

**Auftraggeber:** Rheinbahn AG  
Hansaallee 1  
40549 Düsseldorf

**Objekt:** Modernisierung  
Umsteigepunkt Ratingen-Mitte

**Titel:** **Schall- und schwingungstechnische  
Untersuchung**  
Teil 3  
Schwingungsimmissionsprognose

**Auftrag Nr.:** S 01.1119.13 / 3

**Datum:** 23.04.2013

**Umfang:** 16 Textseiten  
8 Anlagen

## INHALT

|     |                         |       |
|-----|-------------------------|-------|
| 1   | AUFGABENSTELLUNG        | S. 3  |
| 2   | BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN  | S. 3  |
| 2.1 | Unterlagen              | S. 3  |
| 2.2 | Oberbau                 | S. 3  |
| 2.3 | Fahrplandaten           | S. 4  |
| 2.4 | Fahrzeuggeschwindigkeit | S. 4  |
| 2.5 | Gebietsausweisung       | S. 4  |
| 2.6 | Gebäudestruktur         | S. 4  |
| 3   | IMMISSIONSKENNWERTE     | S. 4  |
| 3.1 | Erschütterungen         | S. 4  |
| 3.2 | Körperschall            | S. 5  |
| 4   | BEURTEILUNGSKRITERIEN   | S. 6  |
| 4.1 | Vorbemerkung            | S. 6  |
| 4.2 | Erschütterungen         | S. 6  |
| 4.3 | Körperschall            | S. 9  |
| 5   | PROGNOSE                | S. 12 |
| 6   | BEURTEILUNG             | S. 14 |
| 7   | MAßNAHMEN               | S. 15 |
| 8   | ANLAGEN                 | S. 16 |

## 1 AUFGABENSTELLUNG

Die Rheinbahn AG plant die Umgestaltung und behindertengerechte Modernisierung des Straßenbahn- und Busumsteigepunktes Ratingen-Mitte. Dabei werden neben den Haltestellen für Bus- und Bahnverkehr auch die Gleise sowie die angrenzenden Straßen und Plätze angepasst. Diese Umstrukturierung wirkt sich auf die heute schon vorhandenen Schall- und Erschütterungsimmissionen in den Gebäuden der umliegenden Bebauung aus.

Im Rahmen des anstehenden Genehmigungsverfahrens werden von der I.B.U. GmbH schwingungs- und schalltechnische Untersuchungen durchgeführt. Im Bericht Teil 1 sind die Ergebnisse der Luftschallberechnungen zusammengefasst. Dem Teil 2 sind die Ergebnisse der Beweissicherungsmessung (Körperschall und Erschütterung) und dem vorliegenden Teil 3 die Ergebnisse der Schwingungsimmissionsprognose zu entnehmen.

## 2 BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN

### 2.1 Unterlagen

Die folgenden Bearbeitungsunterlagen wurden von der LINDSCHULTE + KLOPP Ingenieurgesellschaft mbH zur Verfügung gestellt:

Lagepläne:

*Verkehrswege*

130304 Gleisschleife Trassierung.pdf

130206 Lageplan Verkehrsanlagen.pdf

Berichte:

130214 E-Bericht Verkehrsanlagen.pdf

130215 Kurzbericht Allgemein.pdf

Fahrplandaten Straßenbahn:

Haltestellenfahrpläne\_Ratingen\_Mitte.pdf

Ortsbesichtigung am 26. Februar 2013 durch I.B.U.

### 2.2 Oberbau

Derzeit befindet sich in der Endhaltestelle Ratingen ein althergebrachter Stopfoberbau, der erfahrungsgemäß gewisse elastische Eigenschaften aufweist.

Für die neue Gleisanlage ist der Einbau des sogenannten Dresdner Oberbaus vorgesehen, der eine deutlich geringere Elastizität aufweist. Die Oberfläche des Gleises wird mit Asphalt, Pflaster oder Rasen eingedeckt.

### 2.3 Fahrplandaten

Die Endhaltestelle Ratingen wird zukünftig von Niederflurfahrzeugen des Typs NF8U angefahren. Nach aktuellem Fahrplan der Linie 712 ist von folgender Anzahl von Fahrten auszugehen:

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| tags (06:00 – 22:00 Uhr):   | 84 Fahrten |
| nachts (22:00 – 06:00 Uhr): | 12 Fahrten |

### 2.4 Fahrzeuggeschwindigkeit

Durch den Umbau wird keine relevante Veränderung der Fahrzeuggeschwindigkeiten bewirkt.

### 2.5 Gebietsausweisung

Die betroffenen Anliegergebäude der Düsseldorfer Straße, des Düsseldorfer Platzes und der Hans-Böckler-Straße liegen teilweise im Kern-, Misch- und Wohngebiet.

### 2.6 Gebäudestruktur

Die Gebäudestruktur der anliegenden Gebäude ist vielfältig und wird zum Teil in der Beweis-sicherung (Bericht Teil 2) messtechnisch erfasst.

## 3 IMMISSIONSKENNWERTE

### 3.1 Erschütterungen

Als Erschütterungen werden solche Schwingungen bezeichnet, die sich mit Frequenzen zwischen 1 Hz und 80 Hz in festen Medien (Erdreich, Gebäude) ausbreiten. Die zu messenden Erschütterungssignale sind die Schwinggeschwindigkeit  $\hat{v}(t)$  des angeregten Mediums in mm/s und die Erregerfrequenz  $f_e$  in Hz. Auf der Grundlage dieser Basiswerte werden die für die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen in Gebäuden maßgebenden Immissionsgrößen ermittelt. Hierbei handelt es sich um die maximale Bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  bzw. die Beurteilungsschwingstärke  $KB_{FTT}$  in der Definition nach DIN 4150, Teil 2, von Juni 99 -Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen in Gebäuden.

### 3.2 Körperschall

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

Die messbaren Körperschallsignale sind die Schwinggeschwindigkeit  $v$  des angeregten Mediums in mm/s und der vom Medium abgestrahlte Schallwechseldruck  $p$  in N/m<sup>2</sup> (Sekundärluftschall). Die zugehörigen Pegel werden als Körperschall-Schwingschnellepegel und Körperschall-Schalldruckpegel in logarithmischer Form folgendermaßen ausgedrückt:

Körperschall-Schwingschnellepegel

Körperschall-Schalldruckpegel

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{v}{v_0} \text{ (dB)} \quad (1)$$

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \text{ (dB)} \quad (2)$$

$v$ : Effektivwert der Schwingschnelle in mm/s

$p$ : Effektivwert des Schalldrucks in N/m<sup>2</sup>

$v_0 = 5 \cdot 10^{-5}$  mm / s: Bezugsschwingschnelle

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  N / m<sup>2</sup>: Bezugsschalldruck

Der Körperschall-Schalldruck wird als hörbarer Luftschall dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen mit der so genannten A-Bewertung nach DIN 45633 der Signale angepasst.

#### **Summenpegel**

Der Summenpegel ist der wirksame Pegel des Körperschall-Schalldrucks und der Körperschall-Schwingschnelle. Für die Berechnung des Summenpegels sind der Schwingschnellepegel und der Schalldruckpegel für den jeweils maßgebenden Frequenzbereich zu ermitteln. Der Summenpegel ergibt sich durch die logarithmische Addition der jeweiligen Terzpegelwerte nach folgender Funktion:

$$L_v; L_p = 10 \cdot \lg \sum_{f_{Tu}}^{f_{To}} 10^{0,1 L_{vT}; L_{pT}} \text{ (dB; dB(A))} \quad (3)$$

$f_{Tu}$  : unterste zu berücksichtigende Terzmittenfrequenz

$f_{To}$  : oberste zu berücksichtigende Terzmittenfrequenz

$L_{vT}; L_{pT}$  : Pegel der jeweiligen Terzmittenfrequenz

## 4 BEURTEILUNGSKRITERIEN

### 4.1 Vorbemerkung

Für die Beurteilung der von Schienenverkehrswegen ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existieren keine rechtlich bindenden Immissionsrichtwerte. Beim Umbau einer Gleisanlage kommt es daher zunächst darauf an, dass möglichst keine Verschlechterung entsteht. Darüber hinaus empfiehlt es sich, die folgend beschriebenen Regelwerke zu beachten.

### 4.2 Erschütterungen

Derzeit sind schon Gleise im Bereich der für den Umbau vorgesehenen Gleisanlage vorhanden. Es treten also jetzt schon nachweisbare Erschütterungsimmissionen in der vorhandenen Bebauung auf. Der vorhandene Erschütterungsimmissionsstatus wurde messtechnisch ermittelt. Im Zusammenhang mit Planungen der DBAG wird eine Zunahme der Erschütterungsimmissionen um bis zu 25 % durch Umbauplanungen als zulässig angesehen. Insofern kann eine Beurteilung wie folgt erfolgen:

$$\Delta KB \geq 25 \%$$

→ Schutzmaßnahme erforderlich.

Erschütterungsimmissionen lassen sich unabhängig von der Vorbelastung anhand DIN 4150 beurteilen:

- Teil 2, Juni 1999 – Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- Teil 3, Februar 1999 – Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen.

Die Erschütterungsimmissionen des Schienenverkehrs werden nach DIN 4150/2 wie folgt behandelt:

Grundsätzlich erfolgt die Beurteilung anhand der Anhaltswerte  $A_u$  und  $A_r$  der Tabelle 1 der Norm. Im Rahmen von Prognosen erübrigt sich eine Beurteilung nach dem Anhaltswert  $A_o$ .

- Für unterirdischen Schienenverkehr gelten die Anhaltswerte  $A_u$  und  $A_r$  der Tabelle 1.

- Für oberirdischen Schienenverkehr des ÖPNV (Straßen-, Stadt-, S- und U-Bahnen) gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen Anhaltswerte der Tabelle 1.
- Für sonstigen oberirdischen Schienenverkehr gelten bei neu zu bauenden Strecken die Anhaltswerte der Tabelle 1.

Die Tabelle 1 der DIN 4150-2 (Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen) wird wie folgt wiedergegeben:

| 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 zur Beurteilung der Erschütterungsimmission

Das Beurteilungsverfahren der Norm wird -angepasst an die speziellen Belange des ÖPNV's- wie folgt erläutert.

Für die Beurteilung ist zunächst die maximale Bewertete Schwingstärke ( $KB_{Fmax}$ ) heranzuziehen und mit dem Anhaltswert  $A_U$  zu vergleichen:

$$KB_{Fmax} \leq 1,5 \cdot A_u \rightarrow \text{Richtwert eingehalten}$$

Liegt  $KB_{Fmax}$  über  $1,5 \cdot A_u$ , so ist die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$  zu ermitteln. Für Schienenwege kann  $KB_{FTr}$  unter Verwendung des auf die einzelnen Gleise bezogenen Takt-maximal-Effektivwertes ( $KB_{FTm}$ ) nach folgender Funktion berechnet werden:

$$KB_{FTr} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^g N_{ei} \cdot KB_{FTm,i}^2} \quad (4)$$

$N_r$  : Anzahl der 30-s-Takte im Beurteilungszeitraum  
 tags:  $N_r = 1920$   
 nachts:  $N_r = 960$

$N_{ei}$  : Anzahl der Fahrten auf Gleis i im jeweiligen Beurteilungszeitraum  
 (Hinweis: Für Stadtbahnen gilt, dass die Erschütterungseinwirkungs-zeit einer Vorbeifahrt kleiner als 30 Sekunden ist).

$g$  : Anzahl der Gleise

Für die Beurteilung der Erschütterungen in **Wohngebäuden** gilt jetzt:

$$KB_{FTr} \leq 1,5 \cdot A_r \rightarrow \text{Richtwert eingehalten.}$$

Bei Einhaltung des Anhaltwertes der DIN 4150/2 für Erschütterungseinwirkungen auf Menschen ist sichergestellt, dass die Einwirkungen auf Gebäude entsprechend DIN 4150-3 nicht schädlich sind. Hier kann ein weiterer Nachweis entfallen.



#### 4.3 Körperschall

Derzeit sind schon Gleise im Bereich des für den Umbau vorgesehenen Streckenabschnittes vorhanden. Es treten also jetzt schon nachweisbare Körperschallimmissionen in der vorhandenen Bebauung auf. Der derzeitige Immissionsstatus konnte nicht in allen Gebäuden messtechnisch ermittelt werden. Da für Körperschallimmissionen des Schienenverkehrs derzeit keine Richtwerte für eine Beurteilung existieren, ist es im Rahmen von Umbaumaßnahmen üblich, Vorsorge dafür zu tragen, dass bei einer bereits vorhandenen Vorbelastung **keine wesentliche Verschlechterung** des Immissionsstatus eintritt.

Für den Körperschall kann dann in Anlehnung an die Bestimmungen der 16. BImSchV festgelegt werden, dass eine Erhöhung des Körperschallimmissionsstatus um mind. 3 dB (A) als wesentliche Änderung anzusehen ist. Die Beurteilung kann also wie folgt erfolgen:

$$\Delta L_p \geq 3 \text{ dB (A)}$$

→ Schutzmaßnahmen erforderlich

$$\text{für } \Delta L_p = L_p (\text{Prognose}) - L_p (\text{Bestand})$$

Ein Orientierungswert für den als zulässig anzusehenden mittleren Maximalpegel des vom Schienenverkehr erzeugten Körperschall-Schalldruckpegel ist in keiner DIN-Norm oder VDI-Richtlinie angegeben. In der VDI-Richtlinie 2719 - Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen -, Ausg. August 1987, werden in der Tabelle 6 Anhaltswerte für von außen in Aufenthaltsräume eindringendem Schall benannt. Abhängig von Raumnutzung und Gebietsausweisung werden dort die in Tabelle 2 aufgelisteten mittleren Maximalpegel als zulässig angesehen.

| Raumart                                                                                                                                                                                                                     | mittlere Maximalpegel<br>$L_{\max}$ dB(A) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Schlafräume nachts</b><br>in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten                                                                                                                           | 35 bis 40                                 |
| in allen übrigen Gebieten                                                                                                                                                                                                   | 40 bis 45                                 |
| <b>Wohnräume tagsüber</b><br>in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten                                                                                                                           | 40 bis 45                                 |
| in allen übrigen Gebieten                                                                                                                                                                                                   | 45 bis 50                                 |
| <b>Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber</b><br>Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken,<br>Konferenz- und Vortragsräume, Arztpraxen, Operationsräume, Kirchen Aulen | 40 bis 50                                 |
| Büros für mehrere Personen                                                                                                                                                                                                  | 45 bis 55                                 |
| Großraumbüros, Gaststätten, Schallerräume, Läden                                                                                                                                                                            | 50 bis 60                                 |

**Tabelle 2:** Anhaltswerte für zulässige Innenpegel

Mit vorstehend beschriebener Vorgehensweise wurden in der Vergangenheit in NRW eine Vielzahl von Projekten genehmigt.

Inzwischen hat der 7. Senat des Bundesverwaltungsgerichts zu einer Eisenbahnplanung (BVerwG 7 A 14.09) u.a. folgende Festlegungen zur Beurteilung der Körperschallimmissionen (sekundärer Luftschall) getroffen:

*Ein spezielles Regelwerk zur Bestimmung der Zumutbarkeitsschwelle beim sekundären Luftschall gibt es bislang nicht. Zur Schließung dieser Lücke ist auf Regelungen zurückzugreifen, die auf von der Immissionscharakteristik vergleichbare Sachlagen zugeschnitten sind. Dabei ist in erster Linie dem Umstand Rechnung zu tragen, dass es sich bei dem hier auftretenden sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt. Das legt eine Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen 24. BImSchV (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung) nahe (vgl. auch VGH Mannheim, Urteil vom 8. Februar 2007 – 5 S 2224/05 – ESVGH 57, 148 <168ff.>=juris Rn. 121 ff.; Geiger, in Ziekow, Praxis des Fachplanungsrechts, 2004, 2. Kap. Rn 336).*

*Zu Recht setzt die Beklagte den in der Tabelle 1 der Anlage zur 24. BImSchV (Berechnung der erforderlichen bewerteten Schalldämm-Maße) aufgeführten „Korrektursummand D in dB zur Berücksichtigung der Raumnutzung“ nicht mit dem grundsätzlich einzuhaltenden Innengeräuschpegel gleich. Denn dieser ergibt sich erst durch die Hinzu-*

*rechnung eines weiteren Korrekturwerts von 3 dB(A), der die unterschiedliche Dämmwirkung von Außenbauteilen bei gerichtetem Schall gegenüber diffusen Schallfeldern berücksichtigt (siehe BRDrucks 463/96 S. 16; BRDrucks 463/96 S. 4 f.; 7).*

*Auch die Anwendung eines Schienenbonus, der in Höhe von 5 dB(A) vor dem Vergleich mit dem höchstzulässigen Innengeräuschpegel von den zu ermittelnden Luftschallpegeln abgesetzt wird (siehe Keil/Koch/Garburg, Schutz vor Lärm und Erschütterungen, in: Fendrich, Handbuch Eisenbahninfrastruktur, 2007, S 804), ist von Rechts wegen nicht zu beanstanden.*

Unter Berücksichtigung des Urteils des Bundesverwaltungsgerichts wären Schallimmissionen aus Körperschallübertragungen in Höhe von 35 dB(A) als Beurteilungspegel in Schlafräumen zulässig.

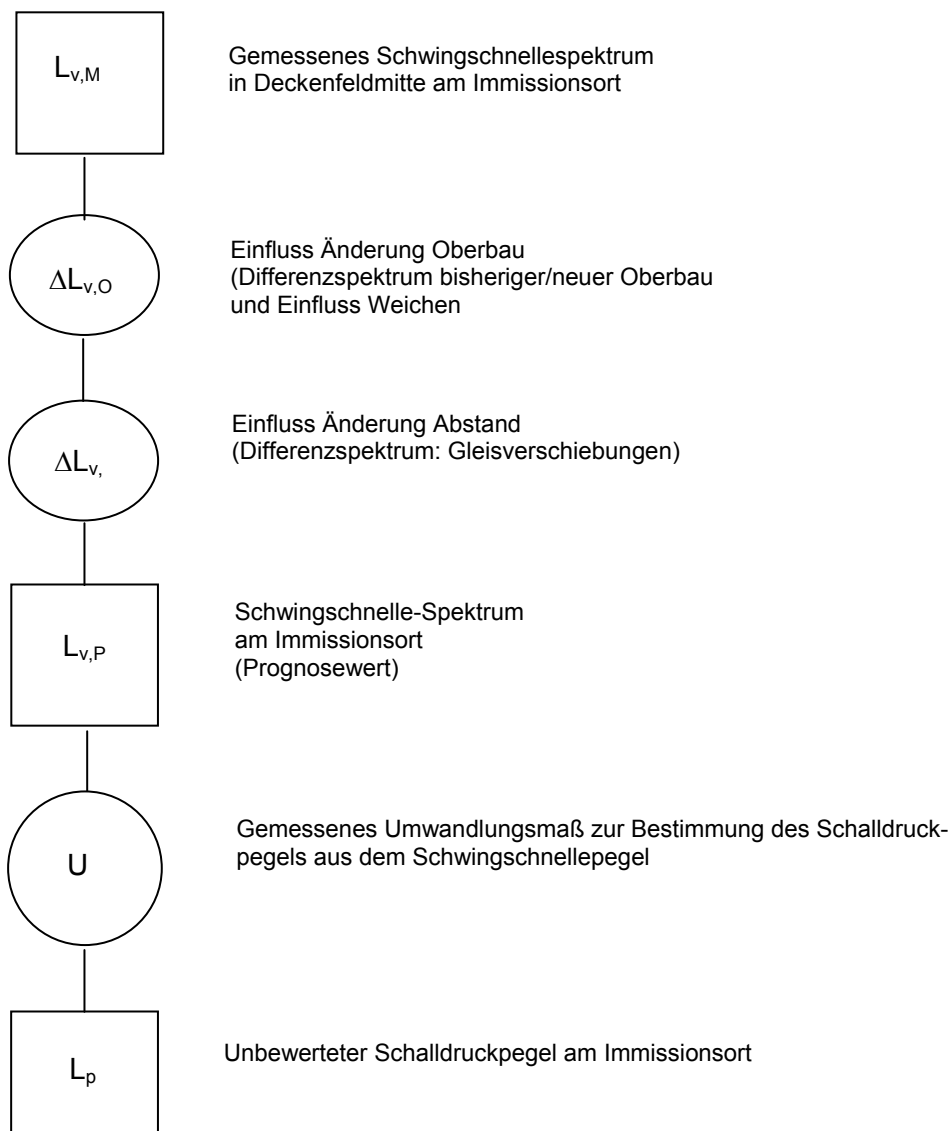
Aus Sicht I.B.U. ist das Beurteilungskriterium der 24. BImSchV nicht sachgerecht. Bei dieser Beurteilung bleibt unberücksichtigt, dass Körperschall aus Straßenbahnverkehr tieffrequent und relativ frequenzbegrenzt ist. Außerdem wird der Körperschall von allen Raumbegrenzungsflächen abgestrahlt, so dass eine eindeutige Geräuschquellenzuordnung, wie beim über Fenster einwirkenden Luftschall, nicht möglich ist. Insgesamt gesehen werden Abwertete Schallpegel des Körperschalls als unangenehmer empfunden als vergleichbare Luftschallpegel. Zudem besteht für den Anwohner eines Gebäudes grundsätzlich die Möglichkeit, sich mit relativ geringem Aufwand (Einbau von Schallschutzfenstern), auch nachträglich, vor dem Luftschall zu schützen. Eine derartige wirtschaftlich noch darstellbare Möglichkeit besteht hinsichtlich der nachträglichen Anordnung von Körperschallschutzmaßnahmen nicht.

Es wird empfohlen, vor der endgültigen Festlegung der Schutzbereiche eine Klärung hinsichtlich des Beurteilungskriteriums Körperschall mit der Genehmigungsbehörde herbeizuführen.

Im Weiteren wird auf die Beurteilung nach VDI 2719 mit 40 dB(A) für Schlafräume Bezug genommen.

5. PROGNOSE

Im Rahmen einer Beweissicherung wurde der vorhandene Schwingungsimmissionsstatus erfasst (s. Bericht Teil 2). Dieser Schwingungsimmissionsstatus ist Ausgangspunkt für die weitere Prognose.



**Bild 1:** Prognosemodell

Aus dem nach Bild 1 ermittelten Schwingschnelle- und dem Schalldruckpegel am Immissionsort werden dann die für die Beurteilung maßgebenden Immissionsgrößen ermittelt.

**Erschütterungsimmissionen**

$$KB_{F,P} = 10^{0,05 \cdot [L_{v,P} - L_{v,M}]} \cdot KB_{F,M} \quad (6)$$

$KB_{F,P}$  : prognostizierte Bewertete Schwingstärke  
(gesuchte Größe)

$KB_{F,M}$  : gemessene Bewertete Schwingstärke  
(Beweissicherungsmessung)

$L_{v,P}$  : linearer Summenpegel des prognostizierten Schwingschnelle-  
spektrums für den Frequenzbereich  $f_T = 5-80$  Hz  
(aus Prognose Körperschall)

$L_{v,M}$  : linearer Summenpegel des gemessenen Schwingschnelle-  
spektrums für den Frequenzbereich  $f_T = 5-80$  Hz  
(Beweissicherungsmessung)

Für die Berechnung der **Erschütterungsimmissionen** wird neben dem gemessenen bzw. prognostizierten Schwingschnelle-Summenpegel der dem Messbericht zu entnehmende **Taktmaximal-Effektivwert** ( $KB_{FTm}$ ) verwendet. Der Taktmaximal-Effektivwert entspricht dem quadratischen Mittelwert aller Einzelwerte der erfassten bewerteten Schwingstärken  $KB_{FTi}$ . Damit ergibt sich der Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke ( $KB_{FTm}$ ) als Prognosewert. Aus  $KB_{FTm}$  wird entsprechend Abschn. 4.1 unter Berücksichtigung der Fahrplansituation die Beurteilungs-Schwingstärke errechnet. Die maximale bewertete Schwingstärke ergibt sich zu:

$$KB_{Fmax} \approx 1,5 \cdot KB_{FTm} \quad (7)$$

**Körperschallimmissionen**

$$L_{pAm} = 10 \lg \sum_{i=f_{Tu}}^{f_{To}} 10^{0,1(L_{pm,T} + K_A)} \text{ dB(A)} \quad (8)$$

$f_{Tu}, f_{To}$ : untere bzw. obere Terzmittenfrequenz des maßgebenden  
Frequenzbereiches  $f_{Tu} = 5$  Hz bis  $f_{To} = 250$  Hz

$L_{pm,T}$ : Schalldruckpegel bei der entsprechenden Terzmittenfrequenz

$K_A$ : A-Bewertung entsprechend DIN 45634

Der Anlage-Nr. 2 sind die Ergebnisse der Immissionsprognose zu entnehmen. In Tabelle 3 sind die für die weitere Beurteilung relevanten Kennwerte zusammengefasst.

| Gebäude                               | Zunahme<br>KB <sub>F</sub> [%] | KB <sub>FTr</sub> |       | Zunahme<br>L <sub>pAm</sub> [dB(A)] | L <sub>pAm</sub><br>[dB(A)] |
|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------|-------------------------------------|-----------------------------|
|                                       |                                | Tag               | Nacht |                                     |                             |
| Hans-Böckler-Str. 44<br>(Mi-Gebiet)   | 241                            | 0,04              | 0,03  | 6,7                                 | 60                          |
| Düsseldorfer Straße 69<br>(WA-Gebiet) | 148                            | 0,12              | 0,06  | 3,1                                 | 46                          |

KB<sub>F</sub>: bewertete Schwingstärke nach DIN 4150-2

KB<sub>FTr</sub>: Beurteilungs-Schwingstärke nach DIN 4150-2

L<sub>pAm</sub>: mittlerer Maximalpegel des Körperschall-Schalldruckpegels (Sekundärluftschall)

**Tabelle 3:** Zusammenfassung Prognoseergebnisse (Maximalwerte)

Den Anlagen-Nr. 2.4 - 2.4 sind auszugsweise Prognoseberechnungen zu entnehmen.

## 6

### BEURTEILUNG

Den Ergebnissen der durchgeführten Immissionsprognose ist zu entnehmen, dass durch den Gleisumbau die **Erschütterungsimmissionen** deutlich zunehmen werden. Die maximalen Zunahmen liegen über der Zumutbarkeitsschwelle von 25 % (s. Abschn. 4.1). Zudem werden die 1,5-fachen Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 4150-2 für das Wohngebiet am Gebäude Düsseldorfer Straße 69 zur Tagzeit überschritten. Insofern sind Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen erforderlich. Am Gebäude Hans-Böckler-Straße 44 werden die Anhaltswerte für das Wohn- und Mischgebiet eingehalten.

Den Ergebnissen der durchgeführten Immissionsprognose ist zu entnehmen, dass durch den Gleisumbau auch die Körperschallimmissionen zunehmen werden. Die maximale Zunahme am Gebäude Düsseldorfer Straße 69 liegt bei 3,1 dB(A) und liegt damit über dem Orientierungswert von 3 dB(A) (s. Abschn. 4.2). Am Gebäude Hans-Böckler-Straße 44 ist mit einer Zunahme größer 3 dB(A) zu rechnen. Der Orientierungswert von 40 dB(A) für Schlafräume und der Orientierungswert von 45 dB(A) für Wohnräume wird an beiden Messorten überschritten. Insofern sind Maßnahmen zur Reduzierung der Körperschallimmissionen erforderlich.

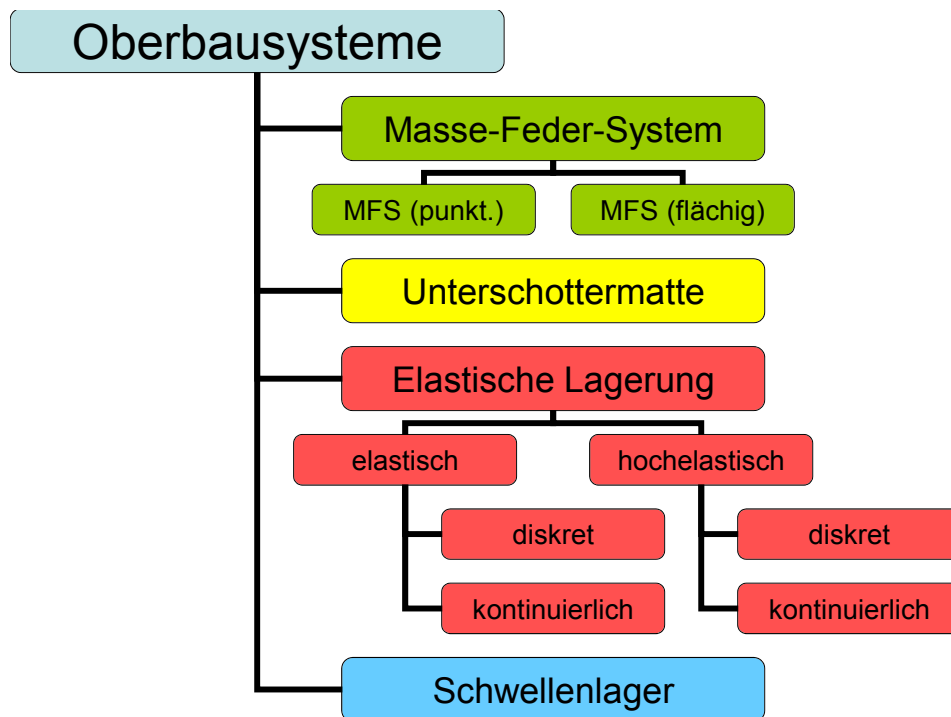
Vorhergehend wurden die Messorte betrachtet, die sich im Bereich heranrückender oder neuer Weichenanlagen befinden. Hier sind Maßnahmen zur Minderung der Schwingungs- immissionen der Weichenanlagen erforderlich. Für die anderen Gleisabschnitte gilt, dass durch die Veränderung des Oberbaus eine Zunahme der Körperschallimmissionen um 3 dB(A) zu erwarten ist. Es kann davon ausgegangen werden, dass teilweise der Orientie-

rungswert von 40 dB(A) überschritten wird. Insofern sind Maßnahmen zur Reduzierung der Körperschallimmissionen im Bereich Düsseldorf Straße und Düsseldorf Platz erforderlich.

7

## MAßNAHMEN

Entsprechend DIN 45673-Mechanische Schwingungen – Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – Teil 1: Begriffe, Klassifizierungen, Prüfverfahren – von August 2010, sind die in Bild 1 aufgelisteten Oberbausysteme grundsätzlich geeignet, die Schwingungsemissionen eines Schienenweges zu mindern.



**Bild 2:** Übersicht elastische Oberbauformen

Für den Bereich Gebäude Hans-Böckler-Straße 44 gilt, dass ein Rillenschienenoberbau erforderlich ist. Zur Minderung der Schwingungsemissionen der Weichenanlage eignen sich Masse-Feder-Systeme oder eine elastische Weichenlagerung. Im Hinblick auf die hohen Erschütterungsimmissionen ist die Anordnung einer elastischen Lagerung nicht ausreichend. Insofern empfehlen wir hier ein flächig gelagertes Masse-Feder-System anzuordnen, welches den Bereich aller Weichenanlagen abdeckt. (Anlage-Nr. 3.1). Die

Abstimmfrequenz des Systems ist entsprechend DIN 45673- Mechanische Schwingungen, Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – Teil 7: Labor-Prüfverfahren für elastische Elemente von Masse-Feder-Systemen – mit  $f_{Ab} = 18-21$  Hz festzulegen. Das System benötigt zudem eine ausreichende Steifigkeit der Unterkonstruktion unterhalb der Elastomermatte.

Für den Bereich Gebäude Düsseldorf Straße 69 gilt, dass ebenfalls ein Rillenschienenoberbau vorgesehen ist. Das flächig gelagerte Masse-Feder-System ist hier entsprechend DIN 45673-7 auf einer Abstimmfrequenz von  $f_{Ab} = 18-21$  Hz auszulegen. Es ist wiederum eine ausreichend steife Unterkonstruktion erforderlich. Der Schutzbereich ist in Anlage-Nr. 3.2 dargestellt.

In dem übrigen Bereich ist im Hinblick auf die zu erwartende Zunahme der Körperschallimmissionen eine elastische Rillenschienenlagerung entsprechend DIN 45673 – Mechanische Schwingungen, Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenfahrwegen – Teil 8: Labor-Prüfverfahren für kontinuierliche elastische Schienenlagerungen – einzusetzen.

## 8 ANLAGEN

Anlagen 1.1 + 1.2: Ergebnisse Immissionsprognose

Anlagen 2.1 – 2.4: Rechnerausdrucke der Prognoseberechnung (auszugsweise)

Anlagen 3.1 + 3.2: Schutzbereiche

Bearbeitung: Dipl.-Ing. U. Lenz

Essen, 23.04.2013

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



|  |                                                                   |                                |                                             |                   |
|--|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|
|  | AUFTRAGGEBER:<br>RHEINBAHN AG<br>HANSAALLEE 1<br>40549 DÜSSELDORF | AUFTRAG-NR.:<br>S 01.1119.13/3 | Modernisierung Umsteigepunkt Ratingen-Mitte | ANLAGE-NR.<br>1.1 |
|  |                                                                   |                                | ERGEBNISSE DER IMMISSIONSPROGNOSE           |                   |

## ERGEBNISSE

## NF8U

|                                                 |       |        |                  |      |          |                       | Anzahl der Fahrten |                    |         |         |          |
|-------------------------------------------------|-------|--------|------------------|------|----------|-----------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|----------|
|                                                 |       |        |                  |      |          |                       | Tag:               | 76                 | 8       |         |          |
|                                                 |       |        |                  |      |          |                       | Nacht:             | 10                 | 2       |         |          |
|                                                 |       |        | Messung          |      | Prognose |                       |                    |                    |         |         |          |
|                                                 |       |        | KBFTm            | LpA  | KBFTm    | KBFTmax               | KBFT <sub>Tr</sub> | KBFT <sub>Tr</sub> | LpA     | ΔLpA *  | ΔKBFTm** |
|                                                 |       |        | [dB(A)]          |      |          |                       |                    |                    |         |         |          |
| MO1                                             |       |        |                  |      |          |                       | Tag                | Nacht              | [dB(A)] | [dB(A)] | %        |
| Hans-Böckler-Straße 44                          | MP2.1 | Gleis1 | 0.068            | -    | 0.182    | 0.273                 | 0.04               | 0.02               | -       | -       | 167.3    |
|                                                 | MP2.1 | Gleis2 | 0.043            | -    | 0.134    | 0.201                 | 0.01               | 0.01               | -       | -       | 211.5    |
|                                                 |       |        | beide Richtungen |      |          |                       | 0.04               | 0.02               |         |         |          |
| Hans-Böckler-Straße 44                          | MP2.2 | Gleis1 | 0.067            | 53.9 | 0.193    | 0.289                 | 0.04               | 0.02               | 59.8    | 5.9     | 187.5    |
|                                                 | MP2.2 | Gleis2 | 0.042            | 44.3 | 0.143    | 0.215                 | 0.01               | 0.01               | 51.0    | 6.7     | 241.4    |
|                                                 |       |        | beide Richtungen |      |          |                       | 0.04               | 0.02               |         |         |          |
| Hans-Böckler-Straße 44                          | MP3.1 | Gleis1 | 0.079            | -    | 0.153    | 0.230                 | 0.03               | 0.02               | -       | -       | 94.1     |
|                                                 | MP3.1 | Gleis2 | 0.061            | -    | 0.128    | 0.192                 | 0.01               | 0.01               | -       | -       | 109.3    |
|                                                 |       |        | beide Richtungen |      |          |                       | 0.03               | 0.02               |         |         |          |
| Hans-Böckler-Straße 44                          | MP3.2 | Gleis1 | 0.195            | 46.0 | 0.252    | 0.378                 | 0.01               | 0.03               | 51.5    | 5.5     | 29.3     |
|                                                 | MP3.2 | Gleis2 | 0.098            | 36.7 | 0.140    | 0.211                 | 0.01               | 0.01               | 43.4    | 6.7     | 43.3     |
|                                                 |       |        | beide Richtungen |      |          |                       | 0.01               | 0.03               |         |         |          |
| Maximalwert                                     |       |        |                  |      |          |                       |                    |                    |         |         |          |
| t                                               |       |        | 0.195            | 53.9 | 0.252    | 0.378                 | 0.04               | 0.03               | 59.8    | 6.7     | 241.4    |
| * Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher" |       |        |                  |      |          | ** Zunahme KBFTM in % |                    |                    |         |         |          |

|  |                                                                   |                                |                                             |                   |  |
|--|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|--|
|  | AUFTRAGGEBER:<br>RHEINBAHN AG<br>HANSAALLEE 1<br>40549 DÜSSELDORF | AUFTRAG-NR.:<br>S 01.1119.13/3 | Modernisierung Umsteigepunkt Ratingen-Mitte | ANLAGE-NR.<br>1.2 |  |
|  |                                                                   |                                | ERGEBNISSE DER IMMISSIONSPROGNOSE           |                   |  |

## ERGEBNISSE

## NF8U

|  |  |  | Messung |     | Prognose |        | Anzahl der Fahrten |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|--|--|--|---------|-----|----------|--------|--------------------|-------|--------|-------|-----|--------|----------|--|--|--|
|  |  |  | KBFTm   | LpA | KBFTm    | KBFmax | KBFTm              | KBFTm | Tag:   | 84    | 84  |        |          |  |  |  |
|  |  |  | [dB(A)] |     |          |        |                    |       | Nacht: | 12    | 12  |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       | Tag    | Nacht | LpA | ΔLpA * | ΔKBFTm** |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |
|  |  |  |         |     |          |        |                    |       |        |       |     |        |          |  |  |  |

|                                                                   |                                |                                                |                    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|
| AUFTRAGGEBER:<br>Rheinbahn AG<br>Hansaallee 1<br>40549 Düsseldorf | AUFTRAG-NR.:<br>S 01.1119.13/3 | Modernisierung Umsteigepunkt<br>Ratingen-Mitte | ANLAGE-NR.:<br>2.1 |
|                                                                   |                                | PROGNOSEBERECHNUNG                             |                    |

|                                             |             |                 |                            |          |      |          |
|---------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------------|----------|------|----------|
| <b>Hans-<br/>Böckler-<br/>Straße<br/>44</b> |             |                 |                            |          |      |          |
|                                             | MO1<br>NF8U | MP2.2           | Fahrtrichtung Gleis<br>: 1 |          |      |          |
|                                             | $L_{VM}$    | $\Delta L_{VE}$ | $\Delta L_{VO}$            | $L_{VI}$ | U    | $L_{pA}$ |
| 5                                           | 45.0        | 1.4             | 0.0                        | 46.4     | 21.3 | 0.0      |
| 6.3                                         | 43.7        | 1.4             | 0.0                        | 45.1     | 25.1 | 0.0      |
| 8                                           | 46.8        | 2.1             | 0.0                        | 48.9     | 20.8 | 0.0      |
| 10                                          | 55.6        | 2.3             | 0.0                        | 57.9     | 15.9 | 3.4      |
| 12.5                                        | 55.2        | 2.6             | -1.0                       | 56.7     | 5.5  | 0.0      |
| 16                                          | 56.6        | 2.9             | -1.0                       | 58.5     | 5.4  | 7.2      |
| 20                                          | 59.9        | 3.3             | 7.0                        | 70.2     | -0.6 | 19.1     |
| 25                                          | 53.3        | 3.8             | 9.0                        | 66.1     | -5.4 | 16.0     |
| 31.5                                        | 45.8        | 4.4             | 13.0                       | 63.2     | 0.9  | 24.7     |
| 40                                          | 47.4        | 5.2             | 11.0                       | 63.6     | -3.6 | 25.4     |
| 50                                          | 42.5        | 6.2             | 3.0                        | 51.7     | 5.8  | 27.3     |
| 63                                          | 43.6        | 2.3             | 9.0                        | 54.9     | 2.8  | 31.6     |
| 80                                          | 39.6        | 2.5             | 6.0                        | 48.1     | 18.5 | 44.1     |
| 100                                         | 35.9        | 2.8             | 6.0                        | 44.7     | 15.1 | 40.6     |
| 125                                         | 40.9        | 3.2             | 3.0                        | 47.0     | 12.7 | 43.7     |
| 160                                         | 37.0        | 3.7             | 2.0                        | 42.6     | 19.1 | 48.4     |
| 200                                         | 26.0        | 4.2             | 1.0                        | 31.2     | 31.9 | 52.2     |
| 250                                         | 23.9        | 5.0             | 1.0                        | 29.8     | 36.9 | 58.1     |

$L_{VM}$  : Messwerte Gebäudedecke

$\Delta L_{VE}$  : Einfluss Abstand

$\Delta L_{VO}$  : Einfluss Oberbau (Weiche)

$L_{VI}$  : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

$L_{pA}$  : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.289$

$KB_{FTm} = 0.193$

$KB_{FTr,Tag} \quad 0.04$   
 $KB_{FTr,Nacht} \quad 0.02 \quad L_{pA} \quad 59.8 \quad dB(A)$

|                                                                   |                                |                                                |                    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|
| AUFTRAGGEBER:<br>Rheinbahn AG<br>Hansaallee 1<br>40549 Düsseldorf | AUFTRAG-NR.:<br>S 01.1119.13/3 | Modernisierung Umsteigepunkt<br>Ratingen-Mitte | ANLAGE-NR.:<br>2.2 |
|                                                                   |                                | PROGNOSEBERECHNUNG                             |                    |

**Hans-  
Böckler-  
Straße  
44**

|      | MO1<br>NF8U | MP3.2           | Fahrtrichtung Gleis<br>: 1 |          |      |          |
|------|-------------|-----------------|----------------------------|----------|------|----------|
|      | $L_{vM}$    | $\Delta L_{vE}$ | $\Delta L_{vO}$            | $L_{vI}$ | U    | $L_{pA}$ |
| 5    | 45.8        | 1.4             | 0.0                        | 47.2     | 13.7 | 0.0      |
| 6.3  | 50.2        | 1.4             | 0.0                        | 51.7     | 6.9  | 0.0      |
| 8    | 54.1        | 2.1             | 0.0                        | 56.2     | 10.3 | 0.0      |
| 10   | 63.7        | 2.3             | 0.0                        | 66.1     | 8.2  | 3.9      |
| 12.5 | 71.5        | 2.6             | -1.0                       | 73.1     | -6.3 | 3.3      |
| 16   | 63.8        | 2.9             | -1.0                       | 65.7     | 2.7  | 11.7     |
| 20   | 52.5        | 3.3             | 7.0                        | 62.8     | 0.0  | 12.4     |
| 25   | 43.0        | 3.8             | 9.0                        | 55.8     | 1.2  | 12.3     |
| 31.5 | 41.8        | 4.4             | 13.0                       | 59.2     | 0.6  | 20.4     |
| 40   | 41.9        | 5.2             | 11.0                       | 58.1     | 1.3  | 24.8     |
| 50   | 38.6        | 6.2             | 3.0                        | 47.7     | 1.0  | 18.5     |
| 63   | 37.4        | 2.3             | 9.0                        | 48.7     | 7.0  | 29.5     |
| 80   | 31.8        | 2.5             | 6.0                        | 40.3     | 15.7 | 33.5     |
| 100  | 30.9        | 2.8             | 6.0                        | 39.8     | 15.0 | 35.6     |
| 125  | 30.1        | 3.2             | 3.0                        | 36.2     | 12.3 | 32.4     |
| 160  | 29.5        | 3.7             | 2.0                        | 35.2     | 16.6 | 38.4     |
| 200  | 29.1        | 4.2             | 1.0                        | 34.3     | 26.6 | 50.0     |
| 250  | 28.8        | 5.0             | 1.0                        | 34.8     | 17.8 | 44.0     |

$L_{vM}$  : Messwerte Gebäudedecke

$\Delta L_{vE}$  : Einfluss Abstand

$\Delta L_{vO}$  : Einfluss Oberbau (Weiche)

$L_{vI}$  : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

$L_{pA}$  : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.378$

$KB_{FTm} = 0.252$

$KB_{FTr,Tag} \quad 0.05$   
 $KB_{FTr,Nacht} \quad 0.03 \quad L_{pA} \quad 51.5 \quad dB(A)$

AUFTRAGGEBER:  
Rheinbahn AG  
Hansaallee 1  
40549 Düsseldorf

AUFTRAG-NR.:  
S 01.1119.13/3

Modernisierung Umsteigepunkt  
Ratingen-Mitte

ANLAGE-NR.:  
2.3

PROGNOSEBERECHNUNG

**Düsseldorfer  
Straße 69**

Fahrtrichtung  
: Ri II

|      | MO2<br>NF8U | MP2.2           |                 |          |      |          |
|------|-------------|-----------------|-----------------|----------|------|----------|
|      | $L_{vM}$    | $\Delta L_{vE}$ | $\Delta L_{vO}$ | $L_{vI}$ | U    | $L_{pA}$ |
| 5    | 23.8        | -0.7            | 0.0             | 23.0     | 27.3 | 0.0      |
| 6.3  | 31.4        | -0.8            | 0.0             | 30.7     | 21.2 | 0.0      |
| 8    | 46.8        | -0.9            | 0.0             | 45.9     | 14.7 | 0.0      |
| 10   | 52.7        | -0.9            | 0.0             | 51.8     | 12.0 | 0.0      |
| 12.5 | 52.9        | -1.0            | -1.0            | 50.9     | 2.7  | 0.0      |
| 16   | 46.8        | -1.0            | -1.0            | 44.7     | 4.7  | 0.0      |
| 20   | 48.2        | -1.1            | 7.0             | 54.1     | 10.2 | 13.8     |
| 25   | 50.7        | -1.2            | 9.0             | 58.5     | 10.0 | 23.8     |
| 31.5 | 54.0        | -1.3            | 13.0            | 65.7     | 4.6  | 30.9     |
| 40   | 48.3        | -1.4            | 11.0            | 57.9     | -2.7 | 20.6     |
| 50   | 51.1        | -1.6            | 3.0             | 52.5     | 5.5  | 27.8     |
| 63   | 53.3        | -1.8            | 9.0             | 60.5     | 9.2  | 43.5     |
| 80   | 43.5        | -2.1            | 6.0             | 47.4     | 4.5  | 29.4     |
| 100  | 39.3        | -2.5            | 6.0             | 42.8     | 12.9 | 36.6     |
| 125  | 41.9        | -2.9            | 3.0             | 42.0     | 14.8 | 40.7     |
| 160  | 31.9        | -2.6            | 2.0             | 31.3     | 12.4 | 30.3     |
| 200  | 25.6        | -2.3            | 1.0             | 24.3     | 12.4 | 25.8     |
| 250  | 23.3        | -2.0            | 1.0             | 22.3     | 13.5 | 27.2     |

$L_{vM}$  : Messwerte Gebäudedecke

$\Delta L_{vE}$  : Einfluss Abstand

$\Delta L_{vO}$  : Einfluss Oberbau (Weiche)

$L_{vI}$  : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

$L_{pA}$  : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.151$

$KB_{FTm} = 0.100$

$KB_{FTr,Tag} \quad 0.02$   
 $KB_{FTr,Nacht} \quad 0.01 \quad L_{pA} \quad 46.4 \quad dB(A)$

AUFTRAGGEBER:  
Rheinbahn AG  
Hansaallee 1  
40549 Düsseldorf

AUFTRAG-NR.:  
S 01.1119.13/3

Modernisierung Umsteigepunkt  
Ratingen-Mitte

ANLAGE-NR.:  
2.4

PROGNOSEBERECHNUNG

**Düsseldorfer  
Straße 69**

Fahrtrichtung  
: Ri II

|      | MO2<br>NF8U |                 | MP3.2           |          |      |          |
|------|-------------|-----------------|-----------------|----------|------|----------|
|      | $L_{VM}$    | $\Delta L_{VE}$ | $\Delta L_{VO}$ | $L_{VI}$ | U    | $L_{pA}$ |
| 5    | 23.7        | -0.7            | 0.0             | 23.0     | 35.4 | 0.0      |
| 6.3  | 32.2        | -0.8            | 0.0             | 31.4     | 16.6 | 0.0      |
| 8    | 47.1        | -0.9            | 0.0             | 46.2     | 7.7  | 0.0      |
| 10   | 53.8        | -0.9            | 0.0             | 52.9     | -1.5 | 0.0      |
| 12.5 | 51.1        | -1.0            | -1.0            | 49.1     | 2.1  | 0.0      |
| 16   | 46.5        | -1.0            | -1.0            | 44.5     | 10.3 | 0.0      |
| 20   | 49.8        | -1.1            | 7.0             | 55.7     | 9.5  | 14.7     |
| 25   | 48.3        | -1.2            | 9.0             | 56.1     | 1.6  | 13.0     |
| 31.5 | 41.5        | -1.3            | 13.0            | 53.2     | 1.7  | 15.6     |
| 40   | 32.7        | -1.4            | 11.0            | 42.3     | 13.8 | 21.4     |
| 50   | 34.9        | -1.6            | 3.0             | 36.3     | 15.9 | 22.0     |
| 63   | 40.3        | -1.8            | 9.0             | 47.4     | 10.0 | 31.3     |
| 80   | 35.1        | -2.1            | 6.0             | 39.0     | 13.2 | 29.7     |
| 100  | 44.1        | -2.5            | 6.0             | 47.6     | 1.7  | 30.2     |
| 125  | 40.3        | -2.9            | 3.0             | 40.4     | 9.7  | 34.1     |
| 160  | 27.7        | -2.6            | 2.0             | 27.1     | 9.6  | 23.4     |
| 200  | 18.4        | -2.3            | 1.0             | 17.2     | 14.6 | 20.9     |
| 250  | 17.2        | -2.0            | 1.0             | 16.2     | 16.8 | 24.4     |

$L_{VM}$  : Messwerte Gebäudedecke

$\Delta L_{VE}$  : Einfluss Abstand

$\Delta L_{VO}$  : Einfluss Oberbau (Weiche)

$L_{VI}$  : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

$L_{pA}$  : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.068$

$KB_{FTm} = 0.045$

$KB_{FTr,Tag} \quad 0.01$   
 $KB_{FTr,Nacht} \quad 0.01 \quad L_{pA} \quad 38.4 \quad dB(A)$

AUFTRAGGEBER:  
RHEINBAHN AG  
HANSAALLEE 1  
40549 DÜSSELDORF

AUFTRAG-NR.:  
S 01.1119.13/3

Modernisierung Umsteigepunkt Ratingen-Mitte

SCHUTZBEREICHE

ANLAGE-NR.  
3.1

### Hans-Böckler-Straße 44



AUFTRAGGEBER:  
RHEINBAHN AG  
HANSAALLEE 1  
40549 DÜSSELDORF

AUFTRAG-NR.:  
S 01.1119.13/3

Modernisierung Umsteigepunkt Ratingen-Mitte

SCHUTZBEREICHE

ANLAGE-NR.  
3.2

### Düsseldorfer Straße 69

