



FCP IBU GmbH

Immissionsschutz  
Baudynamik  
Umweltingenieurwesen

Ladenspelderstraße 61  
45147 Essen  
T. +49 201 87445 0  
F. +49 201 87445 45  
office@fcp-ibu.de  
www.fcp-ibu.de

**Auftraggeber:** Rhein-Neckar-Verkehr GmbH  
Infrastruktur – Abt. Planung  
Möhlstraße 27  
68165 Mannheim

**Auftrag Nr.:** 2020 007 082/3

**Objekt:** Abstellanlage und Betriebswerkstatt Käfertal in Mannheim

**Titel:** **Schwingungs- und Schalltechnische Untersuchung**  
Teil 3: Beurteilung der Körperschall- und Erschütterungs-  
immissionen

**Datum:** 10.12.2021

**Umfang:** 10 Textseiten  
4 Anlagen

INHALT

1	AUFGABENSTELLUNG	S.	3
2	BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN.	S.	3
3	BEURTEILUNGSKRITERIEN	S.	4
	3.1 Vorbemerkung	S	4
	3.2 Erschütterungsimmissionen	S	4
	3.3 Körperschallimmissionen	S	5
4	EMISSIONEN DER ANLAGE	S.	6
5	IMMISSIONSBETRACHTUNGEN	S.	8
6	ANLAGEN	S.	10
7	ÄNDERUNGSINDEX	S.	10

## 1 AUFGABENSTELLUNG

*Allgemeiner Hinweis: Die Anlagennummern beziehen sich auf die Anlagen innerhalb der Anlage 15.1.3.*

Die Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (rnv) plant eine Erweiterung des Betriebshofs Käfertal in Mannheim. Eine Betriebswerkstatt und eine neue Abstellhalle für die Bahnen mit entsprechender Infrastruktur sollen entstehen. Von den geplanten Betriebsanlagen einschließlich der Nebenanlagen gehen Schall- und Schwingungsmissionen aus, die nach einschlägigen Regelwerken zu beurteilen sind. Die FCP-IBU GmbH wurde mit der Ermittlung und Beurteilung dieser Immissionen beauftragt.

Dem vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Schwingungstechnischen Untersuchung zu entnehmen.

Der Übersichtslageplan des zu untersuchenden Gebietes ist in Anlage-Nr. 1.1 dargestellt.

## 2 BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN

Folgend aufgelistete Unterlagen wurden von der Rhein-Neckar-Verkehr GmbH zur Verfügung gestellt:

- Lagepläne und Auflistung der geplanten Betriebstätigkeiten *Betriebshof\_Kaefertal.zip*, übergeben mit der Mail vom 24.06.2021;
- Erläuterungsberichte und Grundrisse *Abstellhalle\_Erläuterungsbericht.pdf*; *Betriebswerkstatt\_Erläuterungsbericht.pdf*, *Grundriss\_Querschnitt\_Abstellhalle.zip*, *Grundriss\_Querschnitt\_Betriebswerkstatt.zip* und die detaillierten Angaben zu der Rangierfahrten der Bahnen, übergeben mit den Mails vom 20.07.2021 und vom 23.07.2021; *07.1.2\_Grundriss\_OG Werksatt 008.pdf*, übergeben mit den Mails vom 06.02.2023;
- Angaben zu den Bahnstrecken und den Höhen der Gebäude *Bth\_Kaefertal\_Aus-ruecken\_Bahn.pdf*, *Bth\_Kaefertal\_Einruecken\_Bahn.pdf*, *Bth\_Kaefertal\_Wendefahrten\_Bahn.pdf*, *1-011-K007-001-Übersichtslageplan\_Höhen.pdf*, übergeben mit den Mails vom 20.08.2021 und vom 31.08.2021;
- Aktualisierte Lagepläne *LP\_Abstellhalle u- Betriebswerkstatt-Grundriss - LAGEPLAN - Übersichtslageplan mit Flächen (EBK).dxf*, *LP\_Abstellhalle u- Betriebswerkstatt-Plan - 1-011-K007-002 - Gesamtlageplan.dxf*, *210825\_Abstimmung\_Lageplan.pdf*, übergeben mit den Mails vom 01.09.2021 und vom 02.09.2021;
- Ergänzungen zu den betrieblichen Tätigkeiten (Telefonate vom 21.09., 22.09. und vom 24.09.2021);
- Ergänzungen zu der Bauweise der Abstellung, zu stehenden Bahnen in der Abstellung (mit Umformern), Telekonferenz am 06.10.2021;

- Aktualisierte Ansichten 06.3.1\_Ansichten Abstellhalle 007.pdf, 06.3.2\_Ansichten Bestandshalle.pdf, 07.3.1\_Ansicht\_Nordost Werkstatt 008.pdf, 07.3.2\_Ansicht\_Nordwest Werkstatt 008.pdf, 07.3.3\_Ansicht\_Südwest Werkstatt 008.pdf, 07.3.4\_Ansicht\_Südost Werkstatt 008.pdf, übergeben mit den Mails vom 06.02.2023;
- Aktualisierter Lageplan 02.2\_Gesamtlageplan.pdf, Mail vom 06.02.2023.

### 3 BEURTEILUNGSKRITERIEN

#### 3.1 Vorbemerkung

Die planerisch vorgesehene Betriebswerkstatt und die geplante Abstellhalle sind im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes als Anlagen anzusehen. Die Immissionsbeurteilung erfolgt daher anhand der DIN 4150 – Erschütterungen im Bauwesen- und der Sechsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (TA Lärm).

#### 3.2. Erschütterungsimmissionen

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in benachbarten Gebäuden sind die Regelungen der DIN 4150-Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden- von Juni 1999 heranzuziehen.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		$A_u$	$A_o$	$A_r$	$A_u$	$A_o$	$A_r$
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche reines Wohngebiet § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, in Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05
In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung - BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.							

**Tabelle 1:** Anhaltswerte nach DIN 4150-2

In DIN 4150-2 sind Anhaltswerte definiert, bei deren Überschreitung eine erhebliche Belästigung von Menschen in Wohnungen nicht mehr auszuschließen ist. Insofern werden die Anforderungen an den Erschütterungsschutz eingehalten, wenn keine Überschreitungen auftreten. Zur Beurteilung gemessener oder prognostizierter Erschütterungsimmissionen sind die folgenden Beurteilungsgrößen zu ermitteln:

maximale bewertete Schwingstärke ( $KB_{Fmax}$ )

Beurteilungs-Schwingstärke ( $KB_{FTr}$ )

für den Tages- (06.00 – 22:00 Uhr) und den Nachtzeitraum (22:00 – 06:00 Uhr)

und mit den entsprechenden Anhaltswerten nach Tabelle 1 zu vergleichen.

Die Beurteilung der Erschütterungsimmissionen erfolgt dann wie folgt:

- Ist  $KB_{Fmax}$  kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert  $A_u$ , ist die Anforderung eingehalten,
- Ist  $KB_{Fmax}$  größer als der obere Anhaltswert  $A_o$ , ist die Anforderung nicht eingehalten,
- Ist  $KB_{Fmax}$  größer als  $A_u$  aber kleiner oder gleich  $A_o$ , ist die Bestimmung der Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$  erforderlich. Die Beurteilungs-Schwingstärke berücksichtigt den zeitlichen Einfluss der Erschütterungseinwirkung. Ist  $KB_{FTr}$  kleiner gleich dem Anhaltswert  $A_r$ , sind die Anforderungen ebenfalls eingehalten.

Bei Einhaltung der Anhaltswerte nach Tabelle 1 ist auszuschließen, dass durch direkte Erschütterungseinwirkungen Schäden am Gebäude (DIN 4150 – Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen) eintreten.

### 3.3 Körperschallimmissionen

Zur Beurteilung der Körperschallimmissionen von Anlagen ist die Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 heranzuziehen. Unter Abschn. 6.2 der TA Lärm werden Immissionsrichtwerte (IRW) zur Beurteilung von Körperschallübertragungen wie folgt genannt:

tags (06:00 – 22:00 Uhr):	35 dB(A)	} für Dauergeräuschpegel
nachts (lautstärkste Stunde):	25 dB(A)	
tags (06:00 – 22:00 Uhr):	45 dB(A)	} für Maximalpegel
nachts (22:00 – 06:00 Uhr):	35 dB(A)	

Hierfür ist es erforderlich, den Beurteilungspegel ( $L_r$ ) und den Maximalpegel ( $L_{AFmax}$ ) des zu beurteilenden Geräuschpegels entsprechend einschlägiger Normung zu ermitteln. Bei Überschreitung der vorgenannten Immissionsrichtwerte sind Maßnahmen zur Minderung der Immissionen vorzusehen.

Bei Geräuschen mit vorwiegend tieffrequenten Anteilen (Frequenzen kleiner 90 Hz) ist zusätzlich zu prüfen, ob der A-bewertete Dauergeräuschpegel um mehr als 20 dB geringer ist als der C-bewertete Dauergeräuschpegel. In diesem Falle sind ergänzend die Bestimmungen der DIN 45680-Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft - von März 1997 zu beachten.

#### 4 EMISSIONEN DER ANLAGE

In den Anlagen-Nr. 1.2 -1.4 sind Detaillagepläne mit Zuordnung der verschiedenen Anlagenteile und der Schienenwege zu entnehmen.

Auf dem Betriebshofgelände und in den jeweiligen Hallen finden eine Vielzahl von Tätigkeiten statt, die möglicherweise zu einer relevanten Schwingungsanregung in der benachbarten Wohnbebauung führen können. In einem ersten Schritt wurden die verschiedenen, in der Schalltechnischen Untersuchung detailliert beschriebenen Tätigkeiten, global zusammengefasst und im Hinblick auf deren schwingungstechnische Relevanz beurteilt. In der folgenden Tabelle ist die Zusammenstellung der Emissionsquellen der Gesamtanlage, bestehend aus Betriebswerkstatt, Abstellhalle und sonstige Anlagenteile, wiedergegeben. Weiterhin ist der Tabelle die Beurteilung der schwingungstechnischen Relevanz zu entnehmen.

Emissionsquelle	Erschütterungsrelevant	Körperschallrelevant
Ein- und ausrückende Bahnen	ja	ja
Rangierfahrten mit Bahnen	ja	ja
Bremsfunktionsprüfung der Bahn	ja	ja
Kfz-Fahrten auf dem Gelände	nein	nein
Fahrzeugbetankungen	nein	nein
Fahrzeugbeladungen und Fahrzeugentladungen	nein	nein
Arbeiten im Bereich der Biegemaschine	nein	nein
Anlieferung Schüttgüter wie Gleisschotter, Rheinsand	nein	nein
Anlieferung sonstige Materialien	nein	nein
Grünpflege	nein	nein
Werkstattarbeiten	nein	nein
Fahrzeugreinigung	nein	nein

**Tabelle 2:** Übersicht Emissionsquellen und deren schwingungstechnische Relevanz

Es zeigt sich, dass die im Bereich des Betriebshofes vorgesehenen Tätigkeiten im Wesentlichen in schwingungstechnischer Hinsicht nicht relevant sind. Lediglich die Bahnfahrten auf den Gleisanlagen des Betriebshofes sind im Hinblick auf die in der Nachbarschaft zu erwartenden Erschütterungs- und Körperschallimmissionen von Bedeutung und werden im Weiteren detaillierter betrachtet.

## 5 IMMISSIONSBETRACHTUNGEN

Wie dem Übersichtslageplan (Anlage-Nr.1.1) zu entnehmen ist, befindet sich die relevante Wohnbebauung westlich des Betriebshofes. Es handelt sich hierbei um die Wohnbebauung in der Birkenauer Straße und der Rebenstraße. Weiterhin befindet sich südlich der Betriebswerkstatt an der Heppenheimer Straße eine gewerblich genutzte Bebauung. Die ungefähren Abstände zwischen nächstgelegenen Gleisabschnitten oder Herzstücklücken von Weichen zu ausgewählten Anliegergebäuden sind in folgender Tabelle aufgelistet.

Gebäude	Gebiets-einstufung	Abstand in m		
		Normalgleis	Herzstücklücke	Abstellhalle
Birkenauer Straße 11	WA	~ 47	~ 50	~ 45
Birkenauer Straße 9	WA	~ 47	~ 51	~ 39
Rebenstraße 13 A	WA	~ 86	~ 105	~ 41
Birkenauer Straße 13	WA	~ 29	~ 32	~ 35
Birkenauer Straße 36	WA	~ 39	~ 70	~ 59
Heppenheimer Str. 25	GE	~ 10	~ 27	~ 68
Heppenheimer Str. 23	GE	~ 16	~ 30	~ 25
Heppenheimer Str. 21	GE	~ 29	~ 29	~ 37

WA: Allgemeines Wohngebiet, GE: Gewerbegebiet

**Tabelle 3:** Übersicht Abstandssituation

In der VDI Richtlinie 3837 – Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen – Spektrales Prognoseverfahren – von Januar 2013 werden im Anwendungsbereich Abstände, die zwischen Gebäude und Gleisanlage auftreten, definiert, bei deren Überschreitung davon ausgegangen werden kann, dass die in DIN 4150-2 beschriebenen Anhaltswerte zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen eingehalten werden und entsprechend keine Maßnahmen zur Minderung der Schwingungsemissionen der Gleisanlage erforderlich werden. Diese Festlegungen gelten für Normalgleise mit üblichen Fahrzeuggeschwindigkeiten. Für oberirdisch verkehrende Bahnen beträgt dieser Abstand 25 m. Insofern ist laut VDI 3738 davon auszugehen, dass die Gleise im Bereich der



Abstellanlage und der Betriebswerkstatt in Bezug auf die Wohngebiete einen ausreichend großen Abstand haben, sodass kein Schwingungsschutz erforderlich wird. Neben den Normalgleisen befinden sich auch eine Vielzahl von Weichen und Kreuzungen auf dem Gelände, die entsprechende Herzstücklücken aufweisen. Von diesen Herzstücklücken gehen erhöhte Schwingungsemissionen aus, sodass im Hinblick auf die Festlegungen der VDI 3837 größere Abstände erforderlich sind. Erfahrungen zeigen, dass bei Abständen größer 40 m zur Herzstücklücke die Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4105-2 zu erwarten ist. Weiterhin ist zu beachten, dass auf dem Betriebsgelände die Fahrzeuge nur mit geringer Geschwindigkeit ( $\leq 15$  km/h) verkehren und insofern tendenziell geringere Abstände als in der VDI 3738 ausgewiesen zur Einhaltung der Anhaltswerte der DIN 4150-2 möglich sind. Insofern gilt hier auch, dass kein Schwingungsschutz erforderlich wird.

Bei Körperschallimmissionen werden höhere Frequenzen als bei Erschütterungen übertragen. Da sich bei höheren Frequenzen im Boden eine besser Minderungswirkung einstellt, gilt für Körperschallimmissionen, dass diese im Boden schneller abnehmen, sodass die kritischen Abstände tendenziell geringer sind als bei Erschütterungen. Damit ist ebenfalls zu erwarten, dass die Körperschallimmissionen in den Anliegergebäuden unkritisch sind.

Lediglich die gewerblich genutzten Gebäude der Heppenheimer Straße weisen teilweise einen geringeren Abstand als 25 m zu den Normalgleisen und 40 m zu den Herzstücklücken auf. Für diese Gebäude gelten aber wesentlich geringere Anforderungen an den Immissionschutz als für Wohngebäude in den Allgemeinen Wohngebieten. Zudem ist lediglich eine Beurteilung zur Tagzeit erforderlich. Insofern ist auch hier keine Notwendigkeit gegeben, durch Maßnahmen, eine Minderung der Schwingungsemissionen der Gleisanlage vorzusehen.

6 ANLAGEN

Anlage-Nr. 1                                      Übersichtslageplan  
Anlagen-Nr. 1.2 – 1.4                      Detaillagepläne

7 ÄNDERUNGSINDEX

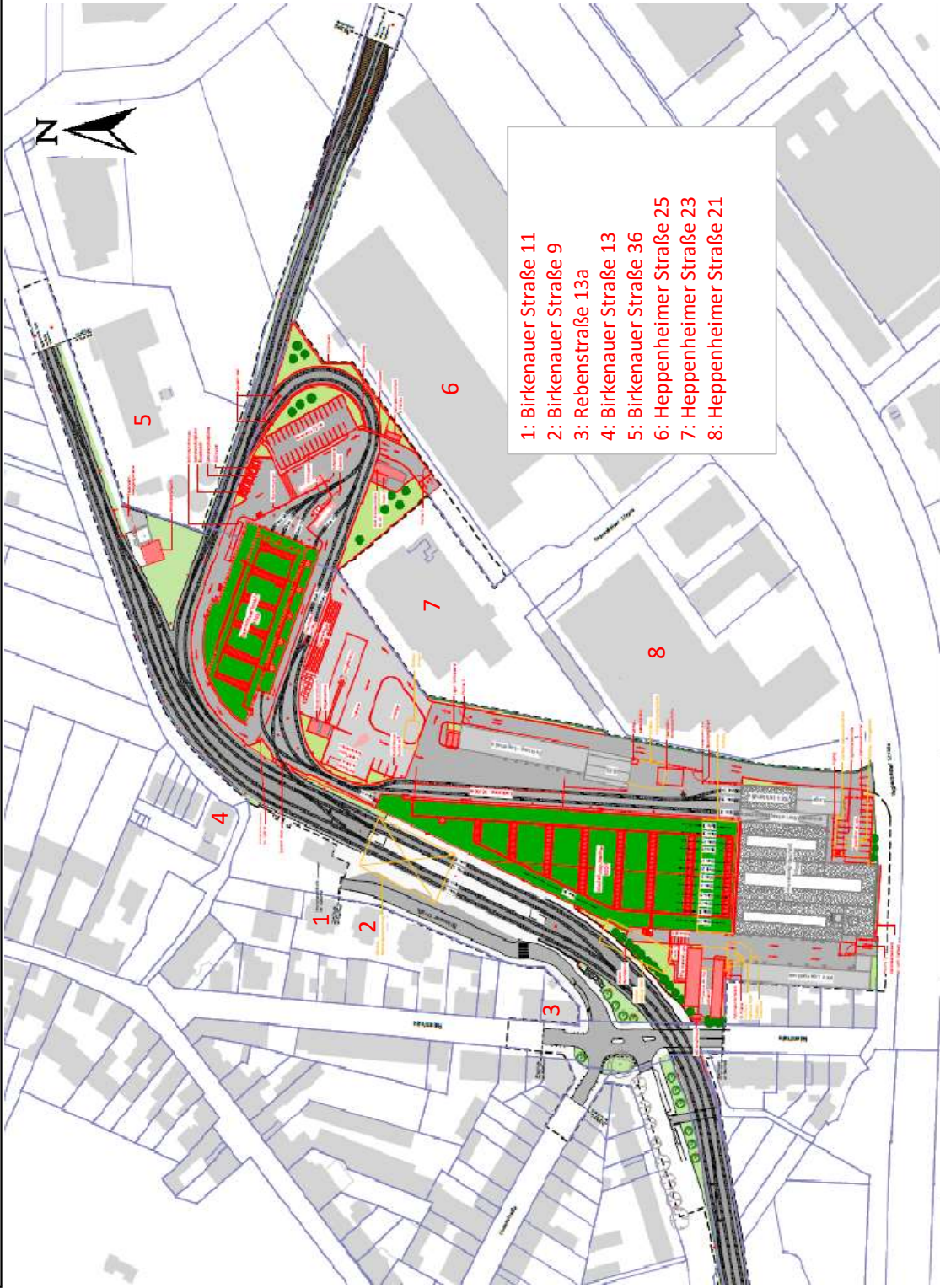
Index	Datum	Bearbeiter	Bemerkungen
a	17.12.2021	Lenz	Ergänzung Heppenheimer Straße 21
b	05.12.2022	Anissimova	Anpassung Lageplan Planung
c	29.03.2023	Anissimova	Ergänzung Bearbeitungsgrundlagen; Anpassung Lageplan Planung

Bearbeitung:                      Dipl.-Ing. Udo Lenz

Essen, den 10.12.2021  
  
 FCP/IBU GmbH  
 Lennepolderstraße 61  
 45147 Essen  
 0201-87445-0

FCP IBU GmbH  
Immissionsschutz – Baudynamik - Umweltingenieurwesen

AUFTRAGGEBER:	AUFTRAG-NR.:	OBJEKT	ANLAGE-NR.
Rhein-Neckar-Verkehr GmbH Möhlstraße 27 68165 Mannheim	2020 007 082/3	Abstellanlage und Betriebswerkstatt Käfertal Schwingungstechnische Untersuchung Lageplan	1.1







AUFTRAGGEBER:	AUFTRAG-NR.:	OBJEKT	ANLAGE-NR.
Rhein-Neckar-Verkehr GmbH Möhlstraße 27 68165 Mannheim	2020 007 082/3	Abstellanlage und Betriebswerkstatt Käfertal Schwingungstechnische Untersuchung Lageplan	1.3

