstechnik zu wählen, soweit dies unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zumutbar ist. Wir schlagen vor, dass der Vorhabenträger die für die Bauausführung beauftragten Firmen hierzu vertraglich verpflichtet.

Es wird zudem vorgeschlagen bereits in der Ausschreibung als Auflage für ein wertbares Angebot die Darstellung des geplanten Maschineneinsatzes und der Schalleistungspegel der einzelnen Maschinen zur Bedingung zu machen. Im Rahmen der Angebotswertung können im Bietervergleich Pluspunkte bei Verwendung leiserer Maschinen und ggf. Zusatzpunkte bei Verwendung von lärmarmen Geräten mit der Kennzeichnung „blauer Engel“ vergeben werden.

### 8.2.4 Anwendung geräuscharmer Bauverfahren und Beschränkung von Betriebszeiten

Grundsätzlich sollten Maschinen in Arbeitspausen ausgeschaltet werden, unnötiger Leerlauf von Maschinen ist zu vermeiden. Um Konflikte zu minimieren, sollten Bautätigkeiten mit hoher Schallemission zudem möglichst nicht in den Zeitbereichen 7.00 Uhr bis 8.00 Uhr und 18.00 Uhr bis 20.00 Uhr durchgeführt werden, da in diesen Zeitfenstern viele Anwohner zu Hause sind.

Lärmintensive Bautätigkeiten sind vom Bauablaufkonzept möglichst so zu organisieren, dass sie zügig in einem Stück abgearbeitet werden. Ein Verlagern solcher Tätigkeiten auf z.B. mehrere Tage hat zwar rechnerisch den Effekt, dass sich etwas geringere Beurteilungspegel ergeben. Die Gesamtstörwirkung wird jedoch von den Anwohnern im Allgemeinen als noch höher empfunden, als wenn die Baumaßnahme zügig abgewickelt wird und relativ schnell wieder günstigere Immissionssituationen vorhanden sind.

Ohnehin sieht das Rückbaukonzept [13] und das Logistikkonzept Neubau [14] eine Begrenzung der Arbeitszeit auf 07:00 Uhr bis 17:00 Uhr inklusive Pausenzeiten und eine Arbeitsdauer von 8 h/Tag vor. Eine weitere Beschränkung der Arbeitszeit auf 50% würde zwar eine Reduktion der Beurteilungspegel um rd. 3 dB bewirken, führt jedoch zu einer insgesamt längeren Bauphase und damit auch zu einer längeren Belästigung der Anwohner (wenn auch auf etwas niedrigerem Niveau), weswegen wir dies unter Berücksichtigung der schon eingeschränkten Arbeitsdauer im vorliegenden Fall als nicht sinnvoll erachten.

### 8.2.5 Passive Schallschutzmaßnahmen

Passiver Schallschutz, der zu einer Minderung der Immissionen innerhalb von Gebäuden führt, umfasst den Austausch vorhandener Fenster mit einer besseren Schalldämmung oder insbesondere im Fall von Schlafraumfenstern die Nachrüstung mit schallgedämmten Lüftungsgeräten. In der Regel sind solche Maßnahmen im Zusammenhang mit Baulärmeinwirkungen als nicht verhältnismäßig anzusehen, da es sich um temporäre Einwirkungen handelt und lärmintensive Tätigkeiten nicht ständig vorherrschend sind.

### 8.2.6 Ersatzwohnraum und Entschädigung

Nächtlicher Baubetrieb ist nicht vorgesehen, insofern ist u.E. in der Regel kein Anlass zur Stellung von Ersatzwohnräumen gegeben. In Ausnahmefällen (z.B. Schichtarbeitende mit erhöhtem Ruhebeurfnis tags) kann dies dennoch geboten sein.

Für Tätigkeiten im Zeitbereich tags können dem nachweislich von Beurteilungspegeln oberhalb einer bestimmten, von der Genehmigungsbehörde festzulegenden Schwelle betroffenen Personenkreis Entschädigung für den Zeitraum der Überschreitungen angeboten werden. Als sachgerecht wird dabei zum Beispiel ein Schwellwert von  $L_r > 70$  dB(A) erachtet. Die Höhe einer etwaigen Entschädigung kann z.B. analog zu dem in der VLärmSchR 97 [8] beschriebenen Verfahren bestimmt werden.

## 9 Allgemeine Hinweise und Auflagenvorschläge

Für das Bauvorhaben schlagen wir vor die nachstehenden Hinweise zum Bestandteil der Angebotseinholung und Auftragsvergabe zu machen.

### Vorschläge für Auflagen

- *Vor Beginn der Baumaßnahme sind die Anwohner über den Zweck und die zeitliche Dauer der Baumaßnahme zu informieren.*
- *Für Nachbarbeschwerden ist seitens der Baustelle ein Ansprechpartner (i. S. eines Immissionsschutzbeauftragten) zu benennen.*
- *Für den Betrieb der Baustelle gelten die Anforderungen der AVwV Baulärm mit den dort genannten Hinweisen.*
- *Die Baustelle ist so zu betreiben, dass unnötige Lärmbelästigungen vermieden werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, z. B. kein unnötiges Lauflassen von Motoren etc.*
- *Laute ortsfeste Schallquellen sind so weit entfernt als möglich von schützenswerter Bebauung anzuordnen oder alternativ durch geeignete Maßnahmen (z.B. Baucontainer, mobile LS-Wände, etc.) akustisch wirksam abzuschirmen.*
- *Die Einwirkzeiten lärmintensiven Baugeräts sind so weit als möglich zu minimieren.*
- *Die Arbeiten sind in der Regel auf den Zeitbereich zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr begrenzt*
- *Bautätigkeiten mit hoher Schallemission sind möglichst nicht in die Zeitbereiche 7.00 Uhr bis 8.00 Uhr und 18.00 Uhr bis 20.00 Uhr zu legen.*
- *Der Auftragnehmer ist zu verpflichten, bei der Auswahl schalltechnisch günstiger Verfahren konstruktiv mitzuwirken.*
- *Eingesetztes Baugerät muss den Anforderungen der Richtlinie 2000/14/EG und darüber hinaus dem Stand der Technik entsprechen.*
- *Die auf der Baustelle eingesetzten Baumaschinen müssen den Anforderungen der 32. Bundes-Immissionsschutzverordnung entsprechen.*
- *Die zum Einsatz kommenden Maschinen sind regelmäßig zu warten und ggf. Instand zu setzen.*
- *Die baubetrieblichen Lärmimmissionen sind durch Schallpegelmessungen an exponierten Gebäuden zu dokumentieren.*

## 9.1 Ersatzwohnraum und Entschädigung

- *Im Bedarfsfall kann, dem von Beurteilungspegeln oberhalb einer bestimmten Schwelle betroffenen Personenkreis, eine Entschädigung für den Zeitraum der Überschreitungen angeboten werden. Der Schwellwert ist dabei von der Genehmigungsbehörde festzulegen.*
- *Als sachgerecht für die Leistung einer Entschädigung wird im Zeitbereich tags bei Wohnnutzung ein Schwellwert von  $L_r > 70$  dB(A) angesehen.*

## 10 Zusammenfassung

Die VBK-Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH (VBK) plant die Standseilbahn zum auf den Turmberg zu erneuern und gleichzeitig bis zum Verknüpfungspunkt mit dem ÖPNV, an der „Endhaltestelle Durlach Turmberg“ zu verlängern. Im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung wurden die mit den Baumaßnahmen einhergehenden Geräuscheinwirkungen prognostiziert. Der Prognose lagen Konzepte für Rückbau und Neubau zu Grunde. Bereits bei der Entwicklung des Rückbaukonzepts wurden verschiedene Bauverfahren unter dem Gesichtspunkt der damit einhergehenden Emissionen betrachtet. Letztlich wurde ein hinsichtlich Emissionen optimiertes Vorgehen gewählt, dass auch unter wirtschaftlichen Aspekten noch umsetzbar erscheint. Auch bei der Neubauplanung wurde konzeptionell bereits der Immissionsschutz berücksichtigt. So wurden beispielsweise beim Verbau im Bereich der Talstation Rammverfahren ausgeschlossen und ein Bohrverfahren vorgesehen. Die optimierten Vorgehensweisen lagen der Baulärmuntersuchung zu Grunde.

Aufgrund der räumlichen Nähe der Baumaßnahmen zu den Immissionsorten bzw. zur benachbarten Bebauung ist über zeitlich begrenzte Phasen dennoch mit deutlichen Baulärmeinwirkungen zu rechnen.

Die Schallemissionen werden grundsätzlich nicht nur von den Motorengeräuschen der Baumaschinen bestimmt, sondern auch von den Schallemissionen, die bei der Bearbeitung und Behandlung der Baumaterialien entstehen. Insofern sind Überschreitungen der Richtwerte in einzelnen Bauphasen und in einzelnen Bereichen unter Berücksichtigung gesetzlich zulässiger Baumaschinen, dem Stand der Lärminderung bei üblichen Bauverfahren sowie der im öffentlichen Interesse liegenden möglichst kurzzeitigen Durchführung und der Lage des Bauvorhabens nicht immer vermeidbar. Die Lärmbelastung an einem Gebäude vermindert sich jedoch, sobald der Schwerpunkt der Schallemission verlagert wird, bzw. eine andere Bautätigkeit beginnt.

Im vorliegenden Fall werden die Richtwerte der AVwV Baulärm und die Eingriffsschwelle bei den betrachteten Bautätigkeiten überwiegend überschritten, die Überschreitungen fallen dabei z.T. sehr hoch aus. Günstiger schneiden dabei die Arbeiten ab, die den oberen Streckenabschnitt inklusive der Bergstation betreffen, da hier im Einflussbereich wenig schützenswerte Nutzungen vorhanden sind.

Die Zumutbarkeitsschwelle, bei deren Einhaltung bei geschlossenen Fenstern noch von einem für das Wohnen zumutbaren Innenraumpegel auszugehen ist, kann im vorliegenden Fall an den zur Baumaßnahme nächstgelegenen Gebäuden nicht generell eingehalten werden.

Aus Sicht des Schallimmissionsschutzes weist das Vorhaben insgesamt gesehen insbesondere in den lauten Bauphasen insofern ein hohes Konfliktpotenzial auf. Aufgrund der prognostizierten Überschreitungen und unter Berücksichtigung des Minimierungsgebots in § 22 BImSchG wurden daher Minderungsmaßnahmen betrachtet.

Basierend darauf wurden Hinweise und Auflagenvorschläge getroffen, die zu einer Minderung der Baulärmeinwirkungen beitragen können. Es ist jedoch davon auszugehen, dass auch mit diesen Maßnahmen die Richtwerte der AVwV Baulärm im vorliegenden Fall nicht eingehalten werden können.

Sind Geräuschimmissionen als nach dem Stand der Technik unvermeidbare Umwelteinwirkungen im Sinne des § 22 BImSchG einzustufen und auch mit der Überschreitung von Zumutbarkeitsschwellen verbunden (z.B. 70 dB(A) bezogen auf Wohnräume tags), haben betroffene Eigentümer einen Anspruch auf eine angemessene Entschädigung durch den Vorhabenträger. Bei derartigen Belastungen ist davon auszugehen, dass die Wohnungen zu Zeiten, in denen derart hohe Belastungen auftreten, wegen unzumutbarer baubedingter Lärmbeeinträchtigungen nur eingeschränkt nutzbar sind.

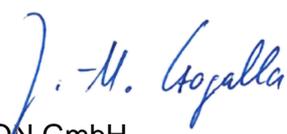
Für Wohnnutzung erachten wir es im Zeitbereich Tag sachgerecht den Schwellwert für Entschädigungsleistungen mit der in 3.4 eingeführten Zumutbarkeitsschwelle gleichzusetzen. Entschädigungen wären demnach bei Überschreitung eines Beurteilungspegels von 70 dB(A) im Zeitbereich tags zu leisten. Die Höhe einer etwaigen Entschädigung kann z.B. analog zu dem in der VLärmSchR 97 beschriebenen Verfahren bestimmt werden.

Die letztliche Festlegung von Schwellwerten liegt jedoch im Ermessensspielraum der Genehmigungsbehörden. Sollten andere Schwellwerte für Entschädigungen festgesetzt werden, können entsprechende Betroffenheitsbereiche anhand der Ergebnistabellen in Anlage 3 und der Lärmkarten in Anlage 4 eingegrenzt werden.

Die tatsächliche Belastung durch Baulärm kann durch Schallpegelmessungen an repräsentativen Gebäuden über die Bauzeit festgestellt werden.

Eine abschließende Beurteilung obliegt der Genehmigungsbehörde.

Greifenberg, 19.12.2022

  
ACCON GmbH  
Dipl.-Ing. (FH) Jörg-M. Czogalla

## **Anlagen**

Anlage 1 - Lageplan Immissionsorte und Berechnungspunkte

Anlage 2 - Bestimmung Gesamtschallleistungspegel Bauphasen

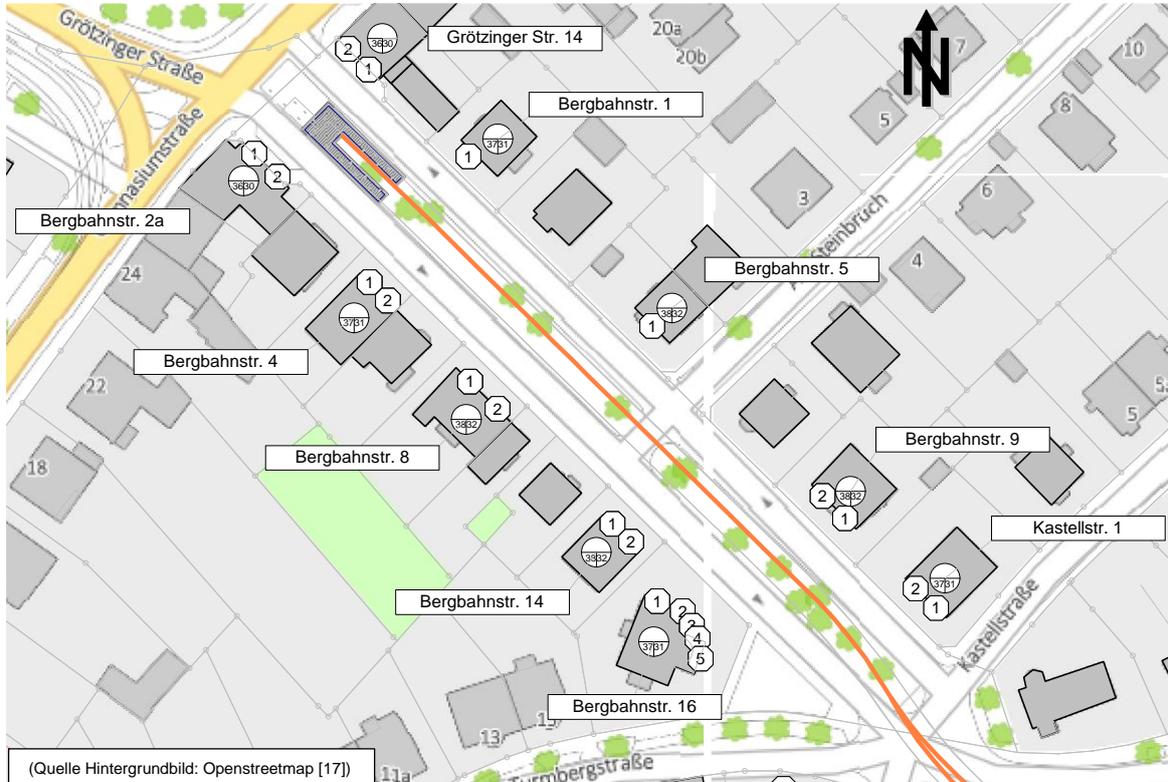
Anlage 3 - Ergebnistabellen Bauphasen

Anlage 4 - Isophonenpläne Bauphasen

Anlage 5 - Berechnungskonfiguration

# Anlage 1 Lageplan Immissionsorte und Berechnungspunkte

## Bereich Bergbahnstraße



## Bereich Turmbergbahn



## Anlage 2 Bestimmung Gesamtschalleistungspegel Bauphasen

### Phase 1 – Rückbau

#### 1 - Rückbau Bergstation

Beurteilungszeitraum

Tag (07-20 Uhr)

Baumaschine Arbeitsvorgang	Quelle	L <sub>WAeq</sub> [dB(A)]	N	T <sub>E</sub> [h]	T <sub>B</sub> [%]	K <sub>I</sub> [dB]	K <sub>T</sub> [dB]	K	L <sub>WA,r</sub> [dB(A)]
Bagger mit Hydraulikzange (z.B. Volvo EC 360) Abreißen von Betonwänden	HLuG, Heft2, Anlage E 17	106,7	1	8,0	50	4,0	0,0	5,0	102,7
Bagger mit Pulverisierer (z.B. Komatsu PC 400 LC) Zerkleinerung Abrissmaterial	HLuG, Heft2, Anlage E 16	108,3	1	8,0	50	5,0	0,0	5,0	105,3
Bagger mit Tieföffel (z.B. Liebherr 932) Lkw-Beladung	HLuG, Heft2, Anlage E 24	106,3	1	8,0	25	1,8	0,0	5,0	97,1
Betonsäge (z.B. Atlas Copco LS 14) Schneiden Beton	Herstellerangabe (garantierter Lw)	108,0	1	8,0	25	0,0	0,0	5,0	97,0
Baukran (z.B. Liebherr 180 EC-H 10)	Geräuschdatenbank für Baumaschinen (GE-DAT 2005)	97,0	1	8,0	25	0,0	0,0	5,0	86,0
Lkw-Vorbeifahrt	Messwert ACCON	102,9	1	8,0	25	1,6	0,0	5,0	93,5
<b>Gesamt-Schalleistungspegel</b>								L <sub>WA,r</sub> =	<b>108,1</b>
L <sub>WAeq</sub>	energieäquivalenter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WA,r</sub>	beurteilter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WA,r,ges</sub>	beurteilter Gesamt-Schalleistungspegel [dB(A)]								
N	Anzahl der Baumaschinen								
T <sub>E</sub>	Max. Einsatzdauer [h]								
T <sub>B</sub>	Betrieb innerhalb T <sub>E</sub> prozentual								
K <sub>I</sub>	Zuschlag für Impulshaltigkeit [dB]								
K <sub>T</sub>	Zuschlag für Tonhaltigkeit [dB]								
K	Zeitkorrektur gemäß Nr. 6.7.1 der AVV Baulärm								

**2, 4 und 5 - Rückbau Strecke**

Beurteilungszeitraum

Tag (07-20 Uhr)

Baumaschine Arbeitsvorgang	Quelle	L <sub>WAeq</sub> [dB(A)]	N	T <sub>E</sub> [h]	T <sub>B</sub> [%]	K <sub>I</sub> [dB]	K <sub>T</sub> [dB]	K [dB]	L <sub>WA,r</sub> [dB(A)]
Bagger mit Abbruchhammer (CAT 325 LN) Abbruch Beton/Fundamente	HLuG, Heft2, Anlage E 77	113,9	1	8,0	25	7,7	0,0	5,0	110,6
Bagger mit Pulverisierer (z.B. Komatsu PC 400 LC) Zerkleinerung Abrissmaterial	HLuG, Heft2, Anlage E 16	108,3	1	8,0	25	5,0	0,0	5,0	102,3
Bagger mit Tieflöffel (z.B. Liebherr 932) Lkw-Beladung	HLuG, Heft2, Anlage E 24	106,3	1	8,0	25	1,8	0,0	5,0	97,1
Betonsäge (z.B. Atlas Copco LS 14) Schneiden Beton	Herstellerangabe (garantierter Lw)	108,0	1	8,0	25	0,0	0,0	5,0	97,0
Kettendumper	Fachliche Einschätzung	98,0	1	8,0	25	0,0	0,0	5,0	87,0
<b>Gesamt-Schalleistungspegel</b>								L <sub>WA,r</sub> =	<b>111,5</b>

**3 - Rückbau Talstation**

Beurteilungszeitraum

Tag (07-20 Uhr)

Baumaschine Arbeitsvorgang	Quelle	L <sub>WAeq</sub> [dB(A)]	N	T <sub>E</sub> [h]	T <sub>B</sub> [%]	K <sub>I</sub> [dB]	K <sub>T</sub> [dB]	K [dB]	L <sub>WA,r</sub> [dB(A)]
Bagger mit Abbruchhammer (CAT 325 LN) Abbruch Beton/Fundamente	HLuG, Heft2, Anlage E 77	113,9	1	8,0	15	7,7	0,0	5,0	108,4
Bagger mit Hydraulikzange (z.B. Volvo EC 360) Abreißen von Betonwänden	HLuG, Heft2, Anlage E 17	106,7	1	8,0	50	4,0	0,0	5,0	102,7
Bagger mit Pulverisierer (z.B. Komatsu PC 400 LC) Zerkleinerung Abrissmaterial	HLuG, Heft2, Anlage E 16	108,3	1	8,0	50	5,0	0,0	5,0	105,3
Bagger mit Tieflöffel (z.B. Liebherr 932) Lkw-Beladung	HLuG, Heft2, Anlage E 24	106,3	1	8,0	25	1,8	0,0	5,0	97,1
Betonsäge (z.B. Atlas Copco LS 14) Schneiden Beton	Herstellerangabe (garantierter Lw)	108,0	1	8,0	25	0,0	0,0	5,0	97,0
Lkw-Vorbeifahrt	Messwert ACCON	102,9	1	8,0	25	1,6	0,0	5,0	93,5
<b>Gesamt-Schalleistungspegel</b>								L <sub>WA,r</sub> =	<b>111,2</b>

L <sub>WAeq</sub>	energieäquivalenter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WA,r</sub>	beurteilter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WA,r,ges</sub>	beurteilter Gesamt-Schalleistungspegel [dB(A)]								
N	Anzahl der Baumaschinen								
T <sub>E</sub>	Max. Einsatzdauer [h]								
T <sub>B</sub>	Betrieb innerhalb T <sub>E</sub> prozentual								
K <sub>I</sub>	Zuschlag für Impulshaltigkeit [dB]								
K <sub>T</sub>	Zuschlag für Tonhaltigkeit [dB]								
K	Zeitkorrektur gemäß Nr. 6.7.1 der AVV Baulärm								

## Phase 2 – Neubau

### 1 - Erdarbeiten (flacher Bereich)

Beurteilungszeitraum

Tag (07-20 Uhr)

Baumaschine Arbeitsvorgang	Quelle	L <sub>WAeq</sub> [dB(A)]	N	T <sub>E</sub> [h]	T <sub>B</sub> [%]	K <sub>I</sub> [dB]	K <sub>T</sub> [dB]	K [dB]	L <sub>WAR</sub> [dB(A)]
Kettenbagger mit Tieflöffel (z.B. CAT 320) Erdarbeiten (Aushub)	HLuG, Heft2, Anlage E 09	98,0	1	8,0	75	3,1	0,0	5,0	94,9
Kettenbagger mit Tieflöffel (z.B. CAT 323)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	100,0	1	8,0	75	0,0	0,0	5,0	93,8
Mobilbagger (z.B. CAT M318)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	99,0	2	8,0	30	0,0	0,0	5,0	91,8
Radlader (z.B. Liebherr 506)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	101,0	1	8,0	30	0,0	0,0	5,0	90,8
Rüttelplatte (z.B. Wacker DPU 6555)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	108,0	1	8,0	20	0,0	0,0	5,0	96,0
Stampfer (z.B. Wacker BS62)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	105,0	1	8,0	20	0,0	0,0	5,0	93,0
Lkw-Vorbeifahrt	Messwert ACCON	102,9	4	8,0	20	1,6	0,0	5,0	98,5
<b>Gesamt-Schalleistungspegel</b>								L <sub>WAR</sub> =	<b>103,3</b>

### 2 - Verbau

Beurteilungszeitraum

Tag (07-20 Uhr)

Baumaschine Arbeitsvorgang	Quelle	L <sub>WAeq</sub> [dB(A)]	N	T <sub>E</sub> [h]	T <sub>B</sub> [%]	K <sub>I</sub> [dB]	K <sub>T</sub> [dB]	K [dB]	L <sub>WAR</sub> [dB(A)]
Mobilkran (Gottwald DA 53/AMK 46)	HLuG, Heft2, Anlage E 1	104,4	1	8,0	40	3,2	0,0	5,0	98,6
Bohrgerät (Bauer BG 18H CAT 325) Berliner Verbau	Geräuschdatenbank für Baumaschinen (GE-DAT 2005)	111,0	1	8,0	80	0,0	0,0	5,0	105,0
Lkw-Vorbeifahrt	Messwert ACCON	102,9	1	8,0	20	1,6	0,0	5,0	92,5
<b>Gesamt-Schalleistungspegel</b>								L <sub>WAR</sub> =	<b>106,1</b>

L <sub>WAeq</sub>	energieäquivalenter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WAR</sub>	beurteilter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WAR,ges</sub>	beurteilter Gesamt-Schalleistungspegel [dB(A)]								
N	Anzahl der Baumaschinen								
T <sub>E</sub>	Max. Einsatzdauer [h]								
T <sub>B</sub>	Betrieb innerhalb T <sub>E</sub> prozentual								
K <sub>I</sub>	Zuschlag für Impulshaltigkeit [dB]								
K <sub>T</sub>	Zuschlag für Tonhaltigkeit [dB]								
K	Zeitkorrektur gemäß Nr. 6.7.1 der AVV Baulärm								

**3 - Betonarbeiten**

Beurteilungszeitraum

Tag (07-20 Uhr)

Baumaschine Arbeitsvorgang	Quelle	L <sub>WAeq</sub> [dB(A)]	N	T <sub>E</sub> [h]	T <sub>B</sub> [%]	K <sub>I</sub> [dB]	K <sub>T</sub> [dB]	K	L <sub>WA,r</sub> [dB(A)]
Innenrüttler (z.B. Wacker IRW 57_42)	Geräuschdatenbank für Baumaschinen (GE-DAT 2005)	106,5	1	8,0	25	3,0	2,0	5,0	100,5
Betonpumpe (z.B. Putzmeister M52)	Geräuschdatenbank für Baumaschinen (GE-DAT 2005)	103,7	1	8,0	50	3,0	0,0	5,0	98,7
Betonmischer (MAN 32.343)	HLfU Heft 247, Anlage E 87	99,1	4	8,0	20	1,2	0,0	5,0	94,3
Lkw-Vorbeifahrt	Messwert ACCON	102,9	4	8,0	20	1,6	0,0	5,0	98,5
<b>Gesamt-Schalleistungspegel</b>								<b>L<sub>WA,r</sub> =</b>	<b>104,5</b>

**4 - Mikrobohrpfähle**

Beurteilungszeitraum

Tag (07-20 Uhr)

Baumaschine Arbeitsvorgang	Quelle	L <sub>WAeq</sub> [dB(A)]	N	T <sub>E</sub> [h]	T <sub>B</sub> [%]	K <sub>I</sub> [dB]	K <sub>T</sub> [dB]	K	L <sub>WA,r</sub> [dB(A)]
Kleinbohrgerät (A.Beretta T46-S2/HDS 85)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	108,0	1	8,0	75	0,0	0,0	5,0	101,8
Schreitbagger (z.B. Kaiser S12 Allroad)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	109,0	1	8,0	75	0,0	0,0	5,0	102,8
Kettendumper	Fachliche Einschätzung	98,0	1	8,0	20	0,0	0,0	5,0	86,0
<b>Gesamt-Schalleistungspegel</b>								<b>L<sub>WA,r</sub> =</b>	<b>105,3</b>

L <sub>WAeq</sub>	energieäquivalenter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WA,r</sub>	beurteilter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WA,r,ges</sub>	beurteilter Gesamt-Schalleistungspegel [dB(A)]								
N	Anzahl der Baumaschinen								
T <sub>E</sub>	Max. Einsatzdauer [h]								
T <sub>B</sub>	Betrieb innerhalb T <sub>E</sub> prozentual								
K <sub>I</sub>	Zuschlag für Impulshaltigkeit [dB]								
K <sub>T</sub>	Zuschlag für Tonhaltigkeit [dB]								
K	Zeitkorrektur gemäß Nr. 6.7.1 der AVV Baulärm								

**5 - Erdarbeiten steiler Bereich**

Beurteilungszeitraum

Tag (07-20 Uhr)

Baumaschine Arbeitsvorgang	Quelle	L <sub>WAeq</sub> [dB(A)]	N	T <sub>E</sub> [h]	T <sub>B</sub> [%]	K <sub>I</sub> [dB]	K <sub>T</sub> [dB]	K [dB]	L <sub>WA,r</sub> [dB(A)]
Schreitbagger (z.B. Kaiser S12 Allroad)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	109,0	1	8,0	75	0,0	0,0	5,0	102,8
Kettenbagger mit Tieflöffel (z.B. CAT 320) Erdarbeiten (Aushub)	HLuG, Heft2, Anlage E 09	98,0	1	8,0	75	3,1	0,0	5,0	94,9
Laderaupe (z.B. CAT 963)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	109,0	1	8,0	30	0,0	0,0	5,0	98,8
Radlader (z.B. Liebherr 506)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	101,0	1	8,0	30	0,0	0,0	5,0	90,8
Rüttelplatte (z.B. Wacker DPU 6555)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	108,0	1	8,0	20	0,0	0,0	5,0	96,0
Stampfer (z.B. Wacker BS62)	Herstellerangabe (garantierter Lw)	105,0	1	8,0	20	0,0	0,0	5,0	93,0
Lkw-Vorbeifahrt	Messwert ACCON	102,9	1	8,0	20	1,6	0,0	5,0	92,5
<b>Gesamt-Schalleistungspegel</b>								L <sub>WA,r</sub> =	<b>105,8</b>

L <sub>WAeq</sub>	energieäquivalenter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WA,r</sub>	beurteilter Schalleistungspegel [dB(A)]								
L <sub>WA,r,ges</sub>	beurteilter Gesamt-Schalleistungspegel [dB(A)]								
N	Anzahl der Baumaschinen								
T <sub>E</sub>	Max. Einsatzdauer [h]								
T <sub>B</sub>	Betrieb innerhalb T <sub>E</sub> prozentual								
K <sub>I</sub>	Zuschlag für Impulshaltigkeit [dB]								
K <sub>T</sub>	Zuschlag für Tonhaltigkeit [dB]								
K	Zeitkorrektur gemäß Nr. 6.7.1 der AVV Baulärm								

## Anlage 3 Ergebnistabellen Bauphasen

### Phase 1 – Rückbau

1 Rückbau Bergstation			Gebäude mit Überschreitung			2	0
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	42	-	-
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	41	-	-
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	42	-	-
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	42	-	-
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	36	-	-
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	42	-	-
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	39	-	-
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	43	-	-
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	45	-	-
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	42	-	-
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	42	-	-
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	36	-	-
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	44	-	-
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	43	-	-
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	44	-	-
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	44	-	-
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	49	-	-
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	51	1	-
20	Wolfweg 8	WR	50	55	48	-	-
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	62	2	-
IRW	Immissionsrichtwert AVwV Baulärm		WR	Reines Wohngebiet			
IRW+5	Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm		WA	Allgemeines Wohngebiet			
			MI	Misch-, Dorf-, Kerngebiet			

2 Rückbau Strecke unten			Gebäude mit Überschreitung			19	16
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	56	6	1
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	55	5	-
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	55	5	-
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	56	6	1
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	56	6	1
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	58	8	3
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	60	10	5
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	60	10	5
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	62	12	7
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	76	26	21
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	55	5	-
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	62	12	7
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	67	17	12
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	70	20	15
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	72	22	17
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	81	31	26
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	81	31	26
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	66	16	11
20	Wolfweg 8	WR	50	55	80	30	25
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	53	-	-

3 Rückbau Talstation			Gebäude mit Überschreitung			19	15
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	56	6	1
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	54	4	-
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	56	6	1
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	55	5	-
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	58	8	3
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	58	8	3
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	64	14	9
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	61	11	6
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	64	14	9
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	73	23	18
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	54	4	-
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	68	18	13
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	73	23	18
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	77	27	22
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	75	25	20
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	70	20	15
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	62	12	7
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	52	2	-
20	Wolfweg 8	WR	50	55	63	13	8
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	50	-	-
IRW	Immissionsrichtwert AVwV Baulärm		WA	Allgemeines Wohngebiet			
IRW+5	Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm		MI	Misch-, Dorf-, Kerngebiet			
			GE	Gewerbegebiet			

4 Rückbau Strecke Mitte			Gebäude mit Überschreitung			12	6
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	49	-	-
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	49	-	-
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	49	-	-
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	50	-	-
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	44	-	-
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	52	2	-
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	48	-	-
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	53	3	-
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	55	5	-
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	56	6	1
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	51	1	-
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	43	-	-
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	55	5	-
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	56	6	1
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	55	5	-
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	62	12	7
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	74	24	19
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	77	27	22
20	Wolfweg 8	WR	50	55	70	20	15
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	52	-	-

5 Rückbau Strecke oben			Gebäude mit Überschreitung			16	4
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	52	2	-
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	50	-	-
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	52	2	-
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	51	1	-
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	47	-	-
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	52	2	-
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	50	-	-
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	53	3	-
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	55	5	-
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	55	5	-
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	52	2	-
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	44	-	-
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	54	4	-
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	54	4	-
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	55	5	-
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	57	7	2
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	61	11	6
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	65	15	10
20	Wolfweg 8	WR	50	55	60	10	5
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	62	2	-
IRW	Immissionsrichtwert AVwV Baulärm		WR	Reines Wohngebiet			
IRW+5	Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm		WA	Allgemeines Wohngebiet			
			MI	Misch-, Dorf-, Kerngebiet			

## Phase 2 – Neubau

1 Erdarbeiten (flacher Bereich, Baufeld 1-3)			Gebäude mit Überschreitung			19	19
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	71	21	16
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	69	19	14
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	71	21	16
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	70	20	15
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	70	20	15
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	70	20	15
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	70	20	15
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	70	20	15
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	70	20	15
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	69	19	14
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	70	20	15
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	70	20	15
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	68	18	13
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	68	18	13
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	69	19	14
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	72	22	17
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	71	21	16
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	57	7	2
20	Wolfweg 8	WR	50	55	71	21	16
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	48	-	-
IRW	Immissionsrichtwert AVwV Baulärm		WR	Reines Wohngebiet			
IRW+5	Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm		WA	Allgemeines Wohngebiet			
			MI	Misch-, Dorf-, Kerngebiet			

2 Verbau (Bohrverfahren, Baufeld 1)			Gebäude mit Überschreitung			12	10
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	73	23	18
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	73	23	18
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	72	22	17
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	73	23	18
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	66	16	11
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	70	20	15
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	57	7	2
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	60	10	5
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	57	7	2
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	49	-	-
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	73	23	18
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	53	3	-
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	50	-	-
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	49	-	-
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	52	2	-
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	48	-	-
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	47	-	-
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	45	-	-
20	Wolfweg 8	WR	50	55	47	-	-
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	43	-	-

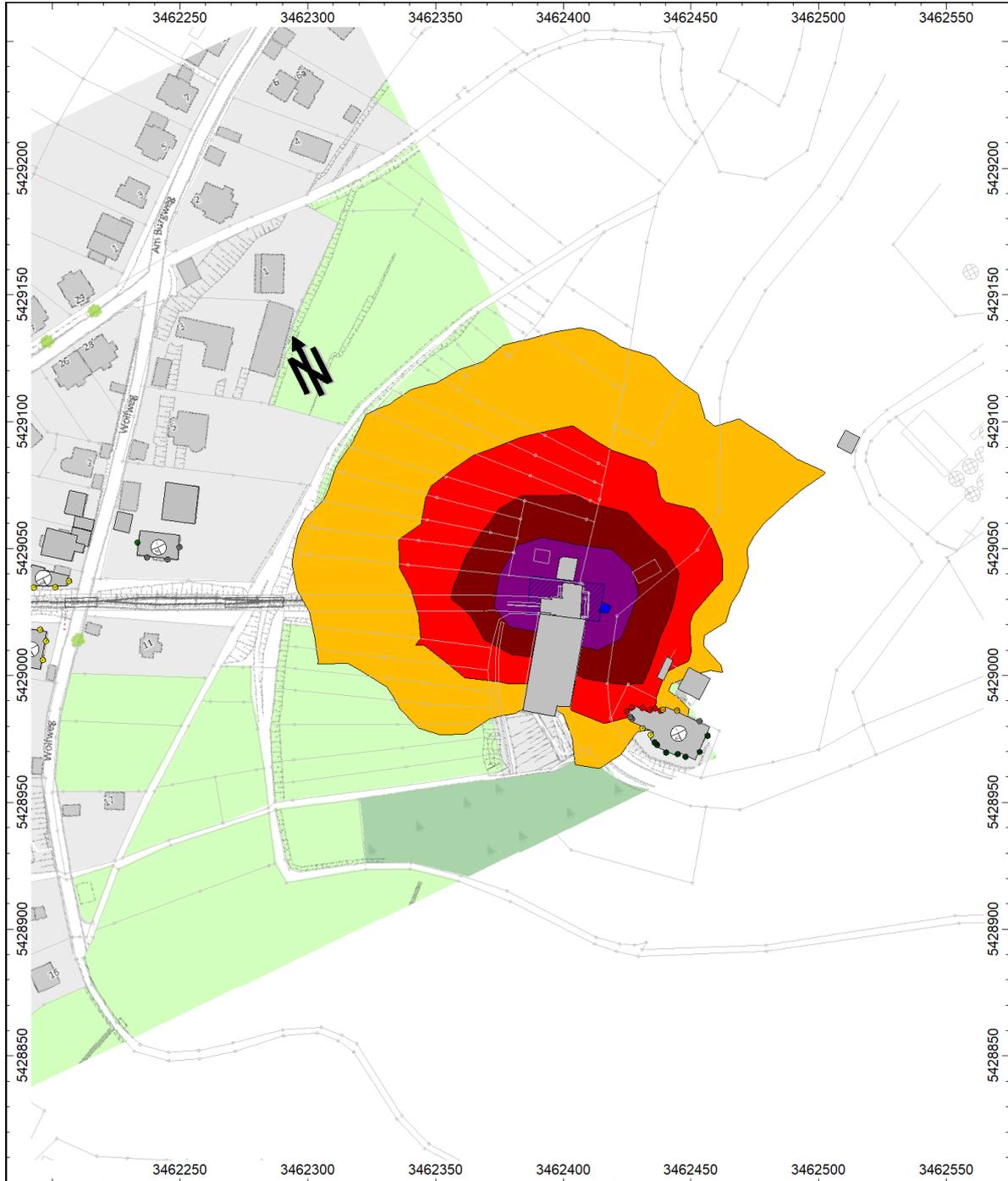
3 Betonarbeiten (Baufeld 1-6)			Gebäude mit Überschreitung			19	19
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	72	22	17
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	70	20	15
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	72	22	17
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	71	21	16
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	71	21	16
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	71	21	16
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	71	21	16
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	71	21	16
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	71	21	16
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	70	20	15
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	71	21	16
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	71	21	16
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	69	19	14
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	69	19	14
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	70	20	15
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	73	23	18
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	75	25	20
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	71	21	16
20	Wolfweg 8	WR	50	55	74	24	19
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	54	-	-
IRW	Immissionsrichtwert AVwV Baulärm		WA	Allgemeines Wohngebiet			
IRW+5	Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm		MI	Misch-, Dorf-, Kerngebiet			
			GE	Gewerbegebiet			

4 Mikrobohrpfähle			Gebäude mit Überschreitung			9	5
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	48	-	-
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	47	-	-
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	47	-	-
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	48	-	-
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	44	-	-
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	50	-	-
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	47	-	-
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	50	-	-
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	53	3	-
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	56	6	1
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	49	-	-
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	41	-	-
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	53	3	-
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	54	4	-
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	53	3	-
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	60	10	5
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	75	25	20
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	72	22	17
20	Wolfweg 8	WR	50	55	72	22	17
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	55	-	-

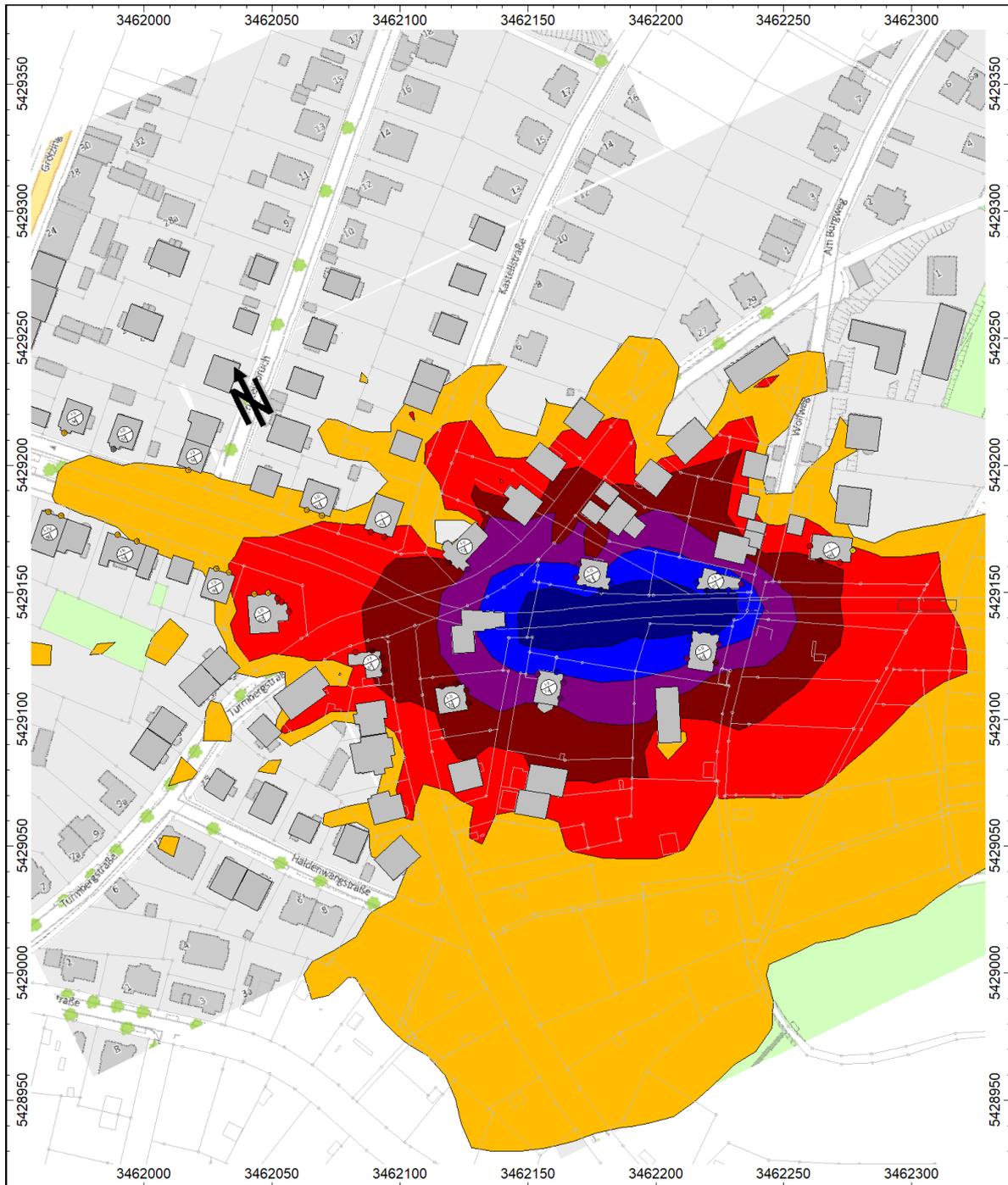
5 Erdarbeiten (steiler Bereich, Baufeld 4-6)			Gebäude mit Überschreitung			10	5
Nr.	Bezeichnung	Gebiet	AVwV Baulärm Tag		Beurteilungspegel Tag [dB(A)]	Überschreitung Tag	
			IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]		IRW [dB(A)]	IRW+5 [dB(A)]
01	Bergbahnstr. 1	WR	50	55	48	-	-
02	Bergbahnstr. 2a	WR	50	55	48	-	-
03	Bergbahnstr. 3	WR	50	55	47	-	-
04	Bergbahnstr. 4	WR	50	55	49	-	-
05	Bergbahnstr. 5	WR	50	55	44	-	-
06	Bergbahnstr. 8	WR	50	55	50	-	-
07	Bergbahnstr. 9	WR	50	55	47	-	-
08	Bergbahnstr. 14	WR	50	55	51	1	-
09	Bergbahnstr. 16	WR	50	55	54	4	-
10	Eichrodtweg 3	WR	50	55	56	6	1
11	Grötzinger Str. 14	WR	50	55	49	-	-
12	Kastellstr. 1	WR	50	55	41	-	-
13	Posseltstr. 2	WR	50	55	53	3	-
14	Posseltstr. 3	WR	50	55	54	4	-
16	Turmbergstraße 17	WR	50	55	54	4	-
17	Turmbergstr. 18	WR	50	55	60	10	5
18	Wolfweg 6a	WR	50	55	75	25	20
19	Wolfweg 7a	WR	50	55	72	22	17
20	Wolfweg 8	WR	50	55	72	22	17
21	Reichardtstr. 22 (Restaurant)	MI	60	65	55	-	-
IRW	Immissionsrichtwert AVwV Baulärm		WR	Reines Wohngebiet			
IRW+5	Eingriffsschwelle nach AVwV Baulärm		WA	Allgemeines Wohngebiet			
			MI	Misch-, Dorf-, Kerngebiet			

## **Anlage 4 Isophonenpläne Bauphasen**

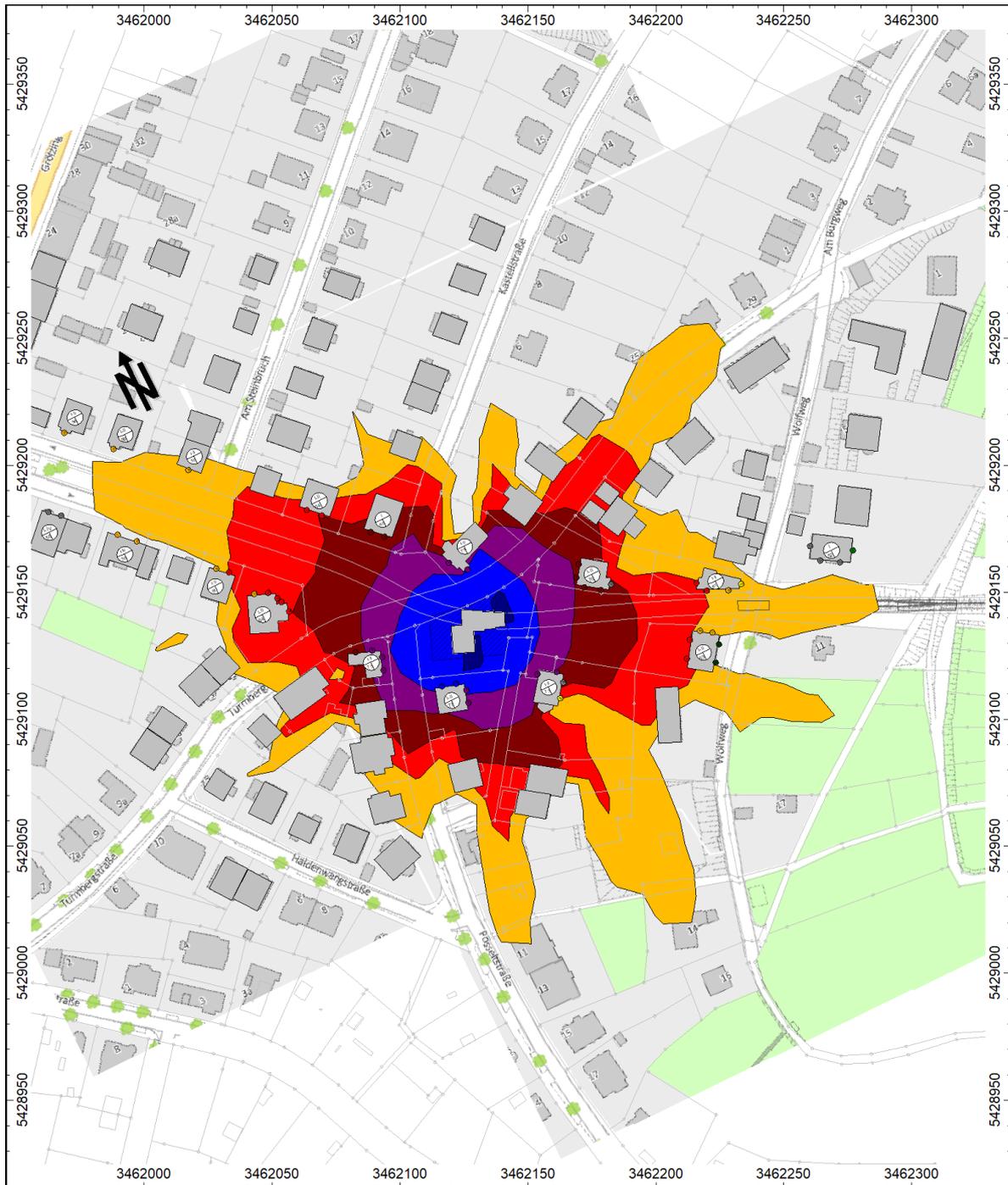
### **Phase 1 – Rückbau**



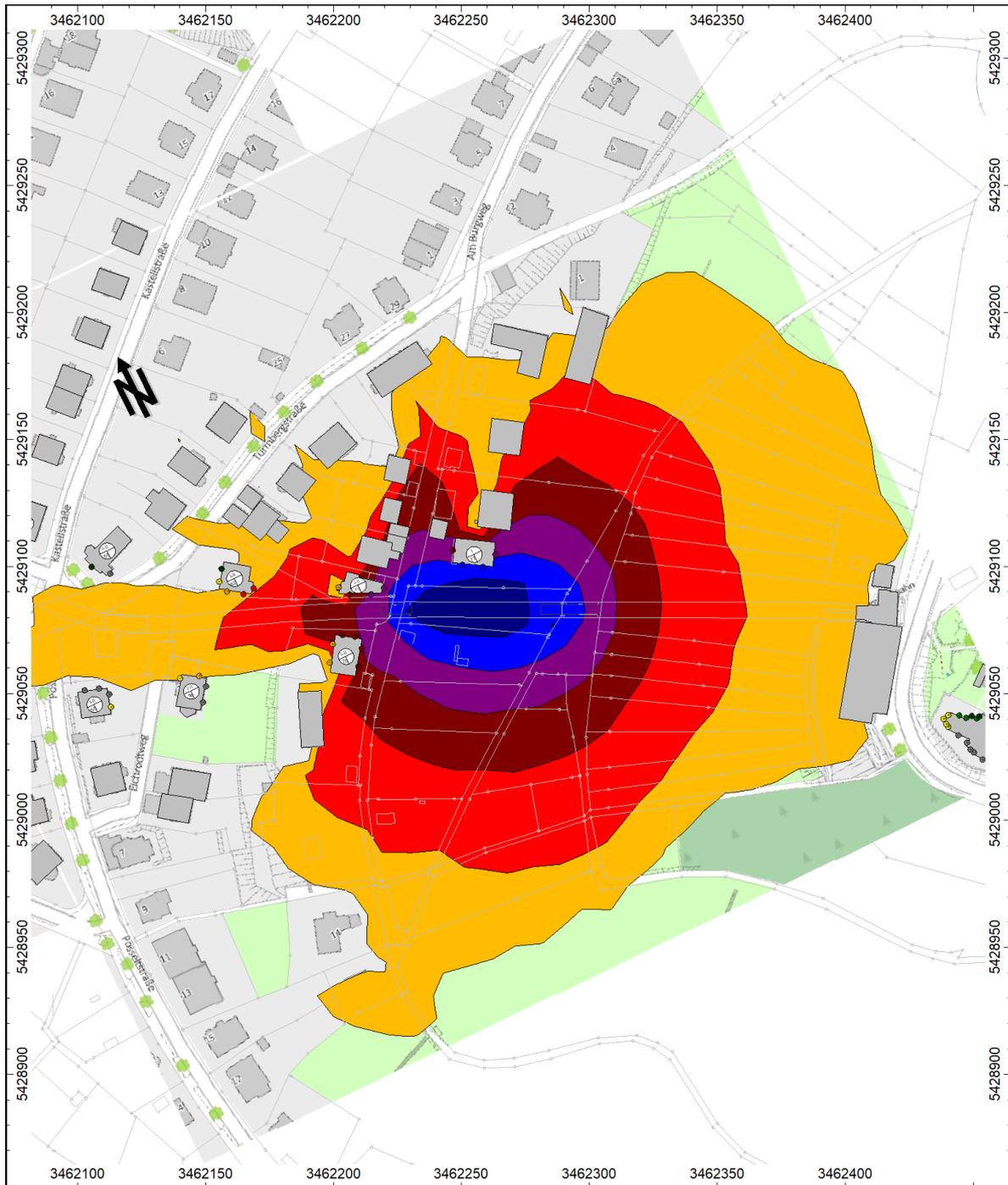
Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>
	Bearb. 16.12.22 Gepr. CZ Norm	Datum 16.12.22 Name CZ	
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 55.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 60.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkred; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 65.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 70.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 75.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 80.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 85.0 dB dB(A)</li> </ul>			Zeitbereich Tag [7-20 Uhr] Bautätigkeit: 01-Rückbau Bergstation
			CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)



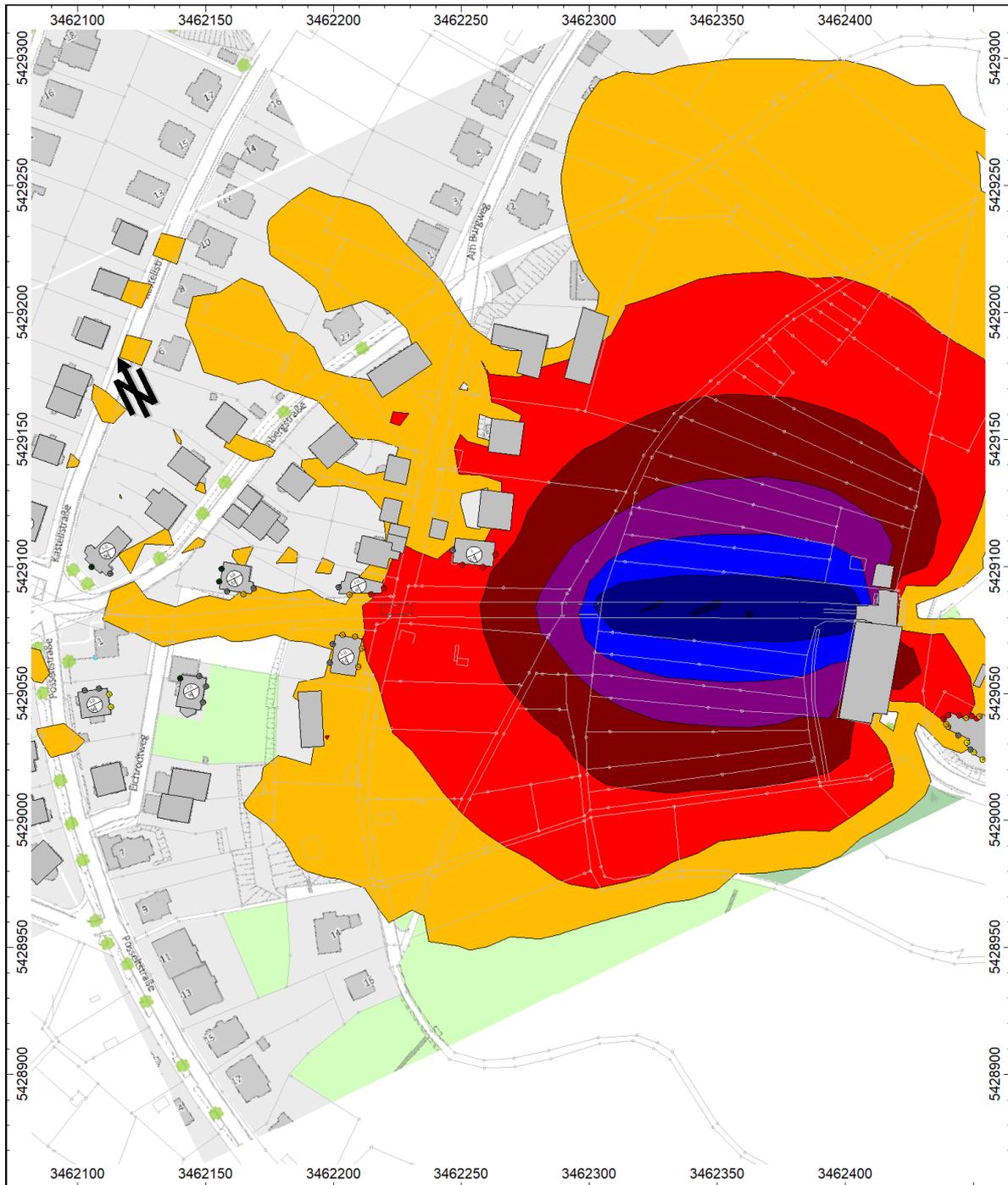
Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>  <b>Baulärmuntersuchung</b> <b>Erneuerung/Verlängerung</b> <b>der Turmbergbahn</b>
	Bearb. 16.12.22 Gepr. Norm	Datum 16.12.22 Name CZ	
> 55.0 dB dB(A) > 60.0 dB dB(A) > 65.0 dB dB(A) > 70.0 dB dB(A) > 75.0 dB dB(A) > 80.0 dB dB(A) > 85.0 dB dB(A)			CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)



Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>  <b>Baulärmuntersuchung</b> <b>Erneuerung/Verlängerung</b> <b>der Turmbergbahn</b>
	Bearb. 16.12.22 Gepr. Norm	Datum 16.12.22 Name CZ	
> 55.0 dB dB(A) > 60.0 dB dB(A) > 65.0 dB dB(A) > 70.0 dB dB(A) > 75.0 dB dB(A) > 80.0 dB dB(A) > 85.0 dB dB(A)			CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)

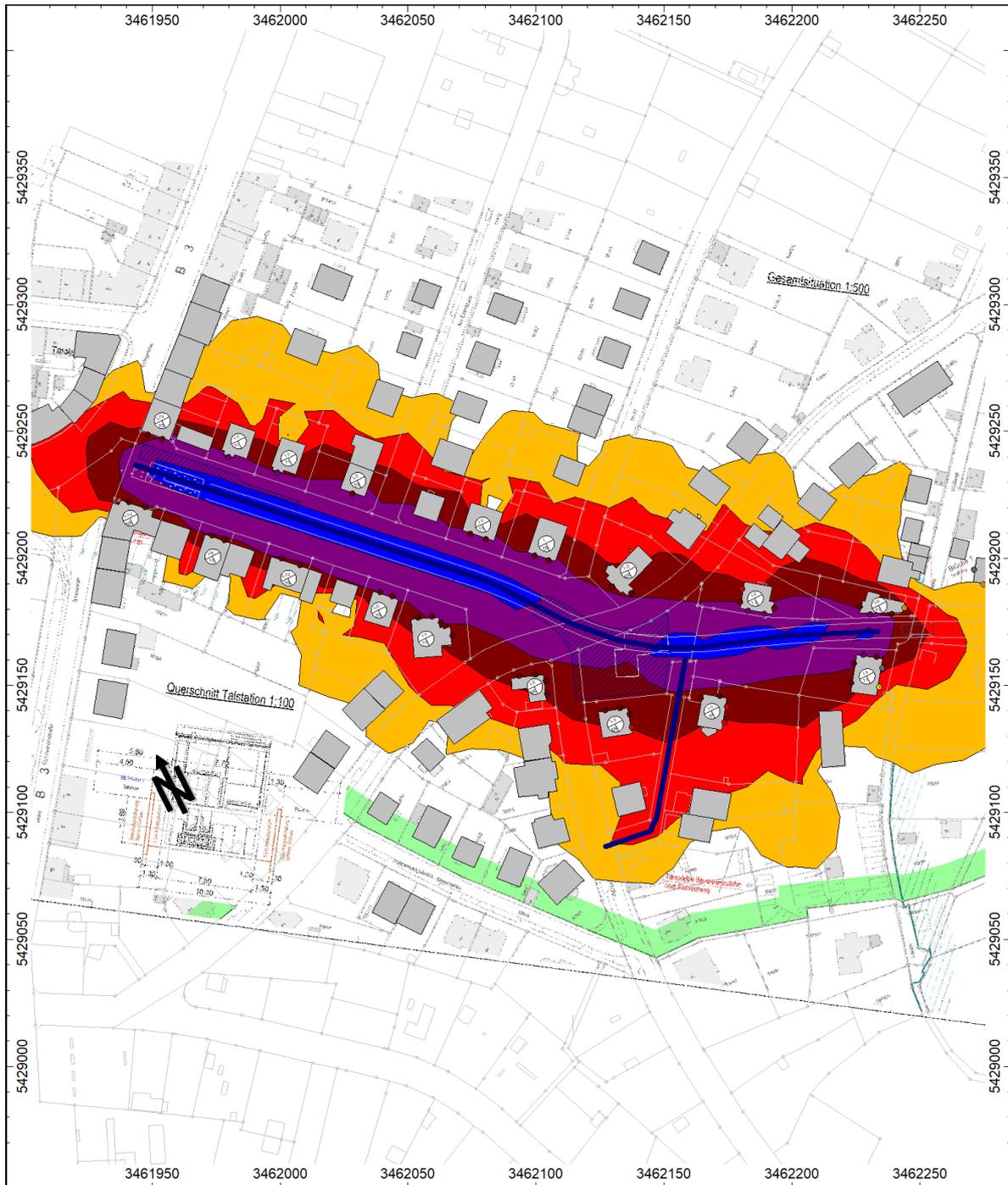


Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>
	Bearb. 16.12.22 Gepr. Norm	Datum 16.12.22 Name CZ	
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 55.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 60.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkred; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 65.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 70.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 75.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 80.0 dB dB(A)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> &gt; 85.0 dB dB(A)</li> </ul>			Zeitbereich Tag [7-20 Uhr] Bautätigkeit: 04-Rückbau Strecke Mitte
			CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)

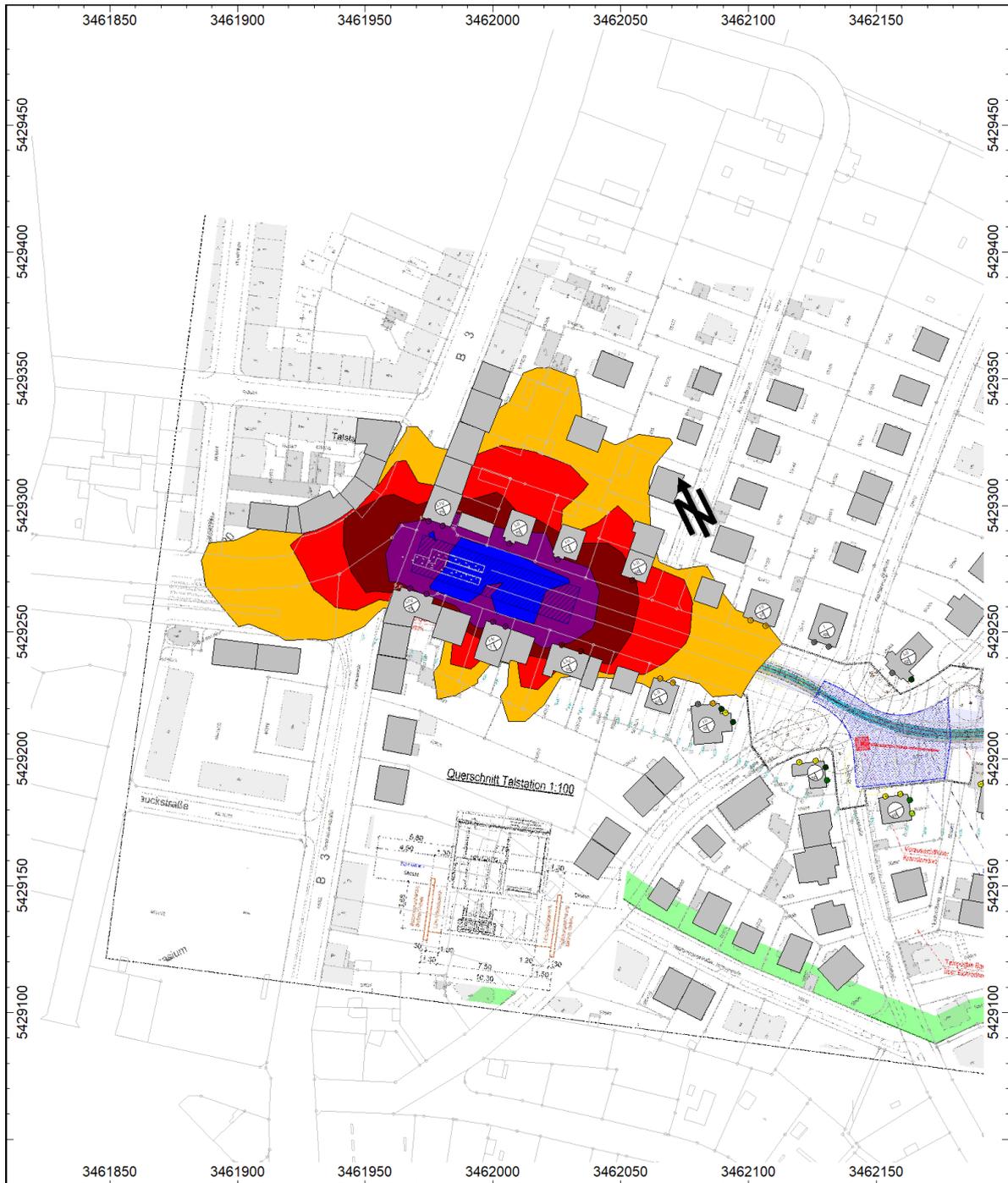


Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>
	Bearb. 16.12.22 Gepr. Norm	Datum 16.12.22 Name CZ	
> 55.0 dB dB(A) > 60.0 dB dB(A) > 65.0 dB dB(A) > 70.0 dB dB(A) > 75.0 dB dB(A) > 80.0 dB dB(A) > 85.0 dB dB(A)			Zeitbereich Tag [7-20 Uhr] Bautätigkeit: 05-Rückbau Strecke oben
CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)			

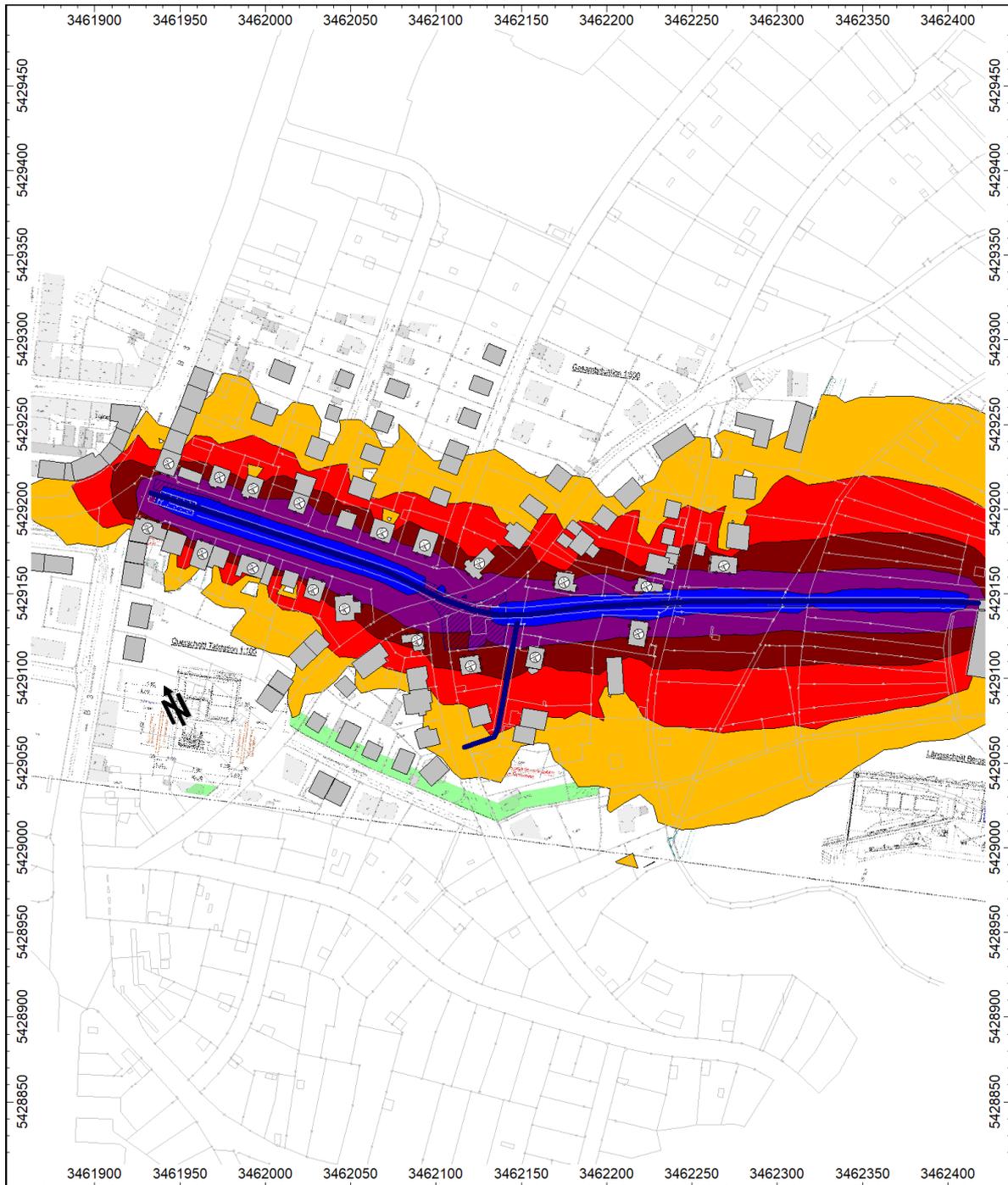
**Phase 2 – Neubau**



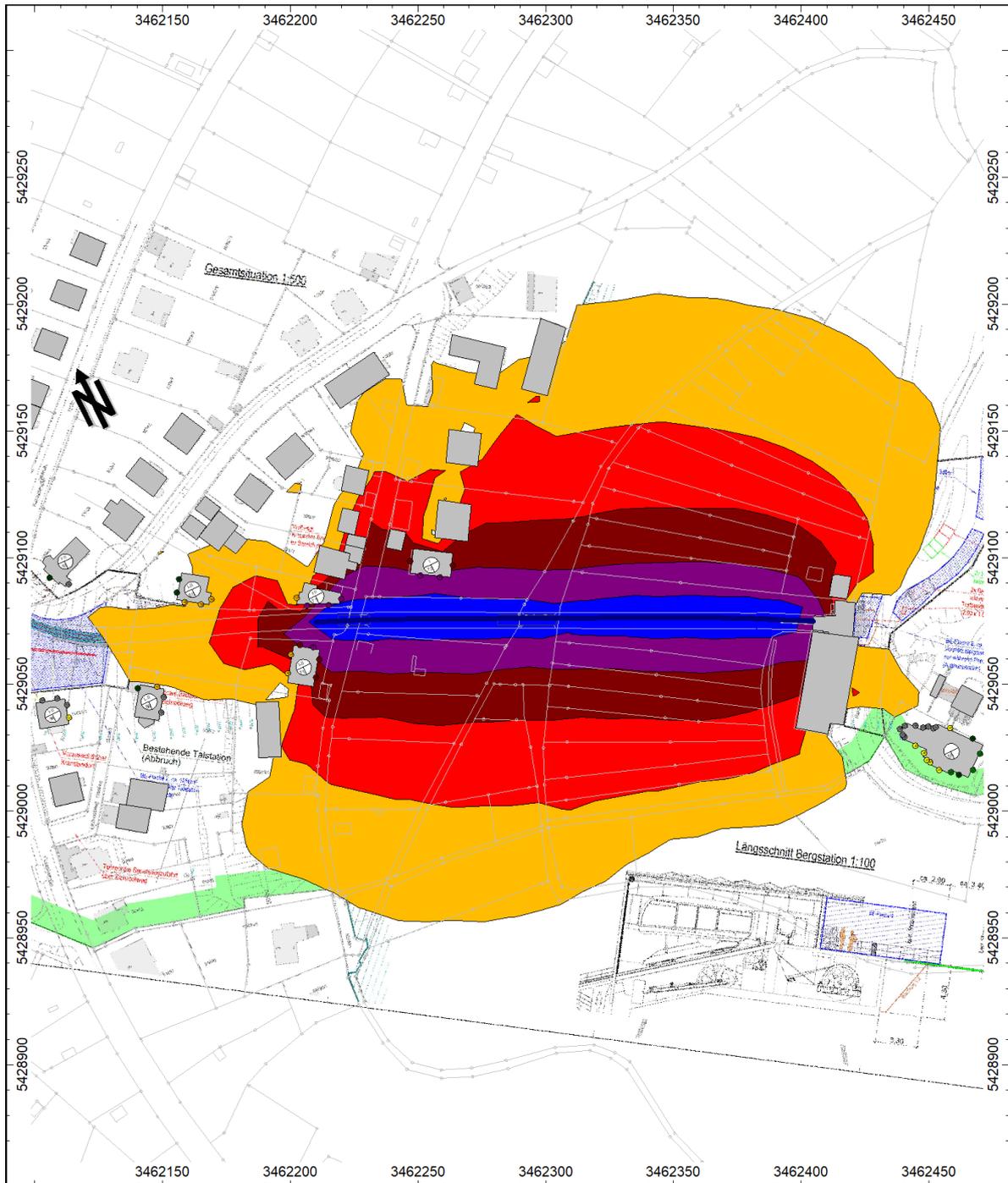
Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>
	Bearb. 19.12.22 Gepr. Norm	Datum 19.12.22 Name CZ	
> 55.0 dB dB(A) > 60.0 dB dB(A) > 65.0 dB dB(A) > 70.0 dB dB(A) > 75.0 dB dB(A) > 80.0 dB dB(A) > 85.0 dB dB(A)			Zeitbereich Tag [7-20 Uhr] Bautätigkeit: 01-Erdarbeiten flach CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)



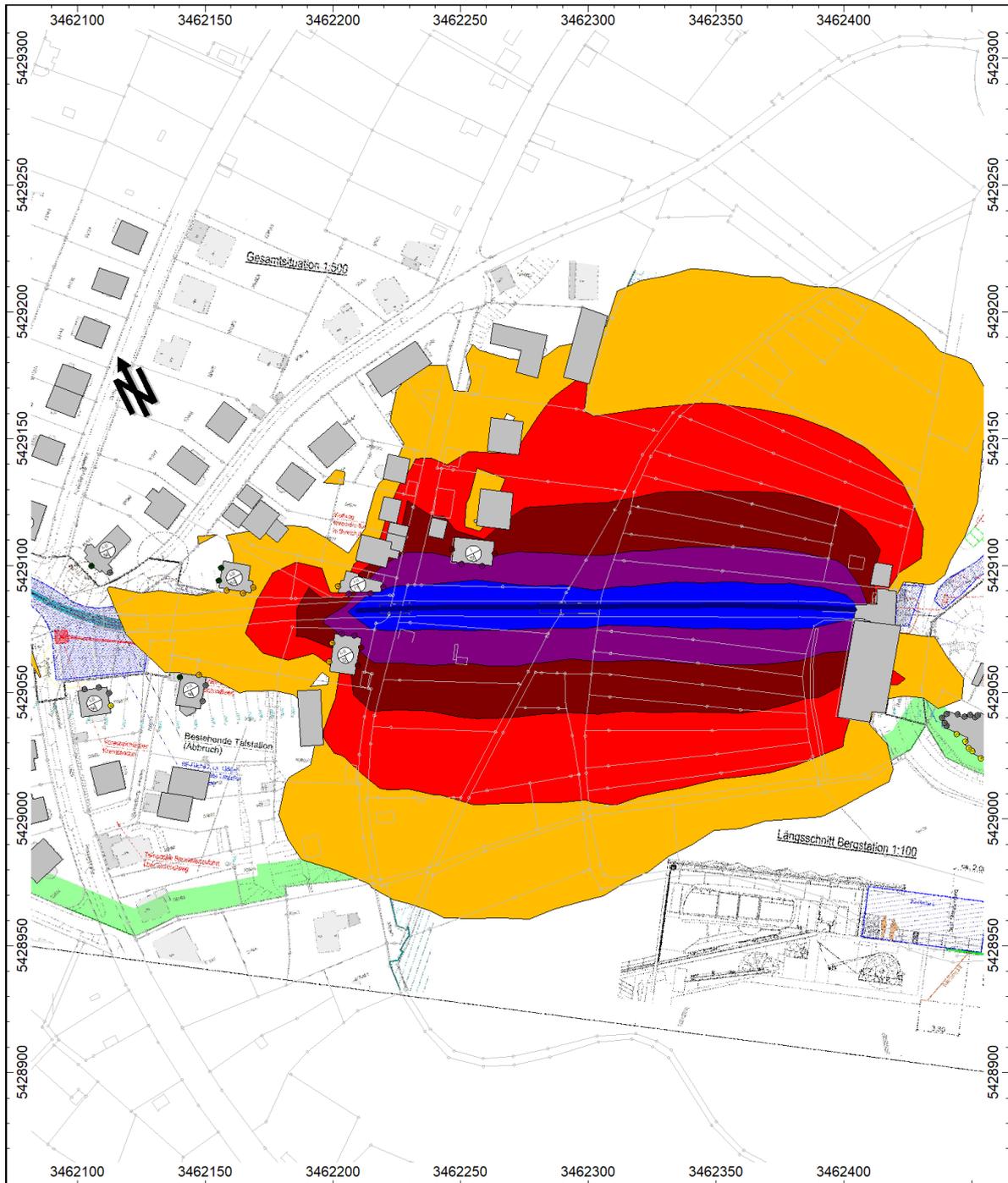
Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>  <b>Baulärmuntersuchung                  Erneuerung/Verlängerung                  der Turmbergbahn</b>
	Bearb. 16.12.22 Gepr. Norm	Datum 16.12.22 Name CZ	
> 55.0 dB dB(A) > 60.0 dB dB(A) > 65.0 dB dB(A) > 70.0 dB dB(A) > 75.0 dB dB(A) > 80.0 dB dB(A) > 85.0 dB dB(A)			CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)



Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 3000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>
	Bearb. 19.12.22 Gepr. CZ Norm	Datum 19.12.22 Name CZ	
> 55.0 dB dB(A) > 60.0 dB dB(A) > 65.0 dB dB(A) > 70.0 dB dB(A) > 75.0 dB dB(A) > 80.0 dB dB(A) > 85.0 dB dB(A)			Zeitbereich Tag [7-20 Uhr] Bautätigkeit: 03-Betonarbeiten
			CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)



Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>  <b>Baulärmuntersuchung                  Erneuerung/Verlängerung                  der Turmbergbahn</b>
	Bearb. 16.12.22 Gepr. CZ Norm	Datum Name	
> 55.0 dB dB(A) > 60.0 dB dB(A) > 65.0 dB dB(A) > 70.0 dB dB(A) > 75.0 dB dB(A) > 80.0 dB dB(A) > 85.0 dB dB(A)			CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)



Beurteilungspegel in dB(A) Rasterhöhe: 6 m über Gelände Rasterabstand: 10 x 10 m	Maßstab 1 : 2000		<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe</b>  <b>Baulärmuntersuchung                  Erneuerung/Verlängerung                  der Turmbergbahn</b>
	Bearb. 19.12.22 Gepr. Norm	Datum 19.12.22 Name CZ	
> 55.0 dB dB(A) > 60.0 dB dB(A) > 65.0 dB dB(A) > 70.0 dB dB(A) > 75.0 dB dB(A) > 80.0 dB dB(A) > 85.0 dB dB(A)			CadnaA Version 2022 MR 1 (32 Bit)

# Anlage 5 Berechnungskonfiguration

Berechnungskonfiguration

Reflexion Meteorologie Industrie Straße Schiene Bplan  
Land Allgemein Aufteilung Bezugszeit Zielgrößen DGM Bodenabs.

Land: (benutzerdefiniert) Konfiguration öffnen...

Normen / Richtlinien: Konfiguration speichern...

Industrie: ISO 9613  
Straße: RLS-90  
Schiene: Schall 03 (2014)  
Flugläm:

Parametercheck:  
AVV Baulärm

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Reflexion Meteorologie Industrie Straße Schiene Bplan  
Land Allgemein Aufteilung Bezugszeit Zielgrößen DGM Bodenabs.

Max. Fehler (dB): 0.0 Rasterinterpolation: 17\*17  
Max. Suchradius (m): 2000.0 Max. Diff. Eckpunkte (dB): 10.0  
Mindestabstand Quelle-Immpkt (m): 0.0 Max. Diff. Mittelpkt (dB): 0.10

Raster 'unter' Häusern extrapolieren  Schnelle Abschirmung

Ausbreitungskoeff. Unsicherheit:  $3 \cdot \log_{10}(d/10)$

Winkelscan-Verfahren (expl!)  Mithra-Kompatibilität

Anzahl Winkelsegmente: 100  
Reflexionstiefe: 0

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Reflexion Meteorologie Industrie Straße Schiene Bplan  
Land Allgemein Aufteilung Bezugszeit Zielgrößen DGM Bodenabs.

Rasterfaktor: 0.50 Projektion von:  Linienquellen  
Max. Abschnittslänge (m): 1000.0  Flächenquellen  
Mitt. Abschnittslänge (m): 1.0  Projektion auch an Geländemodell  
Min. Abschnittslänge (%): 0.0 Max. Abst. Quelle-Immpkt (m): 2000.0  
 Auft. nach RBLärm-92 Verfahren 1 Suchradius um Quelle (m): 100.00  
Suchradius um Immpkt (m): 100.00  
 Mindestabschnittslängen bei Projektion berücksichtigen

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Reflexion Meteorologie Industrie Straße Schiene Bplan  
Land Allgemein Aufteilung Bezugszeit Zielgrößen DGM Bodenabs.

Zuordnung Stunden - Zeitbereiche Day, Evening, Night:  
00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23  
N N N N N N N N D D D D D D D D D D D D D D N N N N

Zuschlag Tag (dB): 0.0  Zuschlag Ruhezeit nur für:  
Zuschlag Abend/Ruhezeit (dB): 0.0  
Zuschlag Nacht (dB): 0.0

Zuschlag Ruhezeit nur für:  
KJ Kurgebiet  
WR reines Wohngebiet  
WA allg. Wohngebiet  
MI Mischgebiet  
GE Gewerbegebiet

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Reflexion Meteorologie Industrie Straße Schiene Bplan  
Land Allgemein Aufteilung Bezugszeit Zielgrößen DGM Bodenabs.

Zielgrößen:

	Typ	Bez	Einheit	Formel
1:	Ld	<input checked="" type="checkbox"/> Ld		>>
2:	Ln	<input checked="" type="checkbox"/> Ln		>>
3:	LmaxN	<input checked="" type="checkbox"/> LmaxN		>>
4:	-	<input checked="" type="checkbox"/> -		>>

DIN 4109 Version: 2018

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Reflexion Meteorologie Industrie Straße Schiene Bplan  
Land Allgemein Aufteilung Bezugszeit Zielgrößen DGM Bodenabs.

max. Reflexionsordnung: 1

Bedingungen für Reflexionsberechnung:  
Reflektor-Suchradius um Quelle (m): 100.00 um Immpkt: 100.00  
Max. Abstand Quelle - Immpkt (m): 1000.00 Interpoliere ab: 1000.00  
Min. Abstand Immpkt - Reflektor (m): 0.55 Interpoliere bis: 0.55  
Min. Abstand Quelle - Reflektor (m): 0.10

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Reflexion	Meteorologie	Industrie	Straße	Schiene	Bplan
Land	Allgemein	Aufteilung	Bezugszeit	Zielgrößen	Bodenabs.

Standardhöhe (m):

Geländemodell:

- Triangulation
  - nur explizite Kanten berücksichtigen
  - Obj mit "Höhe/Boden an jedem Pkt" sind geländebestimmend
- Höhenlinien suchen (Mittelwert)
- Höhenlinien suchen (gleitende Schrägebene)
  - Suchradius für Höhenlinien (m):
- Quellen unterm Boden auf Bodenniveau anheben
- Flächenquellen mit relativer Höhe sind geländefolgend

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Reflexion	Meteorologie	Industrie	Straße	Schiene	Bplan
Land	Allgemein	Aufteilung	Bezugszeit	Zielgrößen	Bodenabs.

Default-Bodenabsorption G:

Verwende Puffer-Karte für Bodenabsorptionsberechnung

Auflösung (m):

- Straßen und Parkplätze sind reflektierend (G==0)
- Gebäude sind reflektierend (G==0)
- Schienen sind absorbierend (G==1)

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Land	Allgemein	Aufteilung	Bezugszeit	Zielgrößen	DGM	Bodenabs.
Reflexion	Meteorologie	Industrie	Straße	Schiene	Bplan	

Temperatur (°C):

rel. Feuchte (%):

Windgeschw. für Kaminw. (m/s):

Meteorologie:

OK Abbrechen Hilfe

Berechnungskonfiguration

Land	Allgemein	Aufteilung	Bezugszeit	Zielgrößen	DGM	Bodenabs.
Reflexion	Meteorologie	Industrie	Straße	Schiene	Bplan	

Seitenbeugung:  nur bis Abstand (m):

Agr bei Schirm:

Begrenzung:

- negative Bodendämpf nicht abziehen
- negative Umwege schirmen nicht ab

Schirmberechnungskoeffizienten: C1:  C2:  C3:

- Hindernisse in FQ schirmen diese nicht ab
- Hindernisse in FQ reflektieren diese nicht
- Quellen in Haus/Zylinder nicht abschirmen
- Quellen in bebautem Gebiet nicht dämpfen

Bodendämpfung:

- Berechnung in Terzen

OK Abbrechen Hilfe