

I.B.U.

INGENIEURBÜRO

für Schwingungs-, Schall- und
Schienenverkehrstechnik GmbH

engineers for vibration, noise
and railway technology

Dipl.-Ing. Udo Lenz

Sitz: Essen (HRB 23825)

Ladenspelderstraße 61
45147 Essen

Tel. 0201 87445 0

Fax 0201 87445 45

E-Mail office@ibugmbh.com
www.ibugmbh.com

Auftraggeber: moBiel GmbH
Otto-Brenner-Str. 242
33604 Bielefeld

Objekt: Umbaumaßnahme Haltstellen
Hauptstraße in Brackwede

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

Auftrag Nr.: S 09.1587.16/3

Datum: 11.09.2017

Umfang: 19 Textseiten
34 Anlagen

INHALT

1	AUFGABENSTELLUNG	S.	3
2	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	S.	3
2.1	Pläne	S.	3
2.2	Gleisoberbau	S.	3
2.3	Fahrzeuge	S.	4
2.4	Fahrplansituation	S.	4
2.5	Geplante Änderung	S.	4
2.6	Gebietsausweisung	S.	5
2.7	Gebäudestruktur	S.	5
3	IMMISSIONSKENNWERTE	S.	5
3.1	Erschütterungen	S.	5
3.2	Körperschall	S.	5
4	BEURTEILUNGSKRITERIEN	S.	6
4.1	Vorbemerkung	S.	6
4.2	Erschütterungseinwirkungen auf Menschen	S.	6
4.3	Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude	S.	8
4.4	Körperschalleinwirkungen auf Menschen	S.	8
5	PROGNOSEVERFAHREN	S.	11
6	PROGNOSEBERECHNUNG	S.	15
7	BEURTEILUNG	S.	16
8	MASSNAHMEN	S.	17
9	ANLAGEN	S.	18

1 AUFGABENSTELLUNG

Die moBiel GmbH plant den Umbau der Haltestellen in der Hauptstraße in Bielefeld-Brackwede.

In diesem Zusammenhang werden die Gleisanlagen in Teilbereichen in ihrer Lage verändert. Dies beeinflusst die von der Stadtbahn ausgehenden Schwingungs- und Schallemissionen. Im Rahmen des anstehenden Genehmigungsverfahrens sind entsprechend den rechtlichen Regelungen eine Schalltechnische Untersuchung sowie eine ergänzende Schwingungstechnische Untersuchung durchzuführen. Der vorliegende Teil 3 der Gesamtbearbeitung beschäftigt sich mit den Schwingungsimmissionen des zukünftigen Stadtbahnbetriebes.

Der Gesamtbericht besteht noch aus folgenden zwei weiteren Teilen:

Teil 1: Prognose der Schallimmissionen

Teil 2: Beweissicherungsmessung

2 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

2.1 Pläne

Für die Bearbeitung werden folgende als pdf-File vorgelegten Pläne herangezogen

- Detaillageplan im Maßstab 1:250 von September 2016 (Hauptstraße Blatt 1.pdf)
- Detaillageplan im Maßstab 1:250 von September 2016 (Hauptstraße Blatt 6.pdf)
- Lageplan der Gesamtstrecke (Hauptstraße Brackwede.pdf)
- Lageplan Haltestellen im Maßstab 1:500 (Hauptstraße Teil 1.pdf)
- Lageplan Haltestellen im Maßstab 1:500 (Hauptstraße Teil 2.pdf)
- Querschnitte (20161021 HSV Querschnitte.pdf)

Weiterhin wurden die Erkenntnisse der Ortsbesichtigung vom 29.11.2016 berücksichtigt.

2.2 Gleisoberbau

Derzeit ist in dem für den Umbau vorgesehenen Streckenabschnitt folgender Oberbau vorhanden:

- Rillenschienenoberbau, vermutlich als Stopfbau

Es handelt sich hierbei um einen geschlossenen Oberbau mit Asphalt- sowie Pflastereindeckung

Geplant ist der Einbau folgender Oberbauform:

- Rillenschienenoberbau auf steifer Unterkonstruktion.

Es handelt sich wiederum um eine geschlossene Oberbauform mit Asphalteindeckung.

In Bereichen in denen die prognostizierten Schwingungsimmissionen zu hoch sind, sind elastische Oberbauvarianten entsprechend DIN 45673-Mechanische Schwingungen-Elastische Elemente des Oberbaus von Schienenverkehrswegen – Teil 1: Begriffe, Klassifizierung, Prüfverfahren-von August 2010 vorzusehen.

2.3 Fahrzeuge

Auf der Strecke werden die bei der moBiel GmbH vorhandenen Stadtbahnfahrzeuge verkehren.

2.4 Fahrplansituation

Der Streckenabschnitt wird von den Stadtbahnlinien befahren. Die Anzahl der Fahrten ergibt sich zu:

tags (06:00 – 22:00 Uhr):	96 Fahrten je Richtung
Nachts (22:00 – 06:00 Uhr):	15 Fahrten je Richtung

2.5 Geplante Änderung

Die Planung sieht die Anordnung von barrierefreien Haltestellen vor. Da von der moBiel GmbH Hochflurfahrzeuge betrieben werden, ist die Anordnung von Hochbahnsteigen erforderlich. Diese werden in Mittellage vorgesehen, so dass ein Verziehen der Gleisachsen notwendig wird. Die Gleise rücken teilweise näher an die Gebäude heran. Im Bereich der Straßenkreuzung Hauptstraße/Im Hexenbrink/Gaswerkstraße wird der Gleiswechsel neu platziert. Ebenso werden die Weichen zum Kehrgleis Jenaer Straße neu angeordnet.

2.6 Gebietsausweisung

Für die die Hauptstraße umgebende Bebauung liegen verschiedene Bebauungspläne vor. Insgesamt gesehen befindet sich die relevante Bebauung in reinen und allgemeinen Wohngebieten sowie in Misch- und Kerngebieten.

2.7 Gebäudestruktur

Aus der während der Ortsbesichtigung erstellten Fotodokumentation kann abgelesen werden, dass die direkt angrenzende Wohnbebauung vielfältig ist. Die Gebäudestruktur wurde in den messtechnisch untersuchten Gebäuden 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 $\dot{v}(t)$ 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 $KB_{F_{max}}$ bzw. die Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{F_{Tr}}$ 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/m² (Sekundärluftschall). Im Hinblick auf die Beurteilung der Körperschallimmissionen ist der Schallwechseldruck relevant. Es ergibt sich analog der Definition des Luftschallpegels der Sekundärluftschall in logarithmischer Form wie folgt:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \text{ (dB)} \quad \text{mit } p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N / m}^2 \text{: Bezugsschalldruck}$$

Die Schalldruckpegel des Sekundärluftschalls werden als hörbarer Luftschall dem frequenzabhängigen menschlichen Hörvermögen mit der so genannten A-Bewertung nach DIN 45633 angepasst und als A-bewerteter Summenschallpegel für die weitere Beurteilung dargestellt.

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 Erschütterungseinwirkungen auf Menschen

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. Allgemein wird eine Zunahme der Erschütterungsimmissionen von Schienenwegen bei der Beurteilungs-Schwingstärke um bis zu 25 % durch Umbauplanungen als zulässig angesehen. Insofern kann eine Beurteilung wie folgt erfolgen:

$$\Delta KB_{FT} \geq 25 \%$$

→ Schutzmaßnahme erforderlich.

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

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, Dezember 2016 – 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:

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

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

$$KB_{F_{Tr}} = \sqrt{\frac{1}{N_r} \sum_{i=1}^g N_{ei} \cdot KB_{F_{Tm,i}}^2}$$

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 Erschütterungseinwirkungszeit einer Vorbeifahrt kleiner als 30 Sekunden ist).

g : Anzahl der Gleise

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

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

4.3 Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude

Erschütterungseinwirkungen von Schienenverkehrswegen auf Gebäude werden üblicherweise anhand der DIN 4150, Teil 3, Dezember 2016 – Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen – beurteilt. Die dort genannten Anhaltswerte liegen deutlich über den für die Einwirkung auf Menschen festgelegten zulässigen Erschütterungen. Insofern ist davon auszugehen, dass bei Einhaltung der vorgenannten Beurteilungskriterien nach DIN 4150-2 keine schädlichen Erschütterungsimmissionen aus dem Straßenbahnverkehr auf die Gebäude einwirken.

4.4 Körperschalleinwirkungen auf Menschen

Derzeit sind schon Gleise im Bereich des für den Umbau vorgesehenen Streckenabschnittes vorhanden. Es treten also jetzt schon nachweisbare Körperschallimmissionen in der vorhande-

nen Bebauung auf. Allgemein wird eine Zunahme der Erschütterungsimmissionen von Schienenwegen beim Sekundärluftschall um 3 dB(A) durch Umbauplanungen als zulässig angesehen. Insofern kann eine Beurteilung 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 Kriterium zur Beurteilung der absoluten Höhe der Körperschallpegel existiert in der 16. BImSchV nicht.

Der 7. Senat des Bundesverwaltungsgerichts hat zu einer Eisenbahnplanung (BVerwG 7 A 14.09) u.a. folgende Festlegungen zur Beurteilung der Körperschallimmissionen (Sekundärluftschall) 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 Hinzurechnung 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 (Dauergeräuschpegel) in Schlafräumen zulässig. Inzwischen hat der Gesetzgeber den Schienenbonus für Eisenbahnplanungen abgeschafft. Insofern wäre im Sinne des Urteils des Bundesverwaltungsgerichts immer noch ein Beurteilungspegel in Höhe von 30 dB(A) für Schlafräume zulässig. Bei diesen für Eisenbahnen entstandenem Urteil bleibt unberücksichtigt, dass bei Stadt- und Straßenbahnen deutlich geringere Einwirkzeiten für Körperschallimmissionen auftreten. Der Unterschied zwischen Maximalpegel und Beurteilungspegel steht damit bei Stadt- und Straßenbahnen in einem ungünstigeren Verhältnis als bei Eisenbahnen. Insofern ist es empfehlenswert, eine primäre Beurteilung der Maximalpegel vorzunehmen. Hier können beispielsweise Orientierungswerte zur Beurteilung des Sekundärluftschalls in Anlehnung an zulässige Innenraumpegel nach VDI 2719 definiert werden.

In der VDI-Richtlinie 2719 - Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen -, Ausgabe 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 $\bar{L}_{\max} \text{dB(A)}$
Schlafräume nachts in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten in allen übrigen Gebieten	35 bis 40 40 bis 45
Wohnräume tagsüber in reinen und allgemeinen Wohngebieten, Krankenhaus- und Kurgebieten in allen übrigen Gebieten	40 bis 45 45 bis 50
Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konferenz- und Vortragsräume, Arztpraxen, Operationsräume, Kirchen Aulen Büros für mehrere Personen Großraumbüros, Gaststätten, Schalterräume, Läden	40 bis 50 45 bis 55 50 bis 60

Tabelle 2: Anhaltswerte für zulässige Innenpegel nach VDI 2719

5 PROGNOSEVERFAHREN

Für die Vorausbestimmung der von oberirdischen Stadtbahnstrecken ausgehenden Körperschall- und Erschütterungsimmissionen existiert bis heute kein rein analytisches Verfahren. Die Immissionsprognose kann daher nur auf der Basis von bereits durchgeführten umfangreichen Messungen im Einflussbereich von oberirdischen Stadt- bzw. Straßenbahnen (Datenfundus) oder konkret im Projekt durchgeführten Messungen erfolgen.

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden Schwingungsmessungen in 00 ausgewählten Gebäuden durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Messungen sind Basis für die weitergehende Prognose. Weiterhin sind die Einflüsse, die sich aus den geplanten Änderungen auf die Immissionssituation ergeben, zu berücksichtigen. Die Immissionsprognose erfolgt dann entsprechend Bild 1.

Für die Berechnung der Erschütterungsimmissionen ist entsprechend DIN 4150-2 der Frequenzbereich bis 80 Hz relevant. Aus dem gemessenen Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten Schwingstärke und den gemessenen Schwinggeschwindigkeitspegeln wird die bewertete Schwingstärke der zukünftigen Situation in Form des Taktmaximal-Effektivwertes prognostiziert.

Für die Berechnung der Körperschallimmissionen ist der Frequenzbereich $f_T = 5 - 250$ Hz zu betrachten. Aus dem unbewerteten Schalldruckpegel am Immissionsort wird dann der für die Beurteilung anhand des Orientierungswertes nach VDI 2719 maßgebende A-bewertete Schalldruckpegel in Form des mittleren Maximalpegels ermittelt.

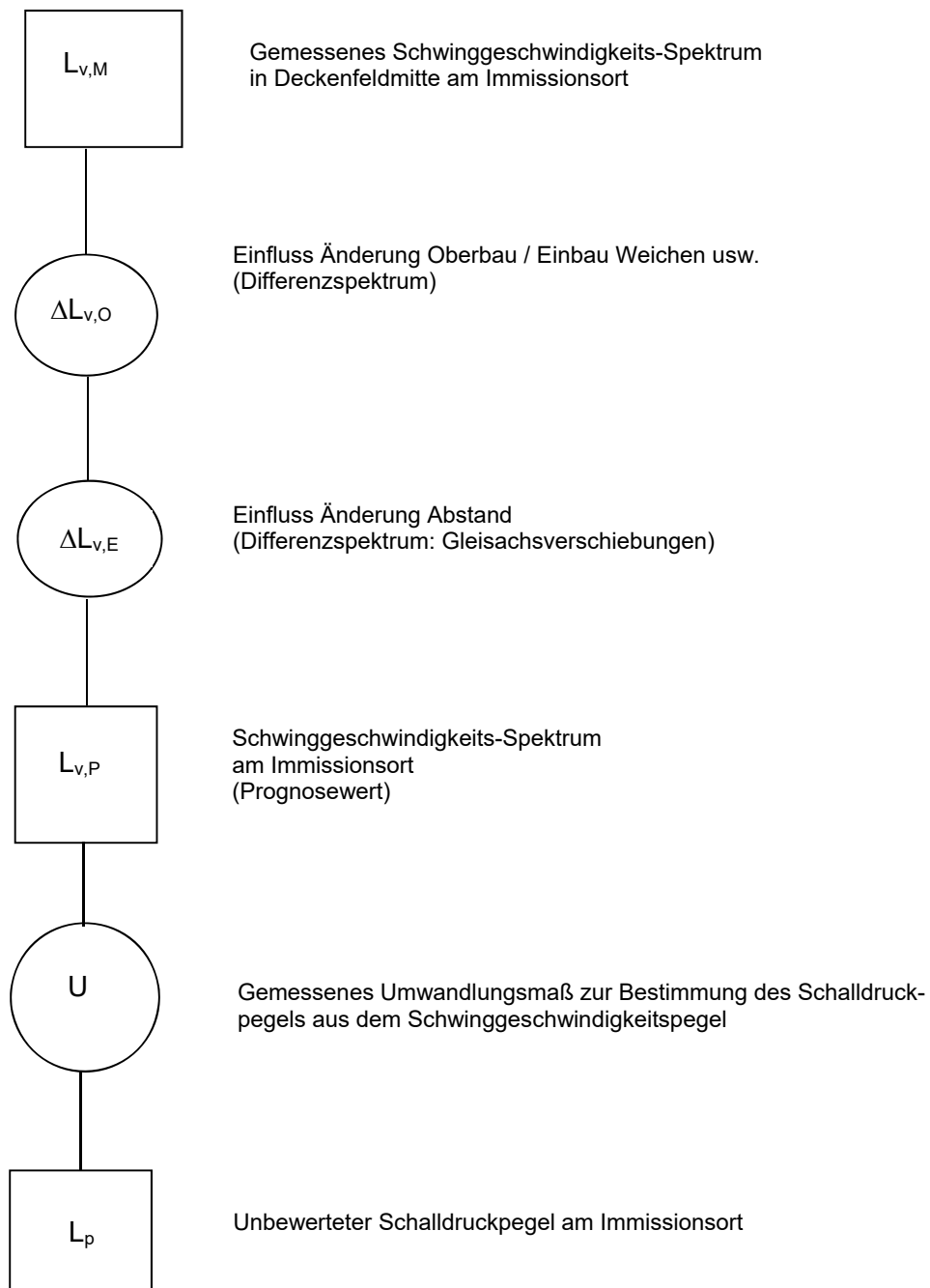


Bild 1: Prognosemodell

Erschütterungsimmissionen

$$KB_{F,P} = 10^{0,05[L_{v,P}-L_{v,M}]} \cdot KB_{F,M} \quad (5)$$

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

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

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

$L_{v,M}$: linearer Summenpegel des gemessenen Schwinggeschwindigkeits-Spektrums für den Frequenzbereich $f_T = 5-80$ Hz
(Messergebnis der Schwingungsmessung in Anliegergebäuden)

Für die Berechnung der **Erschütterungsimmissionen** wird neben dem gemessenen bzw. prognostizierten Schwinggeschwindigkeits-Summenpegel der dem Messbericht zu entnehmende **Taktmaximal-Effektivwert** der bewerteten Schwingstärke (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 unter Berücksichtigung der Fahrplansituation die Beurteilungs-Schwingstärke errechnet. Die maximale bewertete Schwingstärke liegt, abgeleitet aus den Messergebnissen, um den Faktor ca. 1,5 höher als der Taktmaximal-Effektivwert:

$$KB_{Fmax} = KB_{max} \cdot KB_{FTm}$$

mit $KB_{max} \approx 1,5$

Körperschallimmissionen

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

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

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

K_A : A-Bewertung entsprechend DIN 45634

Da die Prognose auf energetischen Mittelwerten (L_{pA_m}) basiert, entsprechen die Ergebnisse der Berechnung des Sekundärluftschalls dem zu erwartenden mittleren Maximalpegel.

Der absolute Maximalwert liegt, um ca. 3 dB(A) über dem mittleren Maximalpegel:

$$L_{pA_{max}} \approx L_{pA_m} + K_{max} \text{ dB(A)}$$

$$K_{max} \approx 3 \text{ dB (A)}$$

6 PROGNOSEBERECHNUNG

Wie bereits erläutert basiert die Immissionsprognose auf den Messdaten unter Berücksichtigung der geplanten Änderungen. In den Anlagen-Nr. 1.1 - 1.4 ist die örtliche Situation in 4 Lageplänen dargestellt. Den Anlagen-Nr. 1.5- 1.10 sind Fotos der messtechnisch erfassten Gebäude zu entnehmen.

Der Einfluss der **geänderten Lage der Gleisachse** wurde in Anlehnung an die Abnahmefunktion im „Fernfeld“ der DIN 4150 - Erschütterungen im Bauwesen, Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen, Juni 2001 – wie folgt festgelegt:

$$\Delta L_{vE} = \left(\frac{R}{R_1}\right)^{-n} e^{(-\alpha(R-R_1))}$$

- n: von der Wellenart, der Quellengeometrie und der Art der Schwingung abhängiger Exponent
- R: Gebäudeabstand zur Gleisstrasse
- R₁: Standardabstand 10 m
- α: Abklingkoeffizient [m⁻¹]; $\alpha \approx 2 \pi D / \lambda$
- D: Dämpfungsgrad
- λ: maßgebende Wellenlänge; $\lambda = c/f$
- c: Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle [m/s]
- f: Frequenz [Hz]

Die Übertragungsfunktion wurde unter Berücksichtigung folgender Parameter errechnet:

$$n = 0,3$$

$$c = 160 \text{ m/s}$$

$$D = 0,002 - 0,02, \text{ frequenzabhängig}$$

Den Anlagen-Nr. 2 + 3 sind Auszüge der Prognoseberechnung zu entnehmen. Die Ergebnisse der Prognoseberechnung sind in den Tabellen der Anlagen-Nr. 4 + 5 zusammengefasst. Die für die weitere Beurteilung relevanten Ergebnisse sind in den Tabellen 1 + 2 aufgelistet.

Immissionspunkt	Messung				Prognose			
	KB _{FTm} *	KB _{FTr}		L _{pAm} dB(A)*	KB _{FTm} *	KB _{FTr}		L _{pAm} dB(A)*
		Tag	Nacht			Tag	Nacht	
Hauptstraße 155	0,117	0,04	0,02	43,2	0,269	0,08	0,04	48,5
Hauptstraße 27	0,010	<0,01	<0,01	-	0,018	0,01	<0,01	-
Hauptstraße 74	0,056	0,02	0,01	33,0	0,086	0,02	0,01	34,6
Hauptstraße 112	0,188	0,06	0,03	37,0	0,169	0,05	0,03	38,8
Hauptstraße 144	0,079	0,02	0,01	32,1	0,297	0,07	0,04	39
Hauptstraße 31/33	0,028	0,01	<0,01	33,3	0,059	0,01	0,01	37,8

*für das Gleis mit den höheren Werten

KB_{FTm}: Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten SchwingstärkeKB_{FTr}: Beurteilungs-SchwingstärkeL_{pAm}: mittlerer Maximalpegel des Sekundärluftschalls**Tabelle 1:** Ergebnisse der Immissionsprognose – M8D-2fach

Immissionspunkt	Messung				Prognose			
	KB _{FTm} *	KB _{FTr}		L _{pAm} dB(A)*	KB _{FTm} *	KB _{FTr}		L _{pAm} dB(A)*
		Tag	Nacht			Tag	Nacht	
Hauptstraße 155	0,106	0,03	0,02	40,4	0,245	0,08	0,04	46,1
Hauptstraße 74	0,064	0,02	0,01	31,1	0,113	0,03	0,02	35,1
Hauptstraße 112	0,158	0,04	0,02	42,5	0,143	0,04	0,02	43,8
Hauptstraße 144	0,086	0,02	0,01	32,6	0,324	0,08	0,05	39,5
Hauptstraße 31/33	0,089	0,02	0,01	35,6	0,188	0,04	0,02	39,6

*für das Gleis mit den höheren Werten

KB_{FTm}: Taktmaximal-Effektivwert der bewerteten SchwingstärkeKB_{FTr}: Beurteilungs-SchwingstärkeL_{pAm}: mittlerer Maximalpegel des Sekundärluftschalls**Tabelle 2:** Ergebnisse der Immissionsprognose – M8D-3fach

7

BEURTEILUNG

Die durchgeführte Immissionsprognose zeigt, dass mit deutlichen Zunahmen der Erschütterungsimmissionen zu rechnen ist. Das Veränderungskriterium von 25 % für die Erschütterungsimmissionen wird überschritten. Insofern ist davon auszugehen, dass in den betroffenen Gebäuden eine wahrnehmbare Zunahme der Erschütterungen eintritt. Dies gilt insbesondere für den Bereich des neu platzierten Gleiswechsels „Gaswerkstraße“. Allerdings ist festzustellen, dass die 1,5fachen Anhaltswerte der Tabelle 1 der DIN 4150-2 für Wohngebiete eingehalten werden.

Die durchgeführte Immissionsprognose zeigt weiterhin, dass die Körperschallimmissionen zu einer spürbaren Anhebung des Sekundärluftschalls führen. Das Veränderungskriterium von 3 dB(A) für die Körperschallimmissionen wird überschritten. Dies gilt insbesondere für den Bereich des neu platzierten Gleiswechsels „Gaswerkstraße“. Teilweise werden hier die Orientierungswerte für Schlafräume von 40 dB(A) überschritten. Insofern sind Maßnahmen zur Minderung der Körperschallimmissionen im Bereich des geplanten Gleiswechsels erforderlich. Im Bereich der Streckengleise wird der Wert von 40 dB(A) bereits teilweise überschritten und weiter angehoben. Insofern wird empfohlen, auch hier eine Maßnahme zur Minderung der Körperschallpegel vorzusehen.

8 MAßNAHMEN

Wie den vorhergehenden Ausführungen zu entnehmen ist, ist es erforderlich, eine Maßnahme zur Reduzierung der Körperschallemissionen der Gleisanlage vorzusehen. In Bild 1 sind die elastischen Oberbauformen zusammengestellt, mit denen eine entsprechende Minderung erreicht werden kann.

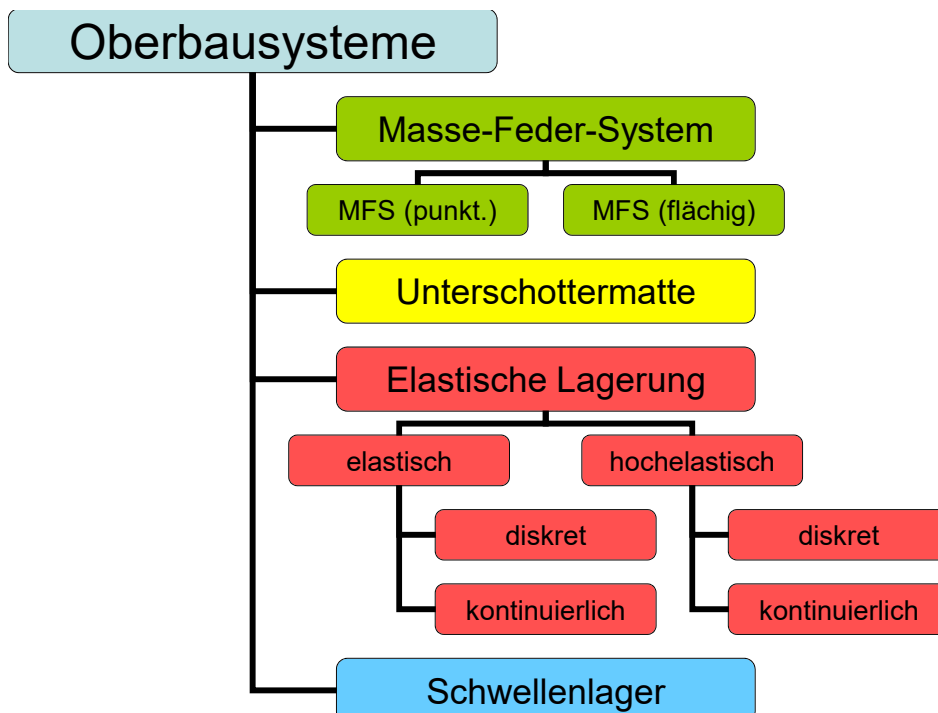


Bild 1: Übersicht elastische Oberbauformen

Derzeit befindet sich in dem Bereich vor den Gebäuden ein Rillenschienenoberbau mit Pflasterendeckung. Unter der Annahme, dass weiterhin ein geschlossener Oberbau anzuordnen

ist, ist es erforderlich einen Rillenschienenoberbau zu wählen. Grundsätzlich kommen damit folgende elastische Oberbauformen in Frage:

- kontinuierliche elastische Lagerung in Form einer elastischen Rillenschienenlagerung (ER)
- kontinuierliche hochelastische Lagerung in Form des kontinuierlich elastisch gebetteten Schienensystems (KES); hier gibt es derzeit kein System für Weichenanlagen
- Masse-Feder-System als flächig gelagertes System (fMFS)

Für den Bereich des Gleiswechsels ist die Anordnung einer elastischen Rillenschienenlagerung nicht ausreichend, um eine ausreichende Minderungswirkung zu erreichen. Hier ist ein flächig gelagertes Masse-Feder-System mit einer Abstimmfrequenz von $f_{Ab} \leq 20$ Hz entsprechend DIN 45673 vorzusehen.

Für den Streckenbereich wird der Einbau einer elastischen Rillenschienenlagerung mit einer vertikalen Schieneneinfederung von 1 – 1,5 mm unter maximaler Radsatzlast entsprechend DIN 45673 vorgeschlagen.

9 ANLAGEN

Anlagen-Nr. 1.1-1.4:	Lagepläne der örtlichen Situation
Anlagen-Nr. 1.5 – 1.10:	Fotos der betrachteten Gebäude
Anlagen-Nr. 2.1 - 2.10:	Auszüge Prognoseberechnung M8D-2fach
Anlagen-Nr. 3.1 – 3.10:	Auszüge Prognoseberechnung M8D-3fach
Anlagen-Nr. 4.1 + 4.2:	Ergebnistabelle M8D-2fach
Anlagen-Nr. 5.1 + 5.2:	Ergebnistabelle M8D-3fach

Bearbeitung: Dipl.-Ing. U. Lenz

Essen, den 11.09.2017

I.B.U.

Ingenieurbüro für Schwingungs-, Schall-
und Schienenverkehrstechnik GmbH

AUFTRAGGEBER:
MOBIEL GMBH
33604 BIELEFELD

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.
1.1

LAGEPLAN



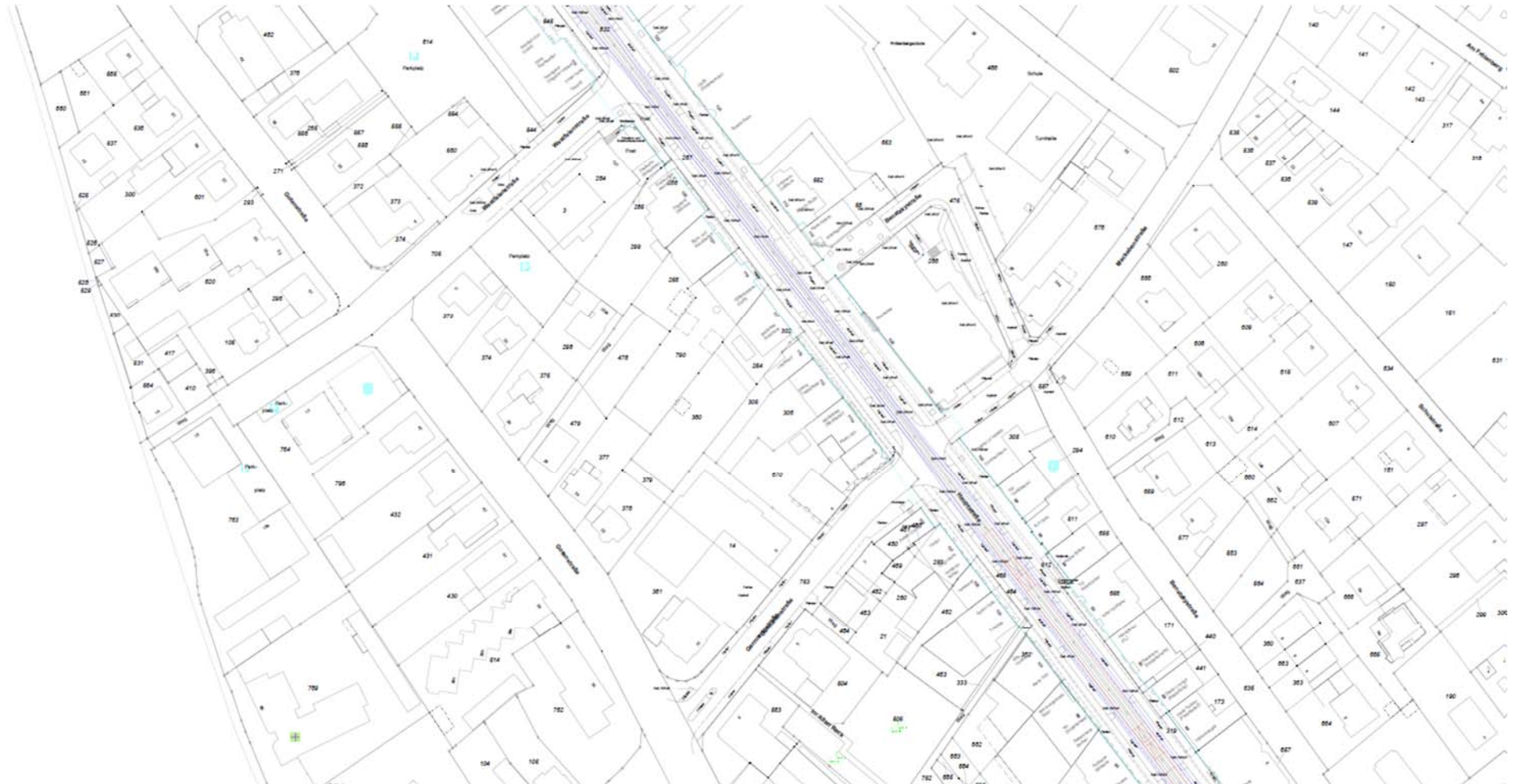
AUFTRAGGEBER:
MOBIEL GMBH
33604 BIELEFELD

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.
1.2

LAGEPLAN



AUFTRAGGEBER:
MOBIEL GMBH
33604 BIELEFELD

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.
1.3

LAGEPLAN



AUFTRAGGEBER:
MOBIEL GMBH
33604 BIELEFELD

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.
1.4

LAGEPLAN



AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.:
1.5

FOTOS DER MESSORTE

MO 1
Hauptstraße 155



AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.:
1.6

FOTOS DER MESSORTE

MO 2
Hauptstraße 27



AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.:
1.7

FOTOS DER MESSORTE

**MO 3
Hauptstraße 74**



AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.:
1.8

FOTOS DER MESSORTE

**MO 4
Hauptstraße 112**



AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.:
1.9

FOTOS DER MESSORTE

**MO 5
Hauptstraße 144**



AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Haltestellenumbau Hauptstraße Brackwede

ANLAGE-NR.:
1.10

FOTOS DER MESSORTE

MO 6
Hauptstraße 31 – 33



AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.1
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

Hauptstraße 155						
MO1	MP3.1	Fahrtrichtung: Ril				
M8D	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	38.2	0.4	0.0	38.6	0.0	0.0
6.3	37.1	0.4	0.0	37.5	0.0	0.0
8	36.4	0.5	0.0	36.8	0.0	0.0
10	44.2	0.5	0.0	44.7	0.0	0.0
12.5	48.1	0.5	-1.0	47.7	0.0	0.0
16	47.8	0.6	-1.0	47.3	0.0	0.0
20	49.4	0.6	7.0	57.0	0.0	0.0
25	57.1	0.6	9.0	66.7	0.0	0.0
31.5	50.7	0.7	13.0	64.4	0.0	0.0
40	55.5	0.8	11.0	67.3	0.0	0.0
50	63.5	0.9	3.0	67.4	0.0	0.0
63	59.9	1.0	6.0	66.9	0.0	0.0
80	65.3	1.2	6.0	72.5	0.0	0.0
100	48.7	1.4	6.0	56.1	0.0	0.0
125	30.0	1.6	3.0	34.6	0.0	0.0
160	21.4	1.4	2.0	24.8	0.0	0.0
200	10.6	1.3	1.0	12.8	0.0	0.0
250	11.7	1.1	1.0	13.8	0.0	0.0

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)

L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

KB_{Fmax} = 0.404

KB_{FTm} = 0.269

$KB_{FTr,Tag}$ **0.06**
 $KB_{FTr,Nacht}$ **0.03** L_{pA} - **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.2
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

Hauptstraße

155

MO1

MP3.2

Fahrtrichtung: Ril

M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	38.7	0.4	0.0	39.1	20.2	0.0
6.3	38.8	0.4	0.0	39.2	17.4	0.0
8	41.5	0.5	0.0	42.0	18.5	0.0
10	45.6	0.5	0.0	46.1	16.1	0.0
12.5	47.9	0.5	-1.0	47.4	11.0	0.0
16	46.8	0.6	-1.0	46.4	11.5	1.1
20	43.8	0.6	7.0	51.4	19.7	20.6
25	46.6	0.6	9.0	56.2	16.6	28.2
31.5	49.1	0.7	13.0	62.8	7.4	30.8
40	54.8	0.8	11.0	66.6	2.4	34.4
50	54.4	0.9	3.0	58.3	-0.2	27.9
63	52.6	1.0	6.0	59.6	1.9	35.3
80	47.0	1.2	6.0	54.2	13.6	45.4
100	31.5	1.4	6.0	38.9	17.0	36.7
125	23.1	1.6	3.0	27.7	24.9	36.4
160	19.2	1.4	2.0	22.6	29.1	38.3
200	5.3	1.3	1.0	7.6	41.5	38.2
250	9.7	1.1	1.0	11.8	34.5	37.6

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

ΔL_{VO} : EinflussOberbau (Weiche)

L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

KB_{Fmax} = 0.191

KB_{FTm} = 0.127

$KB_{FTr,Tag}$ 0.03

$KB_{FTr,Nacht}$ 0.02

L_{pA} 48.5 dB(A)

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.3
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

Seite4

**Hauptstraße
27**

MO2 MP2 Fahrtrichtung: Rill
M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	25.3	0.1	0.0	25.4	0.0	0.0
6.3	20.7	0.1	-1.0	19.8	0.0	0.0
8	15.7	0.1	-3.0	12.8	0.0	0.0
10	27.0	0.1	-6.0	21.1	0.0	0.0
12.5	33.4	0.1	-3.0	30.5	0.0	0.0
16	33.9	0.1	-1.0	33.0	0.0	0.0
20	38.5	0.1	0.0	38.6	0.0	0.0
25	36.4	0.2	0.0	36.6	0.0	0.0
31.5	39.1	0.2	3.0	42.3	0.0	0.0
40	43.0	0.2	3.0	46.2	0.0	0.0
50	39.3	0.3	4.0	43.6	0.0	0.0
63	36.8	0.3	5.0	42.1	0.0	0.0
80	33.6	0.4	4.0	37.9	0.0	0.0
100	33.8	0.4	2.0	36.2	0.0	0.0
125	31.9	0.5	2.0	34.4	0.0	0.0
160	26.0	0.4	1.0	27.5	0.0	0.0
200	14.1	0.4	1.0	15.5	0.0	0.0
250	15.0	0.3	1.0	16.4	0.0	0.0

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
 ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
 ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
 L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
U : Umwandlungsmass aus Messung
 L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

KB_{Fmax} = 0.021
 KB_{FTm} = 0.014

$KB_{FTr,Tag}$ **0.00**
 $KB_{FTr,Nacht}$ **0.00** L_{pA} - **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.4
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

**Hauptstraße
74**

MO3 MP3.1 Fahrtrichtung: Rill
M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	33.4	0.4	0.0	33.8	0.0	0.0
6.3	29.6	0.4	-1.0	29.0	0.0	0.0
8	26.1	0.5	-3.0	23.5	0.0	0.0
10	31.5	0.5	-6.0	25.9	0.0	0.0
12.5	37.4	0.5	-3.0	34.9	0.0	0.0
16	44.9	0.5	-1.0	44.4	0.0	0.0
20	47.2	0.6	0.0	47.8	0.0	0.0
25	49.0	0.6	0.0	49.6	0.0	0.0
31.5	43.9	0.7	3.0	47.6	0.0	0.0
40	45.2	0.7	3.0	48.9	0.0	0.0
50	46.6	0.8	4.0	51.5	0.0	0.0
63	51.2	0.9	5.0	57.1	0.0	0.0
80	58.8	1.1	4.0	63.9	0.0	0.0
100	57.9	1.3	2.0	61.1	0.0	0.0
125	37.4	1.5	2.0	40.9	0.0	0.0
160	21.1	1.3	1.0	23.5	0.0	0.0
200	10.2	1.2	1.0	12.4	0.0	0.0
250	12.0	1.0	1.0	14.1	0.0	0.0

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)

L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

KB_{Fmax} = 0.128

KB_{FTm} = 0.086

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

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.5
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

**Hauptstraße
74**

MO3 MP3.2 Fahrtrichtung: Rill
M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	32.9	0.4	0.0	33.3	7.1	0.0
6.3	29.7	0.4	-1.0	29.0	5.4	0.0
8	24.8	0.5	-3.0	22.3	18.9	0.0
10	29.6	0.5	-6.0	24.0	19.9	0.0
12.5	33.0	0.5	-3.0	30.5	7.6	0.0
16	35.8	0.5	-1.0	35.3	14.8	0.0
20	39.8	0.6	0.0	40.4	14.3	4.2
25	41.6	0.6	0.0	42.2	1.2	0.0
31.5	44.0	0.7	3.0	47.7	-0.8	7.6
40	42.6	0.7	3.0	46.3	3.8	15.5
50	42.1	0.8	4.0	46.9	-4.5	12.2
63	45.4	0.9	5.0	51.4	-1.7	23.5
80	45.0	1.1	4.0	50.1	0.3	27.9
100	46.3	1.3	2.0	49.6	-3.7	26.8
125	30.9	1.5	2.0	34.4	9.1	27.4
160	22.4	1.3	1.0	24.8	12.7	24.0
200	22.6	1.2	1.0	24.8	7.1	21.0
250	21.6	1.0	1.0	23.6	5.8	20.8

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.039$
 $KB_{FTm} = 0.026$

$KB_{FTr,Tag} \quad 0.01$
 $KB_{FTr,Nacht} \quad 0.00 \quad L_{pA} \quad 33.8 \quad dB(A)$

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.6
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

**Hauptstraße
112**

MO4 MP3.1 Fahrtrichtung: Ril
M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	43.6	0.0	0.0	43.6	0.0	0.0
6.3	34.1	0.0	-1.0	33.1	0.0	0.0
8	35.2	0.0	-3.0	32.2	0.0	0.0
10	46.1	0.0	-6.0	40.1	0.0	0.0
12.5	53.3	0.0	-3.0	50.3	0.0	0.0
16	67.5	0.0	-1.0	66.5	0.0	0.0
20	66.3	0.0	0.0	66.3	0.0	0.0
25	55.6	0.0	0.0	55.6	0.0	0.0
31.5	42.0	0.0	3.0	45.0	0.0	0.0
40	40.2	0.0	3.0	43.2	0.0	0.0
50	39.9	0.0	4.0	43.9	0.0	0.0
63	43.2	0.0	5.0	48.2	0.0	0.0
80	43.8	0.0	4.0	47.8	0.0	0.0
100	38.5	0.0	2.0	40.5	0.0	0.0
125	39.5	0.0	2.0	41.5	0.0	0.0
160	32.0	0.0	1.0	33.0	0.0	0.0
200	29.2	0.0	1.0	30.2	0.0	0.0
250	17.1	0.0	1.0	18.1	0.0	0.0

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

KB_{Fmax} = 0.202

KB_{FTm} = 0.135

$KB_{FTr,Tag}$ 0.03
 $KB_{FTr,Nacht}$ 0.02 L_{pA} - dB(A)

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.7
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

**Hauptstraße
112**

MO4 MP3.2 Fahrtrichtung: Ril
M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	42.9	0.0	0.0	42.9	26.2	0.0
6.3	34.9	0.0	-1.0	33.9	33.1	0.0
8	32.6	0.0	-3.0	29.6	30.2	0.0
10	42.0	0.0	-6.0	36.0	16.1	0.0
12.5	57.5	0.0	-3.0	54.5	9.3	0.4
16	71.8	0.0	-1.0	70.8	-3.4	10.8
20	62.0	0.0	0.0	62.0	0.1	11.6
25	44.2	0.0	0.0	44.2	11.8	11.3
31.5	42.3	0.0	3.0	45.3	16.8	22.7
40	35.5	0.0	3.0	38.5	11.0	14.9
50	39.7	0.0	4.0	43.7	9.8	23.3
63	38.1	0.0	5.0	43.1	7.9	24.9
80	39.9	0.0	4.0	43.9	1.0	22.4
100	40.8	0.0	2.0	42.8	4.3	28.0
125	46.6	0.0	2.0	48.6	-4.4	28.1
160	26.4	0.0	1.0	27.4	11.1	25.1
200	14.6	0.0	1.0	15.6	23.6	28.2
250	12.5	0.0	1.0	13.5	28.1	33.0

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.253$

$KB_{FTm} = 0.169$

$KB_{FTr,Tag} 0.04$
 $KB_{FTr,Nacht} 0.02$ L_{pA} **37.2** **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.8
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

**Hauptstraße
144**

MO5 MP2.1 Fahrtrichtung: Rill
M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	40.6	0.4	0.0	41.0	0.0	0.0
6.3	40.0	0.4	0.0	40.5	0.0	0.0
8	36.9	0.5	0.0	37.5	0.0	0.0
10	37.5	0.6	0.0	38.0	0.0	0.0
12.5	40.2	0.6	-1.0	39.8	0.0	0.0
16	41.1	0.6	-1.0	40.8	0.0	0.0
20	42.3	0.7	7.0	50.0	0.0	0.0
25	44.6	0.8	9.0	54.3	0.0	0.0
31.5	49.2	0.9	13.0	63.0	0.0	0.0
40	63.6	1.0	11.0	75.6	0.0	0.0
50	54.6	1.1	3.0	58.8	0.0	0.0
63	39.3	1.3	6.0	46.6	0.0	0.0
80	43.0	1.6	6.0	50.6	0.0	0.0
100	42.9	1.8	6.0	50.7	0.0	0.0
125	36.5	2.2	3.0	41.7	0.0	0.0
160	27.5	1.9	2.0	31.4	0.0	0.0
200	32.7	1.7	1.0	35.4	0.0	0.0
250	37.2	1.4	1.0	39.7	0.0	0.0

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.445$
 $KB_{FTm} = 0.297$

$KB_{FTr,Tag} 0.07$
 $KB_{FTr,Nacht} 0.04$ L_{pA} - **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.9
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

**Hauptstraße
144**

MO5 MP3.2 Fahrtrichtung: Rill
M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	36.9	0.4	0.0	37.3	19.6	0.0
6.3	34.2	0.4	0.0	34.6	16.9	0.0
8	32.3	0.5	0.0	32.8	14.0	0.0
10	40.9	0.6	0.0	41.4	-0.1	0.0
12.5	48.5	0.6	-1.0	48.1	-11.2	0.0
16	49.4	0.6	-1.0	49.0	1.3	0.0
20	53.7	0.7	7.0	61.4	7.6	18.5
25	51.7	0.8	9.0	61.5	2.6	19.4
31.5	46.4	0.9	13.0	60.3	5.4	26.3
40	37.8	1.0	11.0	49.8	9.9	25.1
50	41.7	1.1	3.0	45.8	1.8	17.4
63	41.2	1.3	6.0	48.5	8.0	30.2
80	39.3	1.6	6.0	46.9	10.2	34.6
100	35.5	1.8	6.0	43.4	7.4	31.6
125	38.5	2.2	3.0	43.7	-0.3	27.2
160	42.5	1.9	2.0	46.4	-4.4	28.6
200	28.9	1.7	1.0	31.6	0.9	21.7
250	15.7	1.4	1.0	18.2	11.7	21.2

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.123$

$KB_{FTm} = 0.082$

$KB_{FTr,Tag} 0.02$
 $KB_{FTr,Nacht} 0.01$ L_{pA} **39.0** **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 2.10
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 2FACH	

**Hauptstraße
31/33**

MO6 MP2.2 Fahrtrichtung: Rill
M8D

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	20.6	-0.1	0.0	20.5	38.9	0.0
6.3	18.3	-0.1	-1.0	17.3	41.0	0.0
8	9.0	-0.1	-3.0	5.9	41.7	0.0
10	14.0	-0.1	-6.0	7.9	26.1	0.0
12.5	16.6	-0.1	-3.0	13.5	19.5	0.0
16	17.4	-0.1	-1.0	16.3	25.7	0.0
20	20.4	-0.1	0.0	20.3	29.2	0.0
25	21.1	-0.1	0.0	20.9	21.5	0.0
31.5	27.2	-0.2	3.0	30.1	8.2	0.0
40	38.9	-0.2	3.0	41.7	4.1	11.2
50	37.0	-0.2	4.0	40.8	2.6	13.2
63	34.1	-0.3	5.0	38.8	-3.1	9.5
80	34.5	-0.3	4.0	38.2	-0.3	15.3
100	38.6	-0.4	2.0	40.2	1.1	22.2
125	32.7	-0.5	2.0	34.2	2.2	20.3
160	28.3	-0.4	1.0	28.9	3.8	19.3
200	22.0	-0.4	1.0	22.6	4.6	16.2
250	27.1	-0.3	1.0	27.7	1.2	20.4

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} =$ 0.013

$KB_{FTm} =$ 0.009

$KB_{FTr,Tag}$ 0.00
 $KB_{FTr,Nacht}$ 0.00 L_{pA} 27.7 dB(A)

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.1
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

Hauptstraße 155						
	MO1	MP2.1	Fahrtrichtung: Rill			
	M8D 3fach					
	L _{VM}	ΔL _{VE}	ΔL _{VO}	L _{VI}	U	L _{pA}
5	34.7	-0.1	0.0	34.6	0.0	0.0
6.3	32.4	-0.1	0.0	32.3	0.0	0.0
8	33.9	-0.1	0.0	33.8	0.0	0.0
10	39.5	-0.1	0.0	39.3	0.0	0.0
12.5	43.5	-0.1	-1.0	42.4	0.0	0.0
16	42.2	-0.2	-1.0	41.1	0.0	0.0
20	41.7	-0.2	7.0	48.5	0.0	0.0
25	48.3	-0.2	9.0	57.1	0.0	0.0
31.5	52.0	-0.2	13.0	64.8	0.0	0.0
40	54.0	-0.2	11.0	64.8	0.0	0.0
50	54.3	-0.3	3.0	57.1	0.0	0.0
63	49.0	-0.3	6.0	54.7	0.0	0.0
80	52.0	-0.4	6.0	57.7	0.0	0.0
100	58.7	-0.4	6.0	64.2	0.0	0.0
125	50.3	-0.5	3.0	52.7	0.0	0.0
160	27.6	-0.5	2.0	29.1	0.0	0.0
200	13.4	-0.4	1.0	14.0	0.0	0.0
250	13.9	-0.3	1.0	14.5	0.0	0.0

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
 ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
 ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
 L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
 U : Umwandlungsmass aus Messung
 L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

KB_{Fmax}= 0.190

KB_{FTm}= 0.127

KB_{FT,Tag} 0.03
KB_{FT,Nacht} 0.02 L_{pA} - dB(A)

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.2
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
155**

MO1 MP3.2
M8D 3fach

Fahrtrichtung: Ril

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	38.0	0.4	0.0	38.4	21.5	0.0
6.3	35.1	0.4	0.0	35.5	33.2	0.0
8	37.4	0.5	0.0	37.8	30.9	0.0
10	43.3	0.5	0.0	43.8	18.1	0.0
12.5	45.1	0.5	-1.0	44.6	11.2	0.0
16	46.0	0.6	-1.0	45.5	12.0	0.9
20	41.9	0.6	7.0	49.4	21.4	20.3
25	45.6	0.6	9.0	55.3	17.6	28.2
31.5	48.0	0.7	13.0	61.7	6.6	28.9
40	54.4	0.8	11.0	66.2	1.1	32.7
50	54.2	0.9	3.0	58.1	-0.8	27.1
63	51.8	1.0	6.0	58.8	2.0	34.6
80	46.8	1.2	6.0	54.0	12.2	43.7
100	31.7	1.4	6.0	39.1	14.5	34.5
125	18.8	1.6	3.0	23.4	26.5	33.8
160	19.7	1.4	2.0	23.1	21.7	31.4
200	-2.8	1.3	1.0	-0.5	45.1	33.7
250	8.5	1.1	1.0	10.6	29.8	31.8

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)

L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

KB_{Fmax} = 0.175

KB_{FTm} = 0.117

$KB_{FT,Tag}$ 0.03
 $KB_{FT,Nacht}$ 0.01 L_{pA} 46.1 dB(A)

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.3
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
27**

MO2 MP2 Fahrtrichtung: Ril
M8D 3fach

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	24.8	0.8	0.0	25.6	0.0	0.0
6.3	21.0	0.8	-1.0	20.9	0.0	0.0
8	17.6	1.0	-3.0	15.6	0.0	0.0
10	29.2	1.1	-6.0	24.3	0.0	0.0
12.5	32.5	1.1	-3.0	30.6	0.0	0.0
16	34.3	1.2	-1.0	34.5	0.0	0.0
20	37.3	1.3	0.0	38.7	0.0	0.0
25	39.8	1.5	0.0	41.3	0.0	0.0
31.5	43.1	1.6	3.0	47.8	0.0	0.0
40	42.5	1.8	3.0	47.3	0.0	0.0
50	41.0	2.1	4.0	47.1	0.0	0.0
63	42.3	2.4	5.0	49.7	0.0	0.0
80	38.0	2.8	4.0	44.9	0.0	0.0
100	39.1	3.4	2.0	44.4	0.0	0.0
125	32.3	4.0	2.0	38.2	0.0	0.0
160	28.2	3.5	1.0	32.8	0.0	0.0
200	14.6	3.1	1.0	18.7	0.0	0.0
250	18.4	2.7	1.0	22.1	0.0	0.0

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)

L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.000$

$KB_{FTm} = 0.000$

$KB_{FTr,Tag} = 0.00$

$KB_{FTr,Nacht} = 0.00$ L_{pA} - **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.4
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
74**

MO3 MP2.1 Fahrtrichtung: Ril
M8D 3fach

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	33.2	0.0	0.0	33.2	0.0	0.0
6.3	31.1	0.0	-1.0	30.1	0.0	0.0
8	21.9	0.0	-3.0	18.9	0.0	0.0
10	24.4	0.0	-6.0	18.4	0.0	0.0
12.5	24.0	0.0	-3.0	21.0	0.0	0.0
16	26.4	0.0	-1.0	25.4	0.0	0.0
20	26.6	0.0	0.0	26.6	0.0	0.0
25	34.4	0.0	0.0	34.4	0.0	0.0
31.5	40.1	0.0	3.0	43.1	0.0	0.0
40	51.4	0.0	3.0	54.4	0.0	0.0
50	50.5	0.0	4.0	54.5	0.0	0.0
63	42.5	0.0	5.0	47.5	0.0	0.0
80	46.5	0.0	4.0	50.5	0.0	0.0
100	43.3	0.0	2.0	45.3	0.0	0.0
125	33.3	0.0	2.0	35.3	0.0	0.0
160	26.3	0.0	1.0	27.3	0.0	0.0
200	18.3	0.0	1.0	19.3	0.0	0.0
250	17.9	0.0	1.0	18.9	0.0	0.0

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)

L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.052$

$KB_{FTm} = 0.035$

$KB_{FTr,Tag} 0.01$
 $KB_{FTr,Nacht} 0.00$ L_{pA} - **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.5
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
74**

MO3 MP3.1 Fahrtrichtung: Rill
M8D 3fach

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	31.5	0.4	0.0	31.9	0.0	0.0
6.3	28.7	0.4	-1.0	28.1	0.0	0.0
8	24.0	0.5	-3.0	21.5	0.0	0.0
10	29.4	0.5	-6.0	23.9	0.0	0.0
12.5	34.2	0.5	-3.0	31.7	0.0	0.0
16	48.8	0.5	-1.0	48.3	0.0	0.0
20	47.1	0.6	0.0	47.7	0.0	0.0
25	47.2	0.6	0.0	47.8	0.0	0.0
31.5	42.8	0.7	3.0	46.4	0.0	0.0
40	43.1	0.7	3.0	46.8	0.0	0.0
50	49.5	0.8	4.0	54.3	0.0	0.0
63	54.1	0.9	5.0	60.1	0.0	0.0
80	62.2	1.1	4.0	67.3	0.0	0.0
100	58.8	1.3	2.0	62.0	0.0	0.0
125	37.8	1.5	2.0	41.3	0.0	0.0
160	20.0	1.3	1.0	22.3	0.0	0.0
200	9.5	1.2	1.0	11.7	0.0	0.0
250	11.7	1.0	1.0	13.7	0.0	0.0

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.169$
 $KB_{FTm} = 0.113$

$KB_{FTr,Tag} \quad 0.03$
 $KB_{FTr,Nacht} \quad 0.01 \quad L_{pA} \quad - \quad dB(A)$

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.6
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
112**

MO4 MP2.1 Fahrtrichtung: Rill
M8D 3fach

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	42.5	0.0	0.0	42.6	0.0	0.0
6.3	32.4	0.0	-1.0	31.4	0.0	0.0
8	29.5	0.1	-3.0	26.5	0.0	0.0
10	34.7	0.1	-6.0	28.8	0.0	0.0
12.5	43.3	0.1	-3.0	40.4	0.0	0.0
16	49.4	0.1	-1.0	48.5	0.0	0.0
20	54.9	0.1	0.0	55.0	0.0	0.0
25	62.5	0.1	0.0	62.6	0.0	0.0
31.5	45.9	0.1	3.0	49.0	0.0	0.0
40	44.2	0.1	3.0	47.3	0.0	0.0
50	45.5	0.1	4.0	49.7	0.0	0.0
63	43.0	0.1	5.0	48.1	0.0	0.0
80	46.4	0.2	4.0	50.6	0.0	0.0
100	47.6	0.2	2.0	49.8	0.0	0.0
125	39.2	0.2	2.0	41.4	0.0	0.0
160	34.7	0.2	1.0	35.9	0.0	0.0
200	28.7	0.2	1.0	29.9	0.0	0.0
250	25.8	0.1	1.0	27.0	0.0	0.0

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)

L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.110$

$KB_{FTm} = 0.074$

$KB_{FTr,Tag} 0.02$
 $KB_{FTr,Nacht} 0.01$ L_{pA} - **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.7
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
112**

MO4 MP3.2 Fahrtrichtung: Ril
M8D 3fach

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	42.0	0.0	0.0	42.0	27.7	0.0
6.3	34.5	0.0	-1.0	33.5	31.5	0.0
8	31.4	0.0	-3.0	28.4	25.9	0.0
10	40.5	0.0	-6.0	34.5	27.5	0.0
12.5	52.5	0.0	-3.0	49.5	21.2	7.3
16	69.7	0.0	-1.0	68.7	-3.2	8.8
20	61.9	0.0	0.0	61.9	1.5	13.0
25	41.1	0.0	0.0	41.1	15.9	12.3
31.5	39.6	0.0	3.0	42.6	27.1	30.3
40	36.4	0.0	3.0	39.4	16.2	21.0
50	37.3	0.0	4.0	41.3	10.1	21.2
63	33.4	0.0	5.0	38.4	15.1	27.3
80	35.9	0.0	4.0	39.9	4.7	22.1
100	38.4	0.0	2.0	40.4	7.5	28.8
125	46.3	0.0	2.0	48.3	1.0	33.1
160	24.0	0.0	1.0	25.0	19.6	31.1
200	14.7	0.0	1.0	15.7	30.5	35.3
250	11.9	0.0	1.0	12.9	37.2	41.5

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.215$
 $KB_{FTm} = 0.143$

$KB_{FTr,Tag} = 0.03$
 $KB_{FTr,Nacht} = 0.02$ $L_{pA} = 43.8$ **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.8
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
144**

MO5 MP2.1 Fahrtrichtung: Rill
M8D 3fach

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	39.3	0.4	0.0	39.7	0.0	0.0
6.3	36.1	0.4	0.0	36.5	0.0	0.0
8	33.9	0.5	0.0	34.4	0.0	0.0
10	31.4	0.6	0.0	31.9	0.0	0.0
12.5	37.4	0.6	-1.0	36.9	0.0	0.0
16	39.6	0.6	-1.0	39.2	0.0	0.0
20	41.2	0.7	7.0	48.9	0.0	0.0
25	43.3	0.8	9.0	53.0	0.0	0.0
31.5	48.3	0.9	13.0	62.2	0.0	0.0
40	64.3	1.0	11.0	76.3	0.0	0.0
50	55.5	1.1	3.0	59.6	0.0	0.0
63	37.9	1.3	6.0	45.2	0.0	0.0
80	42.7	1.6	6.0	50.2	0.0	0.0
100	42.5	1.8	6.0	50.4	0.0	0.0
125	34.5	2.2	3.0	39.7	0.0	0.0
160	27.0	1.9	2.0	31.0	0.0	0.0
200	28.0	1.7	1.0	30.7	0.0	0.0
250	33.2	1.4	1.0	35.7	0.0	0.0

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.486$
 $KB_{FTm} = 0.324$

$KB_{FTr,Tag} 0.07$
 $KB_{FTr,Nacht} 0.04$ L_{pA} - **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.9
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
144**

MO5 MP3.2 Fahrtrichtung: Rill
M8D 3fach

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	37.5	0.4	0.0	37.9	20.5	0.0
6.3	34.1	0.4	0.0	34.6	19.6	0.0
8	31.0	0.5	0.0	31.6	14.4	0.0
10	41.5	0.6	0.0	42.0	-0.8	0.0
12.5	49.1	0.6	-1.0	48.7	-12.6	0.0
16	48.8	0.6	-1.0	48.4	-1.9	0.0
20	53.3	0.7	7.0	61.0	1.1	11.6
25	52.0	0.8	9.0	61.8	0.7	17.7
31.5	46.9	0.9	13.0	60.8	2.0	23.4
40	38.4	1.0	11.0	50.4	7.7	23.6
50	42.9	1.1	3.0	47.1	1.0	17.9
63	41.7	1.3	6.0	49.0	8.0	30.8
80	40.2	1.6	6.0	47.7	10.8	36.0
100	36.4	1.8	6.0	44.2	7.2	32.3
125	38.6	2.2	3.0	43.8	0.2	27.9
160	42.7	1.9	2.0	46.7	-6.7	26.5
200	30.9	1.7	1.0	33.6	0.8	23.5
250	19.4	1.4	1.0	21.8	8.1	21.3

- L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke
- ΔL_{VE} : Einfluss Abstand
- ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)
- L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort
- U : Umwandlungsmass aus Messung
- L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.137$
 $KB_{FTm} = 0.091$

$KB_{FTr,Tag} = 0.02$
 $KB_{FTr,Nacht} = 0.01$ **$L_{pA} = 39.5$** **dB(A)**

AUFTRAGGEBER: moBiel GmbH Otto-Brenner-Straße 242 33604 Bielefeld	AUFTRAG-NR.: S 09.1587.16/3	Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede Immissionsprognose	ANLAGE-NR.: 3.10
		AUSZÜGE PROGNOSEBERECHNUNG M8D 3FACH	

**Hauptstraße
31/33**

MO6 MP2.2 Fahrtrichtung: Ril
M8D 3fach

	L_{VM}	ΔL_{VE}	ΔL_{VO}	L_{VI}	U	L_{pA}
5	21.9	0.5	0.0	22.4	52.7	0.0
6.3	19.7	0.5	-1.0	19.3	56.9	0.0
8	16.9	0.7	-3.0	14.6	54.5	0.0
10	15.6	0.7	-6.0	10.3	35.2	0.0
12.5	17.0	0.8	-3.0	14.8	29.8	0.0
16	17.0	0.9	-1.0	16.9	27.7	0.0
20	17.8	1.0	0.0	18.8	36.3	4.6
25	16.5	1.1	0.0	17.6	30.6	3.4
31.5	21.9	1.2	3.0	26.2	14.5	1.3
40	46.9	1.4	3.0	51.4	6.2	23.0
50	43.2	1.7	4.0	48.9	2.1	20.8
63	44.1	2.0	5.0	51.0	-6.9	17.9
80	40.0	2.4	4.0	46.3	2.8	26.7
100	43.4	2.8	2.0	48.2	1.3	30.5
125	38.5	3.4	2.0	43.9	2.5	30.3
160	34.2	3.0	1.0	38.2	6.6	31.4
200	34.8	2.6	1.0	38.4	4.5	32.0
250	34.0	2.2	1.0	37.2	6.3	34.9

L_{VM} : Messwerte Gebäudedecke

ΔL_{VE} : Einfluss Abstand

ΔL_{VO} : Einfluss Oberbau (Weiche)

L_{VI} : Schwingschnelle Immissionsort

U : Umwandlungsmass aus Messung

L_{pA} : A-bewerteter Schalldruckpegel

$KB_{Fmax} = 0.037$

$KB_{FTm} = 0.025$

$KB_{FTr,Tag} 0.01$
 $KB_{FTr,Nacht} 0.00$ L_{pA} **39.6** **dB(A)**

AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede
Immissionsprognose

ANLAGE-NR.:
4.1

ERGEBNISTABELLEN
M8D 2FACH

ERGEBNISSE M8D

		Messung		Prognose				Anzahl der Fahrten Tag:		96	96		
		KBFTm	LpA	KBFTm	KBfmax	KBFTr	KBFTr	LpA	ΔLpA *	ΔKBFTm**			
		[dB(A)]		Tag Nacht				[dB(A)]	[dB(A)]	%			
MO1													
Hauptstraße 155	MP2.1 Ril	0.075	-	0.191	0.287	0.04	0.02	-	-	154.9			
	MP2.1 Rill	0.049	-	0.126	0.189	0.03	0.02	-	-	156.8			
	beide Richtungen					0.05	0.03						
Hauptstraße 155	MP3.1 Ril	0.117	-	0.269	0.404	0.06	0.03	-	-	129.9			
	MP3.1 Rill	0.105	-	0.226	0.339	0.05	0.03	-	-	115.4			
	beide Richtungen					0.08	0.04						
Hauptstraße 155	MP3.2 Ril	0.045	43.2	0.127	0.191	0.03	0.02	48.5	5.3	182.3			
	MP3.2 Rill	0.040	40.6	0.106	0.159	0.02	0.01	44.4	3.8	165.2			
	beide Richtungen					0.04	0.02						
	Maximalwert	0.117	43.2	0.269	0.404	0.08	0.04	48.5	5.3	182.3			
				* Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher"				** Zunahme KBFTM in %					

		Messung		Prognose				Anzahl der Fahrten Tag:		96	96		
		KBFTm	LpA	KBFTm	KBfmax	KBFTr	KBFTr	LpA	ΔLpA *	ΔKBFTm**			
		[dB(A)]		Tag Nacht				[dB(A)]	[dB(A)]	%			
MO2													
Hauptstraße 27	MP1 Ril	0.009	-	0.017	0.025	0.00	0.00	-	-	87.8			
	MP1 Rill	0.006	-	0.009	0.013	0.00	0.00	-	-	48.8			
	beide Richtungen					0.00	0.00						
Hauptstraße 27	MP2 Ril	0.010	-	0.018	0.028	0.00	0.00	-	-	83.5			
	MP2 Rill	0.010	-	0.014	0.021	0.00	0.00	-	-	40.3			
	beide Richtungen					0.01	0.00						
	Maximalwert	0.010	0.0	0.018	0.028	0.01	0.00	0.0	0.0	87.8			
				* Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher"				** Zunahme KBFTM in %					

		Messung		Prognose				Anzahl der Fahrten Tag:		96	96		
		KBFTm	LpA	KBFTm	KBfmax	KBFTr	KBFTr	LpA	ΔLpA *	ΔKBFTm**			
		[dB(A)]		Tag Nacht				[dB(A)]	[dB(A)]	%			
MO3													
Hauptstraße 74	MP2.1 Ril	0.056	-	0.068	0.102	0.02	0.01	-	-	21.0			
	MP2.1 Rill	0.049	-	0.078	0.116	0.02	0.01	-	-	58.5			
	beide Richtungen					0.02	0.01						
Hauptstraße 74	MP3.1 Ril	0.040	-	0.060	0.090	0.01	0.01	-	-	50.7			
	MP3.1 Rill	0.050	-	0.086	0.128	0.02	0.01	-	-	71.3			
	beide Richtungen					0.02	0.01						
Hauptstraße 74	MP3.2 Ril	0.015	33.0	0.022	0.032	0.00	0.00	34.6	1.6	44.4			
	MP3.2 Rill	0.016	30.2	0.026	0.039	0.01	0.00	33.8	3.6	63.0			
	beide Richtungen					0.01	0.00						
	Maximalwert	0.056	33.0	0.086	0.128	0.02	0.01	34.6	3.6	71.3			
				* Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher"				** Zunahme KBFTM in %					

AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede
Immissionsprognose

ANLAGE-NR.:
4.2

ERGEBNISTABELLEN
M8D 2FACH

ERGEBNISSE M8D

Anzahl der Fahrten Tag: 96 0 96
Nacht: 15 0 15

		Messung		Prognose						
		KBFTm	LpA	KBFTm	KBfmax	KBFTr	KBFTr	LpA	Δ LpA *	Δ KBFTm**
		[dB(A)]				Tag	Nacht	[dB(A)]	[dB(A)]	%
MO4										
Hauptstraße 112	MP2.1 Ril	0.101	-	0.102	0.153	0.02	0.01	-	-	1.0
	MP2.1 Riil	0.098	-	0.100	0.150	0.02	0.01	-	-	1.9
	beide Richtungen					0.03	0.02			
Hauptstraße 112	MP3.1 Ril	0.143	-	0.135	0.202	0.03	0.02	-	-	-5.7
	MP3.1 Riil	0.143	-	0.138	0.207	0.03	0.02	-	-	-3.5
	beide Richtungen					0.04	0.02			
Hauptstraße 112	MP3.2 Ril	0.188	35.5	0.169	0.253	0.04	0.02	37.2	1.7	-10.1
	MP3.2 Riil	0.184	37.0	0.167	0.251	0.04	0.02	38.8	1.8	-9.2
	beide Richtungen					0.05	0.03			
	Maximalwert	0.188	37.0	0.169	0.253	0.05	0.03	38.8	1.8	1.9

* Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher"

** Zunahme KBFTM in %

		Messung		Prognose						
		KBFTm	LpA	KBFTm	KBfmax	KBFTr	KBFTr	LpA	Δ LpA *	Δ KBFTm**
		[dB(A)]				Tag	Nacht	[dB(A)]	[dB(A)]	%
MO5										
Hauptstraße 144	MP2.1 Ril	0.050	-	0.146	0.219	0.03	0.02	-	-	191.5
	MP2.1 Riil	0.079	-	0.297	0.445	0.07	0.04	-	-	275.8
	beide Richtungen					0.07	0.04		0.0	
Hauptstraße 144	MP3.1 Ril	0.041	-	0.134	0.201	0.03	0.02	-	-	226.7
	MP3.1 Riil	0.069	-	0.296	0.444	0.07	0.04	-	-	328.9
	beide Richtungen					0.07	0.04		0.0	
Hauptstraße 144	MP3.2 Ril	0.030	29.7	0.058	0.088	0.01	0.01	32.5	2.8	95.0
	MP3.2 Riil	0.032	32.1	0.082	0.123	0.02	0.01	39.0	6.9	157.0
	beide Richtungen					0.02	0.01		0.0	
	Maximalwert	0.079	32.1	0.297	0.445	0.07	0.04	39.0	6.9	328.9

* Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher"

** Zunahme KBFTM in %

		Messung		Prognose						
		KBFTm	LpA	KBFTm	KBfmax	KBFTr	KBFTr	LpA	Δ LpA *	Δ KBFTm**
		[dB(A)]				Tag	Nacht	[dB(A)]	[dB(A)]	%
MO6										
Hauptstraße 31/33	MP2.1 Ril	0.028	-	0.059	0.089	0.01	0.01	-	-	111.8
	MP2.1 Riil	0.017	-	0.027	0.040	0.01	0.00	-	-	57.0
	beide Richtungen					0.01	0.01			
Hauptstraße 31/33	MP2.2 Ril	0.011	33.3	0.021	0.032	0.00	0.00	37.8	4.5	94.9
	MP2.2 Riil	0.006	26.3	0.009	0.013	0.00	0.00	< 30	1.4	48.5
	beide Richtungen					0.01	0.00			
	Maximalwert	0.028	33.3	0.059	0.089	0.01	0.01	37.8	4.5	111.8

* Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher"

** Zunahme KBFTM in %

AUFTRAGGEBER:
moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

AUFTRAG-NR.:
S 09.1587.16/3

Umbaumaßnahme Haltestellen Brackwede
Immissionsprognose

ANLAGE-NR.:
5.1

ERGEBNISTABELLEN
M8D 3FACH

ERGEBNISSE M8D 3fach

		Messung		Prognose						Anzahl der Fahrten Tag: 96 Nacht: 15		96 15	
		KBFTm	LpA	KBFTm	KBfmax	KBFT _r	KBFT _r	LpA	ΔLpA *	ΔKBFTm**			
		[dB(A)]				Tag	Nacht	[dB(A)]	[dB(A)]	%			
MO1													
Hauptstraße 155	MP2.1	Ril	0.049	-	0.135	0.203	0.03	0.02	-	-	175.6		
	MP2.1	Rill	0.046	-	0.127	0.190	0.03	0.02	-	-	175.5		
	beide Richtungen						0.04	0.02					
Hauptstraße 155	MP3.1	Ril	0.098	-	0.245	0.368	0.05	0.03	-	-	150.1		
	MP3.1	Rill	0.106	-	0.241	0.361	0.05	0.03	-	-	127.0		
	beide Richtungen						0.08	0.04					
Hauptstraße 155	MP3.2	Ril	0.041	39.9	0.117	0.175	0.03	0.01	46.1	6.2	185.2		
	MP3.2	Rill	0.043	40.4	0.120	0.180	0.03	0.02	44.2	3.8	179.8		
	beide Richtungen						0.04	0.02					
	Maximalwert		0.106	40.4	0.245	0.368	0.08	0.04	46.1	6.2	185.2		

* Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher"

** Zunahme KBFTM in %

		Messung		Prognose						Anzahl der Fahrten Tag: 96 Nacht: 15		96 15	
		KBFTm	LpA	KBFTm	KBfmax	KBFT _r	KBFT _r	LpA	ΔLpA *	ΔKBFTm**			
		[dB(A)]				Tag	Nacht	[dB(A)]	[dB(A)]	%			
MO3													
Hauptstraße 74	MP2.1	Ril	0.023	-	0.035	0.052	0.01	0.00	-	-	50.9		
	MP2.1	Rill	0.021	-	0.034	0.051	0.01	0.00	-	-	61.7		
	beide Richtungen						0.01	0.01					
Hauptstraße 74	MP3.1	Ril	0.054	-	0.084	0.125	0.02	0.01	-	-	54.9		
	MP3.1	Rill	0.064	-	0.113	0.169	0.03	0.01	-	-	76.1		
	beide Richtungen						0.03	0.02					
Hauptstraße 74	MP3.2	Ril	0.021	28.4	0.031	0.046	0.01	0.00	31.3	2.9	46.5		
	MP3.2	Rill	0.018	31.1	0.031	0.046	0.01	0.00	35.1	4.0	69.9		
	beide Richtungen						0.01	0.01					
	Maximalwert		0.064	31.1	0.113	0.169	0.03	0.02	35.1	4.0	76.1		

* Differenzpegel Schalldruck "nachher - vorher"

** Zunahme KBFTM in %

