

geänderte Anlage 12.5
DB Netz AG Großprojekte Südwest
Karlsruhe, 08.12.2017
Ort, Datum, Unterschrift

Anlage 12.5

"Breisgau-S-Bahn 2020"

Strecke 4311 Elztalbahn

Bahnstrecke: Bf Denzlingen – Hp Elzach

Bahn-km: km 0,007 bis km 19,354

Bericht Nr. 250-4362-8-1

im Auftrag der

DB Netz AG

Regionalbereich Südwest

Augsburg, im Dezember 2017

MÖHLER+PARTNER
 **INGENIEURE AG**

BERATUNG IN SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
MÜNCHEN | AUGSBURG | BAMBERG

Untersuchung zu Baulärm und Bauerschütterungen

„Breisgau-S-Bahn 2020“

Strecke 4311 Elztalbahn

Bericht-Nr.: 250-4362-8-1

Datum: 08.12.2017

Dieser Bericht ersetzt den [Bericht Nr. 250-4362-8-1 vom 20.11.2015](#)

Auftraggeber: DB Netz AG
RB Südwest, Standort Karlsruhe
Schwarzwaldstraße 86
76137 Karlsruhe

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Eberlestr. 27
D-86157 Augsburg
T + 49 821 455 497 – 0
F + 49 821 455 497 – 29
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Ulrich Möhler
B. Eng. Simon Kohler
B. Sc. Martin Crljenkovic

Inhaltsverzeichnis:

1. Angaben zum Auftrag.....	7
1.1 Projektbeschreibung.....	7
1.2 Aufgabenstellung.....	7
2. Örtliche Gegebenheiten.....	8
2.1 Schutzbedürftige Gebiete.....	9
3. Grundlagen.....	11
4. Baubetriebsablauf.....	13
4.1 Baudurchführung.....	13
4.2 Maschineneinsatz.....	13
4.3 Schallquellen.....	14
4.4 Berechnungsergebnisse.....	14
4.4.1 Immissionen Rammgründung Oberleitungsmaste.....	15
4.4.2 Immissionen Montage Oberleitungsanlage.....	16
4.4.3 Immissionen Baumaßnahmen Buchholz.....	16
4.4.4 Immissionen Baumaßnahmen Waldkirch.....	17
4.4.5 Immissionen Baumaßnahmen Gutach.....	18
4.5 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms.....	18
4.5.1 Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle.....	19
4.5.2 Verwendung geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren.....	19
4.5.3 Überwachung des Baulärms.....	19
4.5.5 Information der betroffenen Anwohner.....	20
4.5.6 Entschädigung betroffener Anwohner.....	20
4.5.7 Beschränkungen der Betriebszeit.....	20
4.5.8 Passive Schallschutzmaßnahmen.....	21
4.6 Vorschlag von Maßnahmen.....	21
5. Bauerschütterungen.....	22
5.1 Beurteilungsgrundlagen.....	22
5.2 Beurteilungsverfahren.....	22
5.3 Anhaltswerte zur Beurteilung.....	22
5.4 Prognosemodell.....	24
5.5 Bewertung der Erschütterungssituation.....	25
5.6 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung von Erschütterungsimmissionen.....	26
6. Beilagen.....	27

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm), vom 19. August 1970 (BAnz. Nr. 160)
- [3] DIN ISO 9613-2, „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999
- [4] Soundplan Version 7.3: EDV Programm zur Schallimmissionsprognose, 2015
- [5] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – Bau NVO)
- [6] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 32. BImSchV vom 29.08.2002 – Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung
- [7] Urteil des BVerwG 7 A 11.11 vom 10. Juli 2012
- [8] Bauablaufplan der DB Netze, Stand 20.05.2015
- [9] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen; Hessischen Landesamt für Umwelt und Ökologie, Wiesbaden 2004
- [10] Bebauungspläne gemäß Schalltechnische Untersuchung Möhler + Partner, Bericht Nr. 250-4362-4
- [11] Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S.2414), das zuletzt durch Artikel 4 des Gesetzes vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist
- [12] Verwaltungsverfahrensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 2003 (BGBl. I S. 102), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 14. August 2009 (BGBl. I S. 2827) geändert worden ist
- [13] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2000 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen
- [14] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen – Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001
- [15] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999
- [16] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf bauliche Anlagen, Februar 1999

- [17] Gerhard Müller, Michael Möser (Hrsg.): Taschenbuch der technischen Akustik, 3. erweiterte und überarbeitete Auflage, Springer Verlag 2004
- [18] VDI-Richtlinie 3837: Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren, NALS/VDI C 15 „Schwingungsminderung in der Umgebung von Schienenverkehrserschütterungen“ . Ausgabedatum: 03/2006

Zusammenfassung:

In vorliegendem Bericht werden die baubedingten Lärmimmissionen durch die Baumaßnahmen zur Elektrifizierung der Elztalbahn für die schutzbedürftige Nachbarschaft ermittelt und bewertet.

Die Untersuchungen zum Baulärm kommen zu dem Ergebnis, dass bereichsweise Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm auftreten können. Besonders lärmintensive Arbeiten in bebauten Bereichen, wie z.B. Rammarbeiten für Oberleitungs- und Signalmastfundamente, Abbruch- oder Verdichtungsarbeiten führen zu Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm im Umfeld der Baustelle.

Tatsächliche Betroffenheiten durch die Baumaßnahme, die Notwendigkeit und der Umfang von Schutzmaßnahmen werden insbesondere auch vom tatsächlichen Bauablauf und den zur Ausführung kommenden Baugeräten abhängen.

Daher wurden Vorschläge für Maßnahmen zur Minderung des Baulärms diskutiert sowie in Varianten rechnerisch untersucht, wobei aufgrund von Art, Umfang und Zweck der Baumaßnahme sowie der örtlichen Gegebenheiten neben einer umfänglichen Information der betroffenen Anwohner hauptsächlich die Möglichkeit einer Beschränkung der maximal möglichen Arbeitszeiten geprüft werden.

Um die Anzahl der Betroffenheiten durch Überschreitung der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm auch während der o.g. genannten lärmintensiven Bautätigkeiten zu verringern, wird empfohlen, die tägliche Betriebsdauer von lärmintensiven Baumaschinen auf 8 Stunden in der Zeit 7 Uhr bis 20 Uhr zu beschränken.

Weitergehende Maßnahmen zur Minderung des Baulärms, wie z.B. die Überwachung der Baustelle durch parallel laufende Messungen und darauf basierende weitere Maßnahmen zum Schutz der Nachbarschaft, erscheinen erst bei der Kenntnis der tatsächlichen Schallimmissionen auf Basis messtechnischer Untersuchungen zweckmäßig.

Die Untersuchungen zu Bauerschütterungen kommen zu dem Ergebnis, dass bereichsweise Überschreitungen der zulässigen Anhaltswerte im unmittelbaren Nahbereich zu Baustellen nach aktuellem Planungsstand nicht ausgeschlossen werden können. Besonders die Abbrucharbeiten von Bahnsteigen und Baumaßnahmen zur Untergrundverdichtung können zu Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150 führen. Entsprechende Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen wurden vorgeschlagen.

1. Angaben zum Auftrag

1.1 Projektbeschreibung

Der Anlass für das vorliegende Projekt „Breisgau-S-Bahn 2020“ (kurz BSB) ist die Verbesserung des Nahverkehrs im Großraum Freiburg bzw. im Umland der Stadt Freiburg bis Donaueschingen.

Die Breisgau-S-Bahn umfasst normalspurige Bahnstrecken im Raum Freiburg und Hochschwarzwald. Das Projekt "Breisgau-S-Bahn 2020" beinhaltet folgende 4 Strecken:

- Strecke 4300 Freiburg Hbf -Titisee (Höllentalbahn West)
- Strecke 4300 Neustadt –Donaueschingen (Höllentalbahn Ost)
- Strecke 4310 Freiburg Hbf–Breisach (Breisacher Bahn)
- Strecke 4311 Denzlingen –Elzach (Elztalbahn)

Die Streckenelektrifizierung stellt die wesentliche Ausbaumaßnahme auf der östlichen Höllentalbahn, Breisacher Bahn und Elztalbahn dar und geht mit korrespondierenden Anpassungsmaßnahmen einher. Dagegen ist die westliche Höllentalbahn bereits elektrifiziert. Darüber hinaus sind Maßnahmen in einzelnen Bahnhöfen und Haltepunkten vorgesehen.

1.2 Aufgabenstellung

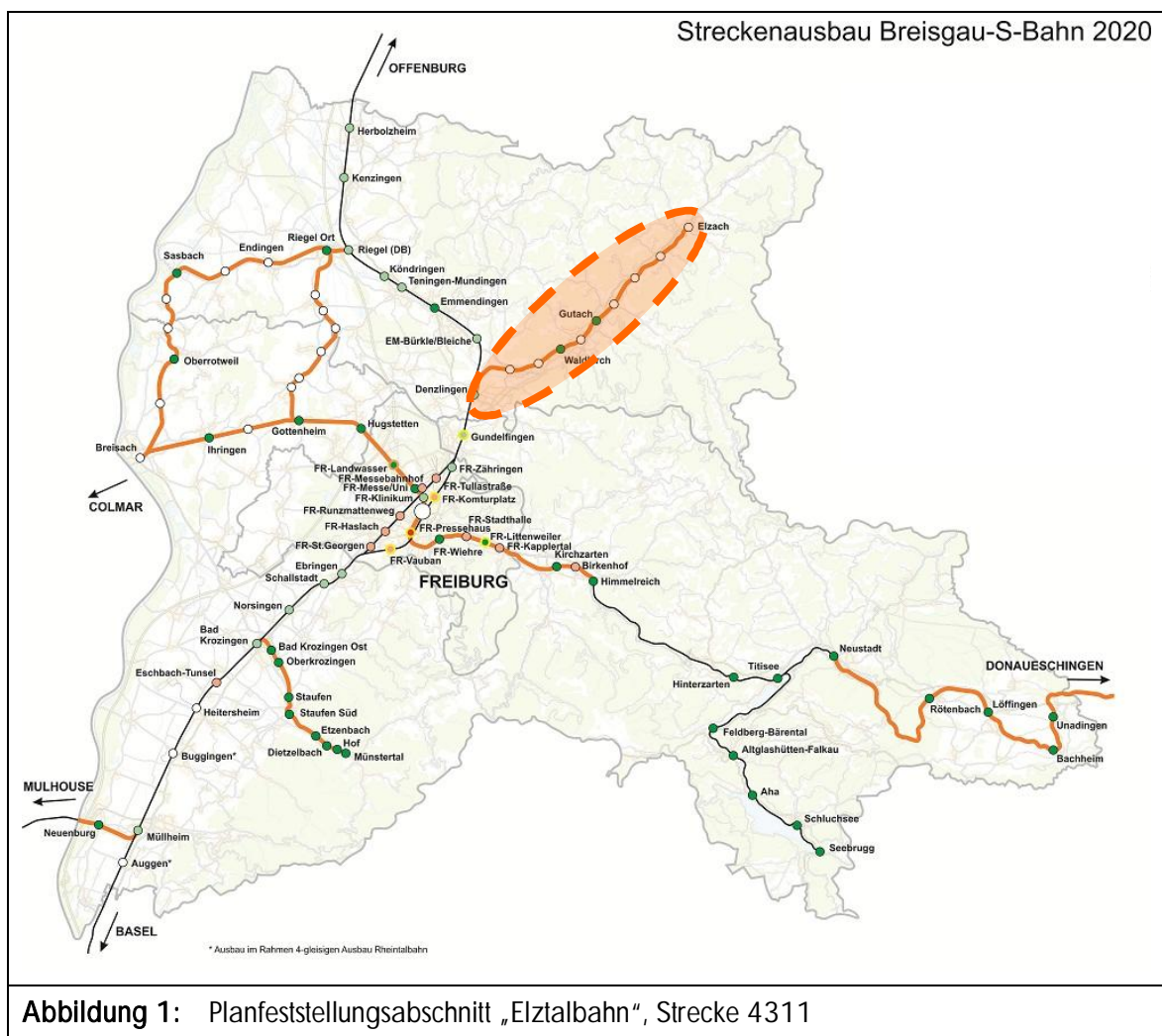
Gegenstand der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung ist die Strecke 4311. Auf dieser Strecke 4311 sind als wesentliche Ausbaumaßnahmen die Elektrifizierung (weitgehend vom Gleis aus) und die dafür erforderlichen Anpassungsmaßnahmen an der Infrastruktur geplant. Für die Teilstrecke Denzlingen – Bleibach sind neben dem erheblichen baulichen Eingriff der Elektrifizierung und der Erweiterung des Bhf Gutach um ein weiteres Bahnhofsgleis keine erheblichen baulichen Eingriffe im Sinne der 16. BImSchV vorgesehen. Jedoch sind zeitgleich mit der Elektrifizierung Unterhaltungsmaßnahmen, z.B. im Bereich des Bahnhofs Waldkirch, vorgesehen, die mit Immissionen aus Baulärm und Bauerschütterungen verbunden sind.

Auf Grundlage der vorliegenden Bauablaufplanung, von Aussagen über den Einsatz und die Art der verwendeten Baumaschinen sowie der Kenntnis der Einsatzzeiten soll eine schalltechnische Untersuchung zur Prognose der zu erwartenden Baulärmimmissionen innerhalb der schutzbedürftigen Nutzungen in der Nachbarschaft erstellt werden.

2. Örtliche Gegebenheiten

Im Bereich des Elztals wird die eingleisige Strecke 4311 über die gesamte Länge elektrifiziert sowie der Bahnhof in Gutach zum Kreuzungsbahnhof ausgebaut. Unterhaltungsmaßnahmen sind für den Bereich von Waldkirch vorgesehen.

Die Elztalbahn umfasst die Gemeinden Denzlingen, Waldkirch, Gutach im Breisgau, Winden und Elzach. Auf der Strecke befinden sich die Bahnhöfe bzw. Haltepunkte Denzlingen, Buchholz, Batzenhäusle, Waldkirch, Kollnau, Gutach (Breisgau), Bleibach, Niederwinden, Oberwinden und Elzach. Ein zweigleisiger Kreuzungsbahnhof befindet sich aktuell im Bereich von Waldkirch.



Folgende relevante örtliche Gegebenheiten befinden sich im unmittelbaren Umfeld zur Elztalbahn und sind im Sinne der AVV Baulärm [2] zu untersuchen und zu beurteilen.

Haltepunkt Buchholz (ca. km 3,3 – km 3,8)

Elektrifizierung, Anpassung BÜ Buchholz I (Schwarzwaldstraße/K 5103, km 3,265) , Anpassung BÜ Buchholz Ia (Eisenbahnstraße, km 3,694), Verlängerung Bahnsteig

Haltepunkt Batzenhäusle (ca. km 5,02 - km 5,8)

Elektrifizierung, Anpassung BÜ Waldkirch I (Fischermatte, km 5,725), Anpassung BÜ Waldkirch II (Emmendinger Straße, km 6,200)

Bahnhof Waldkirch (ca. km 6,5 – 7,8)

Elektrifizierung, Neubau Bahnsteig 1, Neubau ESTW, BÜ Waldkirch III (Heitereweg, km 6,955), Ausbau und Einbau Gleis, Änderung Weichen, Anpassung Bahnsteig 2.

Haltepunkt Gutach (ca. km 10,1 – km 11,1)

Elektrifizierung, Neubau Bahnsteig 2, Neubau ESTW, Neubau 4 Stützbauwerke, Neubau EÜ km 10,460 (Rittweg), Rückbau FÜ km 10,680.

2.1 Schutzbedürftige Gebiete

Gemäß § 2 Abs. 2 der 16. BImSchV sind für die Anwendung der Immissionsgrenzwerte die Festsetzungen in den Bebauungsplänen maßgeblich. Gebiete, für welche keine Festsetzungen in Bebauungsplänen bestehen, werden „entsprechend der Schutzbedürftigkeit“ eingestuft.

Bestehende Festsetzungen wurden aus vorhandenen rechtskräftigen Bebauungsplänen übernommen. Wo keine Festsetzungen bestehen, wurde die Schutzbedürftigkeit der betroffenen Gebiete anhand der tatsächlichen Nutzung eingestuft. Die Einstufung wurde im Rahmen von Ortsbesichtigungen vorgenommen.

Es wurden folgende Bebauungspläne berücksichtigt:

- Gutach
 - BPlan „Golfplatz“ vom 08.02.2011
 - BPlan „Golfstraße Ost“ vom 26.02.2015
- Bleibach
 - BPlan „Ortsmitte Bleibach“ vom 05.01.1993
 -
- Niederwinden
 - BPlan „Riedweg“ vom 10.12.2003
 - BPlan „Hinteres Feld“ 07.05.1997
- Oberwinden
 - BPlan „Kähnermatte“ vom 24.09.2003
 - BPlan „Kirchberg“ vom 24.09.2003
- Elzach
 - BPlan „Rißlersberg 1998“ vom 03.03.1999

- BPlan „Rißlersberg 1975“ vom 11.02.1982
- BPlan „Firmenpark Rißlersberg (GE)“ vom 30.11.2011
- BPlan „Klösterlewiesen“ vom 14.08.1980
- BPlan „2. Änderung Klösterlewiesen“ vom 02.05.2012

3. Grundlagen

Baustellen gelten nach § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes BImSchG [1] als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Nach BImSchG wird vom Betreiber gefordert, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und dass unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Grundlage für die Beurteilung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräuschemissionen von Baustellen ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschemissionen - vom 19. August 1970 (AVV Baulärm) [2]. Diese gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden.

In der AVV Baulärm werden in Abschnitt 3.1.1 folgende Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft festgesetzt:

„...“

a)	Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind,		70 dB(A)
b)	Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	tagsüber	65 dB(A)
		nachts	50 dB(A)
c)	Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	tagsüber	60 dB(A)
		nachts	45 dB(A)
d)	Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	tagsüber	55 dB(A)
		nachts	40 dB(A)
e)	Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	tagsüber	50 dB(A)
		nachts	35 dB(A)
f)	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tagsüber	45 dB(A)
		nachts	30 dB(A)

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

Die durchschnittliche tägliche Betriebsdauer innerhalb der Tages- und der Nachtzeit wird durch Zeitkorrekturwerte der Wirkpegel gemäß der nachfolgenden Tabelle berücksichtigt:

Tabelle 1: Zeitkorrekturen nach AVV Baulärm [2]		
Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer		Zeitkorrektur [dB(A)]
Tagzeit 7 Uhr bis 20 Uhr	Nachtzeit 20 Uhr bis 7 Uhr	
bis 2,5 Stunden	bis 2 Stunden	10
über 2,5 Stunden bis 8 Stunden	über 2 Stunden bis 6 Stunden	5
über 8 Stunden	über 6 Stunden	0

Die Bildung der Beurteilungspegel erfolgt bei der Baulärmprognose, indem die Zeitkorrekturwerte nach der Durchführung der Ausbreitungsrechnungen von den berechneten Schallimmissionen (sog. Wirkpegel) abgezogen werden. Bei den Wirkpegeln für die verschiedenen Bauarbeiten handelt es sich um energetische Mittelungspegel typischer Arbeitszyklen. Der Wirkpegel ist gemäß AVV Baulärm bei Messungen nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren in 5-Sekundentakten (L_{AFIm5} in dB(A)) zu ermitteln. Dadurch wird die Impulshaltigkeit der Geräusche mit berücksichtigt. Bei Prognoseberechnungen wird dem äquivalenten Dauerschallpegel ein Impulszuschlag aufaddiert.

Nach AVV Baulärm gilt der Immissionsrichtwert als überschritten, wenn der Beurteilungspegel den Richtwert überschreitet oder der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit von einem oder mehreren Messwerten (Taktmaximalpegel-Verfahren) um mehr als 20 dB(A) überschritten wird. Überschreitet der Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Geräusches den Immissionsrichtwert, sollen nach Nummer 4 der AVV Baulärm [2] Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden. Nach Nr. 4.1 der AVV Baulärm [2] kommen als Maßnahmen zur Minderung des Baulärms 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.

Weiterhin ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen, ob Geräusche von Baumaschinen nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und mit welcher Häufigkeit bzw. Regelmäßigkeit erhebliche Lärmbelastungen für die Nachbarschaft im Rahmen einer Baumaßnahme auftreten. Darüber hinaus ist die Anzahl der Betroffenen in der Nachbarschaft als Maß für die Betroffenheit ein wesentliches Bewertungskriterium. Die für eine Prognose zu ermittelnden Wirkpegel (entsprechend AVV Baulärm [2] Nr. 6.6) werden durch Schallausbreitungsrechnung dargestellt. Die Schallausbreitungsrechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 [3].

4. Baubetriebsablauf

4.1 Baudurchführung

Bei der Baumaßnahme handelt es sich um eine Maßnahme, die über die gesamte Streckenlänge von ca. 19,4 km reicht, und voraussichtlich ca. 8 Monate dauert. Die Bauzustände unterscheiden sich in ihrer Dauer, Tätigkeit und folglich auch in ihrer Lärmintensität. Betrachtet werden insbesondere die lärmtechnisch relevanten Bautätigkeiten. Die regulär geplante Baudurchführung stellt sich gemäß den vom Auftraggeber übermittelten Rahmenbedingungen wie folgt dar [8]:

- Rammgründung der Oberleitungsmaste
- Montage der Oberleitungsanlage
- Baustelleneinrichtung
- Rückbau bestehender Gleisanlagen
- Neubau Gleisanlagen
- Neubau Bahnsteige
- Anpassung Bahnsteigdach
- Neubau ESTW
- Erneuerung Bahnübergänge
- Erneuerung Eisenbahnüberführungen, einschl. Spundwände
- Erneuerung Straßenüberführung
- ~~Errichtung Stützwände mit Bohrgerät~~
- Errichtung Stützwände ohne Bohrgerät
- Errichtung Spundwand mit Ramme
- Straßenbauarbeiten

Der Baubetrieb ist über einen Zeitraum von 8 Monaten vorgesehen; er findet nur tagsüber im Zeitraum zwischen 07:00 Uhr und 20:00 Uhr statt.

4.2 Maschineneinsatz

Gemäß den übermittelten Rahmenbedingungen [8] können u. a. folgende Maschinen zum Einsatz kommen:

- Vibrationsramme
- Hydraulik-/Zweiwegebagger
- Bagger mit Abbruchmeißel
- Bagger mit Vibrationsramme
- Bohrgerät
- Radlader
- Rüttelplatte / Walze

- Trennschleifer
- LKW
- Stopfmaschine
- Betonmischer / Betonpumpe
- Kran
- Spundwandrammgerät
- Asphaltfräse/ Asphaltfertiger

4.3 Schallquellen

Ausgehend von den Bautätigkeiten der Maßnahme in den einzelnen Phasen (siehe Kap. 4.1) wurden die Schallleistungspegel der gutachterlich abgeschätzten, voraussichtlich zum Einsatz kommenden Baumaschinen (bzw. Arbeitsvorgänge) als Schallleistungspegel (vgl. Kap. 3) abgebildet. Die Prognose der Geräusche der üblichen Maschinen- und Arbeitsvorgänge erfolgte entsprechend der Literaturangaben [8]. Dabei enthalten sind emissionsseitige Zuschläge für Impulse, ausgedrückt durch den Taktmaximalpegel (emissionsseitiger Wirkpegel).

Die einzelnen Schallleistungswirkpegel innerhalb der relevanten o. g. Bautätigkeiten sind aus der Beilage 1 zur Anlage 12.5 ersichtlich.

Im Rahmen der Prognosegenauigkeit wurde auf eine frequenzselektive Betrachtung verzichtet - als Eingangswerte wurden A-bewertete Schallleistungssummenpegel zugrunde gelegt.

Da zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht genau abgesehen werden kann, welche Geräte, Bauabläufe oder Maschineneinsatzzeiten tatsächlich zur Anwendung kommen, wurden die wirkenden Schallleistungspegel energetisch zu jeweils einer Schallquellengruppe je Bauphase summiert und entsprechend ihrer Abstrahlungscharakteristik als Schallquellen nach DIN ISO 9613-2 [3] modelliert.

Für die betroffene Nachbarschaft ergeben sich aus der jeweils vom Fortschritt der Baumaßnahme abhängigen Entfernung der Tätigkeiten unterschiedliche Geräuschimmissionen. Dies kann an den Immissionsorten im Nahbereich der Baustelle um ca. 5 dB(A) höhere oder niedrigere Beurteilungspegel ergeben. Die detaillierten Eingabedaten der angesetzten Schallquellen können der Beilage 1 zur Anlage 12.5 entnommen werden.

4.4 Berechnungsergebnisse

Ausgehend von den angesetzten Schallquellen (siehe Beilage 1 zu Anlage 12.5) wurden die Schallimmissionen mittels flächenhaften Ausbreitungsberechnungen nach DIN ISO 9613-2 [3] ermittelt.

Die Beurteilungssystematik geht bei der Ermittlung der Schallimmissionen von Baustellen vom Wirkpegel (nach Nr. 6.6 der AVV Baulärm [2]) aus. Demnach wird der Wirkpegel aus dem nach Taktmaximalpegel-Verfahren gemessenen, auf ganze Zahlen gerundeten Schallpegel ggf. unter Berücksichtigung eines Lästigkeitszuschlags für deutlich hervortretende Töne (z.B. Singen, Heulen,

Pfeifen, Kreischen) von bis zu 5 dB(A) gebildet. Dieser Lästigkeitszuschlag wurde erforderlichenfalls bei der Bildung der kennzeichnenden Emissionswerte berücksichtigt (vgl. Beilage 1 zu Anlage 12.5). Damit wurden die Beurteilungspegel des Baulärms in der Nachbarschaft berechnet.

Das Ergebnis der Ausbreitungsberechnungen ist für die jeweiligen Bautätigkeiten und für die jeweiligen betroffenen Gemeinden für eine Aufpunkthöhe von 2 m über Geländeoberkante Tags/Nachts exemplarisch in der Beilage 3 zu Anlage 12.5 dokumentiert.

Die dargestellten Beurteilungspegel stellen den Vollbetrieb, das heißt höchste betriebliche Auslastung innerhalb der Bauphasen und Mitwindsituation ($CMet = 0$) dar. Sollte aufgrund von derzeit noch nicht bekannten oder nicht absehbaren Schwierigkeiten der Baufortschritt verlangsamt werden, kann eine entsprechend längere oder sogar höhere Belastung (verändertes Bauverfahren/Maschineneinsatz im Vergleich zu den Annahmen) auftreten.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich potenzielle Betroffenheiten von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in Folge der Baumaßnahmen für den Tagzeitraum ergeben. Vor allem für die nächstgelegenen Gebäude im Wohngebiet und im Mischgebiet sind teilweise starke Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm nicht auszuschließen. Erhebliche Belästigungen durch Baulärm können vor allem in den Bauphasen bei Rammarbeiten für Oberleitungs- und Signalmastfundamente entlang der gesamten Strecke und bei Abbruch- oder Verdichtungsarbeiten in Buchholz, Waldkirch und Gutach, auftreten. Diese Bauphasen sind daher im Folgenden kurz erläutert und die Auswirkungen weitestgehend quantifiziert.

4.4.1 Immissionen Rammgründung Oberleitungsmaste

Rammgründungen für die Errichtung der Oberleitungsmaste finden entlang der gesamten Strecke statt. Die Berechnungen zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft für Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, entspricht WA, tagsüber in einem Abstand bis zu ca. 300 m überschritten werden können. In Abständen von bis zu 100 m zur Emissionsquelle beträgt die Pegelüberschreitung in Wohngebieten mehr als 20 dB, in Abständen von bis zu 200 m mehr als 10 dB, abhängig von der Geländebeschaffenheit. Für Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, können die Immissionsrichtwerte in einem Abstand bis ca. 250 m tagsüber überschritten werden.

Innerhalb der genannten Bereiche befinden sich Gebäude, an welchen die Immissionsrichtwerte überschritten werden können. Dabei können über die ganze Streckenlänge in den Wohngebieten tagsüber bis über 700 Gebäude und in den Mischgebieten tagsüber bis über 300 Gebäude betroffen sein.

Bei Erstellung der Rammgründungen von Oberleitungsmasten handelt es sich um eine punktuelle, temporär begrenzte Baumaßnahme mit einer Einwirkzeit von ca. 1 h je Mastfundament und einem Baufortschritt von ca. 70 m je Stunde. Aufgrund des Baufortschritts kann es an einzelnen Gebäuden zu Betroffenheiten an bis zu 2 Tagen kommen. Im Rahmen der Baulärmuntersuchung wird von

einer Auslastung der lärmintensiven Baumaschinen von 60 Prozent der täglichen Arbeitszeit ausgegangen. In der Praxis zeigen sich, abhängig u.a. von Untergrundbeschaffenheit und Werkzeugzustand, häufig deutlich niedrigere Auslastungszeiten.

4.4.2 Immissionen Montage Oberleitungsanlage

Die Berechnungen für die Montage der Oberleitungsanlage zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft für Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, entspricht WA, tagsüber in einem Abstand bis zu ca. 70 m überschritten werden können. In Abständen von bis zu 20 m zur Emissionsquelle beträgt die Pegelüberschreitung in Wohngebieten mehr als 20 dB, in Abständen von bis zu 40 m mehr als 10 dB. Für Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, entspricht MI, können die Immissionsrichtwerte in einem Abstand bis ca. 50 m tagsüber überschritten werden.

Innerhalb der genannten Bereiche befinden sich Gebäude, an welchen die Immissionsrichtwerte überschritten werden können. Dabei können über die ganze Streckenlänge in den Wohngebieten tagsüber ca. 325 Gebäude und in den Mischgebieten tagsüber ca. 75 Gebäude betroffen sein.

Aufgrund des Baufortschritts kann es an einzelnen Gebäuden zu Betroffenheiten an bis zu einem Tag kommen. Es kann von einer Auslastung der lärmintensiven Maschinen in 50 Prozent der täglichen Arbeitszeit ausgegangen werden.

4.4.3 Immissionen Baumaßnahmen Buchholz

In Buchholz werden Anpassungen der Bahnübergänge und Anpassungen des Bahnsteigs durchgeführt. Die Berechnungen für diese Baumaßnahmen zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft für Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind tagsüber in einem Abstand bis zu ca. 120 m überschritten werden können. In Abständen von weniger als ca. 20 m zur Emissionsquelle beträgt die Pegelüberschreitung in Wohngebieten mehr als 20 dB, in Abständen von weniger als ca. 80 m mehr als 10 dB. Für Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, können die Immissionsrichtwerte in einem Abstand bis ca. 80 m tagsüber überschritten werden.

Innerhalb der genannten Bereiche befinden sich Gebäude, an welchen die Immissionsrichtwerte überschritten werden können. Dabei können in Buchholz in den Wohngebieten tagsüber bis zu ca. 20 Gebäude und in den Mischgebieten tagsüber ca. 2 Gebäude betroffen sein.

Für die Realisierung der Maßnahmen am Haltepunkt Buchholz sind 30 Tage vorgesehen. Dabei kann es anteilig bei 15 Prozent der Arbeitstage zu Betroffenheiten durch Überschreitung des Immissionsrichtwerts kommen.

Bei diesen Arbeiten handelt es sich um die Verlängerung des Bahnsteigs Richtung Denzlingen und die Anpassung des Bahnsteigzugangs. Hierbei kommt ein Abbruchmeißel an vier Tagen zum Einsatz. Dort ist bei ca. 10 Prozent der Arbeitstage (ca. 7 Tage) durch Rückbau- und Anpassungsarbeiten mit Betroffenheiten durch Überschreitung des Immissionsrichtwerts zu rechnen.

Die Arbeiten an dem angrenzenden Bahnübergang Buchholz Ia dauern gemäß Ablaufplan ca. 70 Tage; demnach kann es an etwa 10 Tagen durch Rückbau- und Anpassungsarbeiten am Bahnübergang Buchholz Ia zu Betroffenheiten kommen.

4.4.4 Immissionen Baumaßnahmen Waldkirch

In Waldkirch werden Änderungen der Bahnübergänge, Änderungen der Gleisanlagen und Anpassungen des Bahnsteigs sowie des Bahnsteigdachs durchgeführt. Die Berechnungen für diese Baumaßnahmen zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft für Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind tagsüber in einem Abstand bis zu ca. 120 m überschritten werden können. In Abständen von weniger als ca. 60 m zur Emissionsquelle beträgt die Pegelüberschreitung in Wohngebieten mehr als 10 dB, in Abständen von weniger als ca. 20 m mehr als 20 dB. Für Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, können die Immissionsrichtwerte in einem Abstand bis ca. 80 m tagsüber überschritten werden.

Innerhalb der genannten Bereiche befinden sich Gebäude, an welchen die Immissionsrichtwerte überschritten werden können. Dabei können in Waldkirch in den Wohngebieten tagsüber bis zu ca. 30 Gebäude und in den Mischgebieten tagsüber bis zu ca. 10 Gebäude betroffen sein.

Gemäß vorliegendem Bauzeitenplan ist für die Realisierung der Maßnahme in Waldkirch eine Gesamtdauer von 70 Tagen vorgesehen; dabei ist mit Betroffenheiten durch Überschreitung des Immissionsrichtwerts an ca. 35 Prozent der Arbeitstage zu rechnen.

Der Abbruch des Bestandsbahnsteigs inkl. der Fundamentierung löst an ca. 10 Tagen, der Abbruch am Bahnübergang an ca. 2 Tagen Betroffenheiten durch Meißelarbeiten aus. Im Bahnhofsbereich ist durch die Herstellung von Signalmastfundamenten an ca. 3 Tagen mit Betroffenheiten zu rechnen. Diese beschränken sich gem. aktuellem Planungsstand tageweise auf lokal begrenzte Standorte.

Im Bereich des gesamten Bahnhofs ist durch Verdichtungsarbeiten am Bahnkörper an ca. 10 Tagen mit Betroffenheiten zu rechnen. Im Bauablauf wird es zu zeitlichen Überschneidungen der vorgenannten Arbeiten kommen.

Es kann von einer Auslastung der lärmintensiven Baumaschinen von 50 Prozent der täglichen Arbeitszeit ausgegangen werden.

4.4.5 Immissionen Baumaßnahmen Gutach

In Gutach werden Änderungen der Eisenbahn- und der Fußgängerüberführung, der Bau zusätzlicher Gleisanlagen, der Bau eines weiteren Bahnsteigs sowie von Stützwänden und Straßenbauarbeiten durchgeführt. Die Berechnungen für diese Baumaßnahmen zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft für Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, tagsüber in einem Abstand bis zu ca. 260 m überschritten werden können. In Abständen von weniger als ca. 110 m zur Emissionsquelle beträgt die Pegelüberschreitung in Wohngebieten mehr als 10 dB, in Abständen von weniger als ca. 50 m mehr als 20 dB. In Gebieten mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, können die Immissionsrichtwerte in einem Abstand bis ca. 180 m tagsüber überschritten werden.

Innerhalb der genannten Bereiche befinden sich Gebäude, an welchen die Immissionsrichtwerte überschritten werden können. Dabei können in Gutach in den Wohngebieten tagsüber bis zu ca. 26 Gebäude und in den Mischgebieten tagsüber bis zu ca. 10 Gebäude betroffen sein.

Gemäß Bauzeitenplan ist für die Realisierung der Maßnahme in Gutach eine Gesamtdauer von 100 Tagen vorgesehen. Dabei kann es anteilig an ca. 30 Prozent der Arbeitstage zu Betroffenheiten durch Überschreitung des Immissionsrichtwerts kommen.

Bei den Arbeiten handelt es sich in der Regel um Meißelarbeiten zum Abbruch, Verdichtungsprozesse im Zusammenhang mit der Herstellung des neuen Gleises und das Rammen ~~oder Bohren~~ von Spundwänden, ~~Bohrpfahlwänden~~ und Signalfundamenten sowie die Herstellung von Stützwänden.

Im Bereich des Bahnsteigs Gutach ist durch Verdichtungsarbeiten am Bahndamm an ca. 10 Tagen und die Herstellung von Signalmastfundamenten an ca. 3 Tagen mit Betroffenheiten zu rechnen.

Der Neubau der Eisenbahnüberführung Rittweg löst an ca. 20 Tagen Betroffenheiten durch Meißelarbeiten zum Abbruch, das Rammen der angrenzenden Spundwand und die Herstellung von Baubehelfen aus. ~~Parallel ist das Bohrgerät zur Herstellung der Stützwand am Rittweg über ca. 30 Tage im Einsatz.~~ Es kann von einer Auslastung der lärmintensiven Maschinen von 50 Prozent der täglichen Arbeitszeit ausgegangen werden.

Auf Basis der angesetzten Schallemissionen für Baulärm gibt die in Beilage 2 zu Anlage 12.5 aufgeführte Tabelle eine Übersicht zu den überschlägig ermittelten potenziellen Betroffenheiten infolge der 13 Bauphasen. Im nachfolgenden Kapitel werden, aufgrund der überschrittenen Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm an der schutzbedürftigen Bebauung, Maßnahmen zur zusätzlichen, vorbeugenden Minderung des Baulärms diskutiert.

4.5 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung des Baulärms

Wie im Kapitel 4.1 ausgeführt, sind im Zeitraum Tag (07 Uhr - 20 Uhr) in einzelnen Bauphasen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm zu erwarten.

Für den Fall des Auftretens von lärmrelevanten Arbeiten sind Maßnahmen zur Minimierung der Belästigung zu diskutieren. Diese setzen den Einsatz von Baumaschinen und –verfahren entsprechend dem Stand der Technik voraus. Im Hinblick auf den Luftschall sind die Geräuschemissionsgrenzwerte nach Tab. Art. 12 für die Stufe II der „Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates“ vom 08.05.2000 [13] durch die zum Einsatz kommenden Geräte einzuhalten.

4.5.1 Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle

Eine bzgl. der Nachbarschaft optimierte Aufstellung von Baumaschinen ist im vorliegenden Fall für einen Großteil der eingesetzten Baumaschinen nicht möglich, da sie nicht ortsgebunden, d.h. an einem festen Standort, eingesetzt werden können und auf der gesamten Baufläche (d.h. hier der gesamte Bahnhofsbereich) agieren.

Der Einsatz stationärer (temporärer) Schallschirme (Schallschutzwände, -wälle) bei Bauarbeiten stellt im vorliegenden Fall aufgrund der teils wandernden und weiträumigen Baustelle nicht in allen Bauphasen eine grundsätzlich geeignete Möglichkeit zur Lärminderung dar. Bei Bauarbeiten jedoch, die bei Gleissperrung in einem eingeschränkten räumlichen Bereich stattfinden (hier: Abbrucharbeiten Bahnsteig, Gleistrennarbeiten etc.), könnte der Einsatz temporärer Schallschirme eine Möglichkeit zur Lärminderung darstellen. Zu berücksichtigen sind im vorliegenden Falle die begrenzten Platzverhältnisse und der Aufwand für die Errichtung einer temporären Schallschutzwand. Die Lage und Länge der Schallschutzwand richtet sich nach den jeweiligen Einsatzorten der einzelnen Arbeitsgeräte; grundsätzlich sollte die mobile Schallschutzwand möglichst nahe an der maßgeblichen Geräuschquelle positioniert werden. Hier ist auf eine ausreichende Überstandslänge auf beiden Seiten des Arbeitsgeräts (je ca. ≥ 10 m) zu achten.

4.5.2 Verwendung geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren

Es wird davon ausgegangen, dass die eingesetzten Baumaschinen und Bauverfahren, die für das Bauvorhaben erforderlich sind, dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen. Den Maßnahmen durch Einsatz geräuscharmer Baumaschinen und Bauverfahren ist vor allem durch die Art der Arbeiten Grenzen gesetzt. Zudem führen belastungs- und damit geräuschärmere Bauverfahren auch häufig zu längeren Bauzeiten, so dass eine Lärminderung für die geplante Maßnahme mit einer Bauzeitverlängerung einhergehen würde und damit keine effektive Verringerung der Betroffenheit der Nachbarschaft zu erzielen wäre.

4.5.3 Überwachung des Baulärms

Bei den angegebenen Beurteilungspegeln handelt es sich um Prognosewerte auf der sicheren Seite, die einen Anhalt für das Vorliegen von erheblichen Umwelteinwirkungen durch Baulärm geben sollen. Durch eine stichprobenhafte oder kontinuierliche Überwachung der Baulärmsituation während der Arbeiten mit Rückwirkung zur Bauleitung (Lärmmonitoring), könnte das tatsächliche Auftreten von erheblichen Umwelteinwirkungen für die Nachbarschaft auf ein Mindestmaß begrenzt werden.

4.5.5 Information der betroffenen Anwohner

Durch Art und Umfang der Baustelle kann, wie bereits oben ausgeführt, nicht ausgeschlossen werden, dass bei den Bautätigkeiten Belästigungen der Anwohner im Tageszeitraum auftreten können. Die Erheblichkeit der Belästigungen hängt nicht nur von akustischen Einflüssen ab. So kann durch Informationen über Art und Umfang des auftretenden Baulärms eine Minderung der Belästigungswirkung erreicht werden. Es wird empfohlen, nachfolgende Informationsmaßnahmen vorbeugend umzusetzen:

- a. umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb;
- b. Aufklärung über die Unvermeidbarkeit der Lärmeinwirkungen;
- c. Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.)
- d. Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffenen wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Lärmeinwirkungen haben (Immissionsschutzbeauftragter);
- e. Nachweis der tatsächlich auftretenden Lärmbelastung durch begleitende Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen zur Beweissicherung im Beschwerdefall.

4.5.6 Entschädigung betroffener Anwohner

Die Grenze zur „erheblichen Belästigung“ soll beim Baulärm nicht generell auch gleichzeitig die Grenze der „Zumutbarkeit“ darstellen. Im Speziellen kann eine „Zumutbarkeit“ beim Baustellenbetrieb u. U. auch dann noch gegeben sein, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten werden, wie in Kap. 4.4 dargestellt. Die Zumutbarkeitsschwelle ist also im Rahmen der Abwägung über möglicherweise vorzusehende Schutzvorkehrungen festzulegen und dabei insbesondere abhängig von der spezifischen Dauer, Art und Intensität der Arbeiten. Zur Festlegung von Entschädigungen sollte auf Lärmmonitoring zurückgegriffen werden.

4.5.7 Beschränkungen der Betriebszeit

Der angedachte prognostizierte Bauablaufplan lässt im Zeitraum Tag Lärmkonflikte mit der Nachbarschaft erwarten (vgl. Betroffenheitsanalyse in Beilage 2 zu Anlage 12.5). In vorliegendem Fall liegt zumindest eine auf Belästigung durch erhebliche Baulärmeinwirkungen an zahlreichen Gebäuden vor.

Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm über einen Zeitraum von mehreren Tagen wurden für das Einbringen von Mastfundamenten tags an ca. 700 Gebäuden prognostiziert. Überschreitungen der Immissionsrichtwerte über einen Zeitraum von mehreren Wochen für bis zu 100 Gebäude wurden für die geplanten Bautätigkeiten im Bereich der Bahnhöfe Bucholz, Waldkirch und Gutach prognostiziert.

Bezüglich des Tagbetriebs der Baustelle bewirkt die Reduktion der Dauer lärmintensiver Arbeiten auf maximal 8 h eine Reduktion der Beurteilungspegel nach AVV Baulärm von 5 dB(A); eine Beschränkung der Arbeitsdauer auf maximal 2,5 h Arbeitszeit bewirkt eine Reduktion der Beurteilungspegel um 10 dB(A).

4.5.8 Passive Schallschutzmaßnahmen

Passive Schallschutzmaßnahmen zur Minderung der Belästigung sind grundsätzlich geeignet; allerdings zielt hier der Schutz lediglich auf die Innenräume ab. Im konkreten Fall erscheinen passive Schallschutzmaßnahmen, wie beispielsweise der Einbau von Schallschutzfenstern, im vorliegenden Fall vor allem wegen der lediglich 9-monatigen Gesamtbauzeit mit Hinblick auf die zu erwartenden Kosten und dem Aufwand der vorbereitenden Maßnahmen unverhältnismäßig.

4.6 Vorschlag von Maßnahmen

Die Bauphasen zur Realisierung des Vorhabens sind im Hinblick auf den Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen als schalltechnisch kritisch im Sinne der AVV Baulärm zu bewerten. Aufgrund der geplanten Bauzeiten sowie Art und Umfang der Baumaßnahme ist von teilweise erheblichen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in der schutzbedürftigen Nachbarschaft auszugehen.

Zur Feststellung der zumutbaren Belästigung von Baustellenlärm kann dabei als Maßstab die AVV Baulärm herangezogen werden. Aufgrund der beim Baustellenlärm regelmäßig auftretenden Schwankungen der Lärmbelästigung ist unter Nummer 4.1 der AVV Baulärm zunächst nur bestimmt, dass Maßnahmen zur Minderung der Geräusche grundsätzlich erst dann angeordnet werden sollen, wenn die nach Nummer 6 der AVV Baulärm ermittelten Beurteilungspegel die „erheblich belästigenden“ Immissionen (Immissionsrichtwerte) überschreiten.

Als wesentliche Maßnahme wird vorgeschlagen, die tägliche Betriebsdauer von lärmintensiven Baumaschinen auf 8 Stunden in der Zeit 7 Uhr bis 20 Uhr zu beschränken. Unabhängig von den organisatorischen und baulich-technischen Maßnahmen sollte im vorliegenden Fall zusätzlich eine umfassende Information der betroffenen Anwohner erfolgen.

Es wird weiterhin empfohlen, die Baumaßnahme messtechnisch zu begleiten – zumindest in stichprobenartigem Umfang oder grundsätzlich bei Beschwerdefällen oder als Lärmmonitoring mit Rückmeldung zur Bauleitung – um erforderlichenfalls weitergehende Schallschutzmaßnahmen konkret vorschlagen zu können.

Letztlich sind für die verbleibenden Betroffenheiten noch die Bereitstellung von Ersatzwohnraum oder finanziellen Entschädigungen möglich.

Grundsätzlich handelt es sich bei den vorliegenden Berechnungen um die Annahme der ungünstigsten Situation (worst-case-Szenario).

5. Bauerschütterungen

5.1 Beurteilungsgrundlagen

Es existieren zurzeit keine gesetzlichen Regelungen zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen bzw. auf bauliche Anlagen. In einschlägigen Sachverständigenäußerungen werden jedoch Beurteilungsmaßstäbe zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen beschrieben. Die Bewertung der Erheblichkeit von Belästigungen bzw. Nachteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne des BImSchG [1] ist daher anhand von Regelwerken sachverständiger Organisationen oder von einzelfallbezogenen Gutachten vorzunehmen, wobei die Normenreihen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ [14][15][16] als antizipierte Sachverständigengutachten zur Konkretisierung des Begriffs der schädlichen Umwelteinwirkung herangezogen, aber nicht schematisch angewandt werden können.

5.2 Beurteilungsverfahren

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150-3. Dabei nennt die Norm Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes zu erwarten sind.

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen selten auftretenden kurzzeitigen bzw. häufigen Einwirkungen. Entsprechend Punkt 6.5.1 der DIN 4150-2 sind bis zu drei Ereignissen je Tag als selten einzustufen. Aufgrund der Erregerquellen beim Baubetrieb ist im vorliegenden Fall grundsätzlich von häufigen Einwirkungen auszugehen.

5.3 Anhaltswerte zur Beurteilung

Die Beurteilung nach DIN 4150-2 erfolgt für häufige Einwirkungen nach folgender Vorgehensweise:

- Ist $KB_{F_{max}}$ kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u , dann sind die Anforderungen der Norm eingehalten.
- Ist der $KB_{F_{max}}$ größer als der (obere) Anhaltswert A_o , dann sind die Anforderungen der Norm nicht eingehalten.
- Ist $KB_{F_{max}}$ größer als der untere Anhaltswert A_u und kleiner als der obere Anhaltswert A_o , gilt die Anforderung der Norm als eingehalten, wenn der $KB_{F_{Tr}}$ kleiner als der Anhaltswert A_r ist.

Ist der KB_{Fr} größer als der Anhaltswert A_r , gilt die Anforderung der Norm als nicht eingehalten.

Das beschriebene Verfahren ist dabei grundsätzlich bei allen Arten von Erschütterungseinwirkungen anzuwenden, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Anhaltswerte nicht schematisch anzuwenden sind und eine Beurteilung im Einzelfall zu erfolgen hat. Dabei ist im Einzelfall zu prüfen, ob die entsprechenden Werte aufgrund von Art, Ausmaß und Dauer der Erschütterungseinwirkungen geeignet sind, deren Erheblichkeit und Zumutbarkeit sachgerecht zu beurteilen.

Bei der Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen sind tags (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) die durch den Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungen nach den nachfolgend dargestellten Anhaltswerten der Tabelle 2 in der DIN 4150-2 gebietsunabhängig zu bewerten.

Tabelle 2: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2									
Dauer	D ≤ 1Tag			6 Tage < D ≤ 26Tage			26 Tage < D ≤ 78Tage		
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 1	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe 2	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe 3	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6
) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_{O^}=6$									

Die jeweiligen Stufen beschreiben den Grad einer potenziellen Belästigung und stellen die Basis für Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen dar.

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkung in der Tabelle 2 der DIN 4150-2 ist die Anzahl von Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten. Tage mit Erschütterungseinwirkungen, die unter diesen Anhaltswerten (siehe Tab. 2) liegen, sind nicht mitzuzählen.

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen. Dabei werden als Dauererschütterungen jene Einwirkungen bezeichnet, bei denen die Definition von kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft. Erschütterungen gelten als kurzzeitig, wenn sie für jedes Ereignis höchstens wenige Sekunden andauern und keine Materialermüdungen oder Resonanzerscheinungen in den betroffenen Strukturen erzeugen.

Werden beispielsweise Fundamente für Oberleitungsmasten eingerammt, Spundbohlen eingerüttelt, ~~Pfahlwände gebohrt~~, Flächen verdichtet etc., ist vom Belastungsfall durch Dauererschütterungen auszugehen. Bei der Beurteilung nach der DIN 4150-3 werden folglich die messtechnisch erfassten maximalen Schwinggeschwindigkeiten v_{max} mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

Tabelle 3: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen			
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i	
		oberste Gebäudedecke, horizontal [mm/s]	vertikale Deckenschwingungen [mm/s]
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	einzelfallabhängig

Werden die Anhaltswerte eingehalten oder unterschritten, ist davon auszugehen, dass keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG [1] vorliegen.

5.4 Prognosemodell

Bei der Ausbreitung von Erschütterungen von der Quelle zum Einwirkungsort können die drei Teilbereiche Emission, Transmission und Immission unterschieden werden.

In Anlehnung an diese Teilbereiche erfolgt die Prognose von Erschütterungen grundsätzlich gemäß folgender Gleichung:

$$L_v\text{-Raum}(f) = L_E(f) + \Delta L_B(f) + \Delta L_G(f) + \Delta L_M(f)$$

mit:

$L_v\text{-Raum}(f)$:	Terzschnellespektrum am betrachteten Immissionsort
$L_E(f)$:	Terzschnellespektrum der Erschütterungen am Emissionsort
$L_B(f)$:	baugrund- und abstandsbedingte Erschütterungsabnahme (Transmissionsweg)
$L_G(f)$:	gebäudespezifische Übertragungsfunktion am Immissionsort
$L_M(f)$:	Summe der Einfügedämmung bei Verbau schwingungsmindernder Maßnahmen

Die Prognoseformel entspricht auch den Empfehlungen der VDI 3837 [18]

Aus den Terzschnellespektren am Immissionsort können im Weiteren die relevanten Beurteilungsgrößen gemäß DIN 4150 berechnet werden.

Bei baubedingten Erschütterungen können vor der Baumaßnahme grundsätzlich sog. „in situ“ Messungen durchgeführt werden bzw. es kann auf Angaben in der einschlägigen Literatur oder auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden. Die tatsächliche Höhe der Erschütterungsemissionen verschiedener Baugeräte hängt von einer Vielzahl von verschiedenen Parametern (Werkzeugzustand, Untergrundbeschaffenheit, eingesetztes Material, etc.) ab, weshalb im Rahmen von Literaturdaten nur grobe pauschale Annahmen getroffen werden können. Die Einwirkdauer bzw. die Einwirkzeit von Erschütterungsemissionen können dabei aus Angaben zum geplanten Baubetriebsablauf entnommen werden.

Die Erschütterungen werden auf ihrem Ausbreitungsweg zwischen Erschütterungsquelle und Einwirkungsort in Abhängigkeit von der Entfernung reduziert. Verantwortlich hierfür ist die Amplitudenabnahme auf Grund der Geometrie und der Materialdämpfung des Erdreichs.

Die Anregung des Gebäudes wird i. d. R. mit überhöhten Schwingschnellen auf den Geschossdecken beantwortet. Die durch Resonanz bei den Eigenfrequenzen der Decken auftretenden Vergrößerungsfaktoren hängen insbesondere auch vom zeitlichen Verlauf (harmonisch/stationär oder impulsförmig) der Schwingungen ab.

Im vorliegenden Fall wurde im Rahmen der Prognose von Betroffenheiten die immissionsseitige Übertragung der Erschütterungen vom Erdreich in Gebäude anhand von statistisch ermittelten Gebäudeübertragungsfunktionen gemäß Literaturangaben [17] sowie aus den bahnbetriebsbedingten Erschütterungsuntersuchungen (s. Anlage 12.4) angesetzt.

5.5 Bewertung der Erschütterungssituation

Erschütterungsrelevante Bautätigkeiten können im vorliegenden Fall durch folgende Baumaßnahmen erwartet werden.

- Rammgründung der Oberleitungsmaste
- Rückbau bestehender Gleisanlagen
- Neubau Gleisanlagen
- Errichtung Stützwände mit Bohr- und Rammgerät

Um im Vorfeld der Maßnahme etwaige Betroffenheiten abzuschätzen, werden Annahmen und Angaben zu den erwartenden Immissionen anhand eigener Erfahrungswerte bzw. aus Literaturangaben (u. a. [17]) herangezogen.

Die Höhe der durch die diversen Quellen entstehenden Erschütterungsemissionen sowie deren Weiterleitung im Erdreich hängen zudem stark von den spezifischen geotechnischen Untergrundverhältnissen ab. Entsprechend Anlage 10.1 (Fachbeilage Ingenieurgeologie) besteht der Untergrund kleinräumig stark differenzierend aus polygenen holozänen Talfüllungen die in einer geschätzten Tiefe von ca. 5 bis 12 m von Festgesteinsschichten unterlagert werden. Die Untergrundverhältnisse sind demzufolge hinsichtlich der Weiterleitung von Erschütterungen im höherfrequenten Bereich ab ca. 20 Hz u. U. als kritisch zu bewerten.

In Folge dessen sind potenzielle Betroffenheitsbereiche für Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (nach Teil 2 der DIN 4150) bei Gebäuden mit geringerem Abstand als 20 m zu Baumaßnahmen mit Betriebsdauer von mehr als einem Tag nicht unmittelbar auszuschließen. Für einzelne Gebäude in unmittelbarer Nähe zur Baumaßnahme können sich demnach potenzielle Betroffenheiten ergeben, sofern eine tatsächliche Auslastung der Baumaschinen von 50 Prozent zugrunde gelegt wird.

Bei der Baumaßnahme der Rammgründung von Oberleitungsmasten handelt es sich um eine punktuelle, temporär begrenzte Baumaßnahme mit einer Einwirkzeit von ca. 1 h je Mastfundament und einem Baufortschritt von 70 m je Stunde. Erhebliche Belästigungen gem. DIN 4150-2 sind in einer Einwirkzeit von einer Stunde im Tagzeitraum nicht zu erwarten. Inwieweit die Überschreitung der zulässigen Schwinggeschwindigkeiten der DIN 4150-3 ausgeschlossen werden kann, kann erst mit präziser Feststellung der Maststandorte nachgewiesen werden.

5.6 Diskussion von Maßnahmen zur Minderung von Erschütterungsimmissionen

Quellen, die zu maßgebenden Belastungen führen, können Abbrucharbeiten mittels schweren Meißelgeräten, das Verdichten des Untergrundplanums von Bahnsteigoberflächen, ~~die Errichtung von Stützwänden mittels Großbohrgeräten~~ oder das Einbringen von Spundbohlen, darstellen.

Die dabei entstehenden und ins Erdreich übertragenen Erschütterungen hängen von der Untergrundbeschaffenheit, der Einbindetiefe oder dem eingesetzten Vibrationsgerät ab. Rüttelfrequenz und Unwucht kann bei moderneren Geräten häufig während des Rüttelns eingestellt werden. Die Arbeitsfrequenz liegt bei gängigen Vibrationsaggregaten zwischen 28 Hz und 40 Hz im Resonanzbereich von Gebäudedecken im Wohnungsbau und somit tendenziell oberhalb des Resonanzbereiches besonders gefährdeter weit gespannter Decken mit tiefen Deckeneigenfrequenzen. Ggfs. können Immissionen durch Änderung der Rüttelfrequenz, der Unwucht und der Vorschubgeschwindigkeit verändert werden. Ferner besteht die Möglichkeit, den Untergrund bzw. das Material entsprechend aufzubereiten.

Bei der Herstellung der Tiefgründungen mittels Drehbohrverfahren können ggf. durch Anpassungen der Geräteeinstellungen wie z. B. Anpassung der Bohrschnecke oder Änderung der Vorschubgeschwindigkeit die Erschütterungsimmissionen verringert werden.

Aufgrund der abgeschätzten baubedingten Erschütterungsimmissionen sollen zur Minderung der Belästigung möglicher betroffener Gebäude folgende Maßnahmen vor Beginn der erschütterungsverursachenden Bautätigkeiten durchgeführt werden:

- umfassende Informationsweitergabe über Baumaßnahmen, Dauer, etc. an betroffene Anwohner
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahme
- Benennung einer Anspruchsstelle, an die sich Betroffene wenden können
- Informationen über die Erschütterungswirkung auf das Gebäude
- zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Einhaltung der Ruhezeiten, etc.)

- ggfs. auch Nachweise der tatsächlich auftretenden Erschütterungen, durch Messungen und Beurteilungen, sofern die Einhaltung der Anhaltswerte nach Stufen 1 und 2 der Tabelle 2 durch das bauausführende Unternehmen nicht sichergestellt werden kann.

Etwaige Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes entsprechend den Anforderungen der DIN 4150-3 sind gem. aktuellem Planungsstand nicht vorhersehbar, zumal zukünftige Oberleitungsmast-Standorte nicht abschließend benannt werden können. Zur Dokumentation vorhandener Vorschädigungen und zur späteren Abwehr von Schadensersatzansprüchen werden jedoch gebäudetechnische Beweissicherungen an Gebäuden, die in der Nähe zu den geplanten Oberleitungsmasten situiert sind (ca. 20 m), empfohlen.

Dieses Gutachten umfasst 27 Seiten und 3 Beilagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Augsburg, den ~~20. November 2015~~ [08.12.2017](#)

Möhler + Partner
Ingenieure AG



Dipl.-Ing. Ulrich Möhler



i.V. B.Sc. Martin Crljenkovic



i.A. B. Eng. Simon Kohler

6. Beilagen

Beilage 1.1 – 1.2:	Emissionsansätze Baulärm
Beilage 2.1:	Anzahl Betroffenen durch Baulärm
Beilage 3.1 – 3.19:	Schallimmissionsraster Baulärm

Beilage 1 zu Anlage 12.5.: Emissionsansätze Baulärm

Baulärm Emissionen						
Bautätigkeit	Maschinen	L_{WA}	KI	Auslastung [%]	Schalleistungs- Wirkpegel L_{WAF_{tm}} [dB(A)]	Zusammen- gefasst im Beurteilungs- zeitraum [dB(A)]
Rammgründung der Oberleitungsmaste	Ramme	125		60	123	123
Montage der Oberleitungsanlage	Zweiwegebagger	103		50	100	102
	Zweiwegemontagefahrzeuge	101		50	98	
BE-Fläche	Bagger / Radlader	106	4	10	100	106
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
	Kran	106	2	30	102	
Rückbau bestehende Gleisanlagen in Waldkirch einschl. Weichen	Zweiwegebagger	103		50	100	112
	Rüttelplatte / Walze	107	4	50	108	
	Gleiskran	106	2	30	102	
	Trennschleifer	117	2	10	108	
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
Neubau Gleisanlagen einschl. Weichen	Zweiwegebagger	103		50	100	111
	Rüttelplatte / Walze	107	4	50	108	
	Gleiskran	106	2	30	102	
	Abbreinstumpfschweißmaschine, Schleifmaschine	117	2	1	98	
	Einschottern	106		1	86	
	Stopfmaschine	113		3	98	
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
Neubau Bahnsteig einschl. Treppen, Rampen, etc.	Zweiwegebagger	103		50	100	110
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
	Betonmischer	101	2	3	87	
	Betonpumpe	107	3	3	94	
	Rüttelplatte / Walze	107	4	50	108	
Anpassung Bahnsteigdach Waldkirch	Bohrgerät (Herstellung Bohrpfähle)	111	8	25	113	114
	Betonmischer	101	2	3	87	
	Betonpumpe	107	3	3	94	
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
	Bagger / Radlader	106	4	10	100	
	Anpassung Dach (Schneiden Trapezblech und Querträger)	117	2	1	98	
	Kran	106	2	30	102	
ESTW	Bagger / Radlader	106	4	10	100	111
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
	Betonmischer	101	2	3	87	
	Betonpumpe	107	3	3	94	
	Rüttelplatte / Walze	107	4	50	108	
	Kran	106	2	30	102	
Erneuerung Bahnübergang	Zweiwegebagger	103		50	100	109
	Zweiwegebagger mit Ramme	112		25	106	
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
	Betonmischer	101	2	3	87	
	Betonpumpe	107	3	3	94	
	Kran	106	2	30	102	

Erneuerung Eisenbahnüberführung	Bohrgerät (Herstellung)	111	8	10	109	115
	Zweiwegebagger	103		50	100	
	Zweiwegebagger mit Ramme	112		25	106	
	Bagger mit Abbruchmeißel	107	4	25	101	
	Rüttelplatte / Walze	107	4	50	108	
	LKW- Fahren	106		5	93	
	LKW- Beladen	106		40	102	
	Kran	106	2	30	102	
	Betonmischer	101	2	3	87	
	Betonpumpe	107	3	3	94	
	Trennschleifer	117	2	10	108	
Rückbau FÜ Gutach	Bohrgerät (Herstellung)	111	8	10	109	113
	Bagger / Radlader	106	4	10	100	
	Bagger mit Abbruchmeißel	107	4	25	105	
	Rüttelplatte / Walze	107	4	50	108	
	LKW- Fahren	106		5	93	
	LKW- Beladen	106		40	102	
	Betonmischer	101	2	3	87	
	Betonpumpe	107	3	3	94	
	Kran	106	2	30	102	
	Spundwand mit Ramme Juliusstraße	Kleinbohrgerät (Vorbohren)	101	2	40	
Rammgerät Spundwand		126	1	40	123	
LKW - Beladen		106		5	93	
LKW - Fahren		106		40	102	
Bagger / Radlader		106	4	10	100	
Bagger Asphaltabbruch		107	4	25	105	
Rüttelplatte / Walze		107	4	50	108	
Betonmischer		101	2	3	87	
Betonpumpe		107	3	3	94	
Kran		106	2	30	102	
Stützwand mit Bohrgerät Rittweg	Bohrgerät	111	8	10	109	113
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
	Bagger / Radlader	106	4	10	100	
	Bagger Asphaltabbruch	107	4	25	105	
	Rüttelplatte / Walze	107	4	50	108	
	Betonmischer	101	2	3	87	
	Betonpumpe	107	3	3	94	
	Kran	106	2	30	102	
	Stützwand ohne Bohrgerät Wirtschaftsweg, Bahnsteig	LKW - Beladen	106		5	
LKW - Fahren		106		40	102	
Bagger / Radlader		106	4	10	100	
Bagger Asphaltabbruch		107	4	25	105	
Rüttelplatte / Walze		107	4	50	108	
Betonmischer		101	2	3	87	
Betonpumpe		107	3	3	94	
Kran		106	2	30	102	
Straßenbauarbeiten Rückbau Juliusstraße, Rittweg	LKW - Beladen	106		40	102	112
	LKW - Fahren	106		30	100	
	Bagger / Radlader	106	4	80	109	
	Fugenschneider	112	1	5	100	
	Asphaltfräse	106		25	100	
	Bagger Asphaltabbruch	107	4	25	105	
Straßenbauarbeiten Neubau Juliusstraße, Rittweg	LKW - Entladen	106		40	102	111
	LKW - Fahren	106		30	100	
	Bagger / Radlader	106	4	80	109	
	Asphaltfertiger	101	1	70	100	
	Vibrationswalze	101	2	70	102	

