

Vorhaben:

Unterlage
15.2

Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
Erneuerung EÜ km 341,945 (Strecke 3912) und EÜ km 0,430 (Strecke 3910)
sowie Aufweitung Wolfhager Straße

Untersuchung zu baubedingten Schall- und Erschütterungsimmissionen

Index	Änderungen bzw. Ergänzungen	Planungsstand																						
Vorhabenträger:																								
Stadt Kassel Straßenverkehrs- und Tiefbauamt Obere Königstraße 8 34117 Kassel		DB Netz AG Regionalbereich Mitte Projektrealisierung KIB 5 I.NP-MI-M-K(5) Hahnstraße 49 60528 Frankfurt am Main																						
02.07.2019	i.A. gez. Dr. Förster	02.07.2019 i.V. gez. Wolf																						
Datum	Unterschrift	Datum Unterschrift																						
Verfasser:																								
DB Systemtechnik GmbH Akustik und Erschütterungen Völckerstraße 5 80939 München																								
02.07.2019	i.A. gez. Hermann																							
Datum	Unterschrift																							
Genehmigungsvermerk Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen																								
<table border="1"><tr><td>Unterlage</td><td>Nr. 15.2</td></tr><tr><td colspan="2">zum</td></tr><tr><td colspan="2">Planfeststellungsbeschluss</td></tr><tr><td colspan="2">vom 28.9.2020</td></tr><tr><td colspan="2">Az. VI 1-G-061-k-06#2.197</td></tr><tr><td colspan="2">Wiesbaden, den 29.9.2020</td></tr><tr><td colspan="2">Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen</td></tr><tr><td colspan="2">Abt. VI</td></tr><tr><td colspan="2">Im Auftrag</td></tr><tr><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">Angestellte</td></tr></table>			Unterlage	Nr. 15.2	zum		Planfeststellungsbeschluss		vom 28.9.2020		Az. VI 1-G-061-k-06#2.197		Wiesbaden, den 29.9.2020		Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen		Abt. VI		Im Auftrag				Angestellte	
Unterlage	Nr. 15.2																							
zum																								
Planfeststellungsbeschluss																								
vom 28.9.2020																								
Az. VI 1-G-061-k-06#2.197																								
Wiesbaden, den 29.9.2020																								
Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen																								
Abt. VI																								
Im Auftrag																								
																								
Angestellte																								





DB Systemtechnik

Bericht

Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel Erneuerung EÜ km 341,945 (Strecke 3912) und EÜ km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufweitung Wolfhager Straße

Untersuchung zu baubedingten Schall- und Erschütterungsimmissionen

Dokument: 17-53829-I.T-IVE34(1)-T1

Datum: 27.06.2019

Fachabteilung: Akustik und Erschütterungen



Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Sachverhalte. Dieser Bericht darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Auftraggebers veröffentlicht werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung bedarf zusätzlich der Zustimmung des im Bericht genannten Auftragnehmers.

Inhaltsverzeichnis	Seite
Verzeichnis der Abkürzungen	3
Quellenverzeichnis / Literaturverzeichnis	4
1 Angaben zum Auftrag	6
2 Beschreibung der Baumaßnahme	7
3 Beschreibung des Umfeldes	8
3.1 Bebauung westlich der Eisenbahnüberführungen	9
3.2 Bebauung östlich der Eisenbahnüberführungen	9
4 Gesetzliche Grundlagen	10
4.1 AVV Baulärm	10
4.2 Hessisches Feiertagsgesetz (HFeiertagG)	12
5 Lärmvorbelastung	12
6 Methodik der weiteren Untersuchung	14
7 Auswahl der zu untersuchenden Arbeitsgänge und Emissionsansätze	14
8 Immissionsberechnungen und Ergebnisse	16
8.1 Ergebnisüberblick	17
8.2 Spitzenpegel	19
8.3 Zusammenfassung der Ergebnisse	20
9 Maßnahmen zur Minderung des Baulärms	21
9.1 Maßnahmen bei der Einrichtung und beim Betreiben der Baustelle	21
9.2 Beschränkung der Betriebszeit	22
9.3 Empfohlene Maßnahmen	22
10 Baubedingte Erschütterungsimmissionen	23
10.1 Risikobewertung für Gebäudeschäden nach DIN 4150 - Teil 3 für Rammarbeiten	24
10.2 Abschätzung der Einwirkung auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150 - Teil 2	26
11 Zusammenfassung	28
12 Unterschriften	29
Anlagen	
Anlage 1 Emissionsansätze	
Anlage 2 Übersichts- und Rasterlärmkarten	

Verzeichnis der Abkürzungen

AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
B-Straße	Bundesstraße
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BE-Fläche	Baustelleneinrichtungsfläche
dB(A)	Dezibel (Frequenzbewertung A)
EÜ	Eisenbahnüberführung
IRW	Immissionsrichtwert nach AVV Baulärm [2]
km	Kilometer
K_i	Impulszuschlag
K_T	Tonhaltigkeitszuschlag
LImSchG	Landesimmissionsschutzgesetz
LoD1	Level of Detail 1 (Detailierungsgrad des Gebäudemodells)
L_r	Beurteilungspegel
L_{WA}	Schalleistungspegel
$L_{WA,max}$	Maximal-Schalleistungspegel
$L_{WA,ges}$	Gesamtbeurteilungspegel
m	Meter
Osm	openstreetmaps

Quellenverzeichnis / Literaturverzeichnis

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) – Geräuschimmissionen vom 19. August 1970
- [3] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- [4] Baunutzungsverordnung (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786)
- [5] Hessisches Feiertagsgesetz (HFeiertagG)
- [6] DIN ISO 9613-2:1999-10, Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996)
- [7] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 4. Februar 1997 (BGBl. I S. 172, 1253), die durch Artikel 3 der Verordnung vom 23. September 1997 (BGBl. I S. 2329) geändert worden ist
- [8] Zweiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV) vom 29. August 2002 (BGBl. I S. 3478), die zuletzt durch Artikel 83 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist
- [9] Richtlinie 2000/14/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen vom 8. Mai 2000
- [10] Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm vom 25. Juni 2002
- [11] Richtlinie 2005/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2000/14/EG über die Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen vom 14. Dezember 2005
- [12] DIN 4150-1:2001-06, Erschütterungen im Bauwesen - Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen
- [13] DIN 4150-2:1999-06, Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- [14] DIN 4150-3:2016-12, Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen
- [15] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VLärmSchR 97 -, eingeführt durch Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 26/1997, Sachgebiet 12.1: Lärmschutz, 2. Juni 1997
- [16] Eisenbahn-Bundesamt, Verfügung zum Umgang mit bauzeitlichen Lärm in der Planfeststellung, 19.09.2016
- [17] DB E&C GmbH: Entwurfsplanung - Eisenbahnüberführung km 341,945 (Str. 3912) Wolfhager Straße, Stand: 30.04.2018
- [18] DB E&C GmbH: Entwurfsplanung - Eisenbahnüberführung km 0,430 (Str. 3910) Wolfhager Straße, Stand: 30.04.2018
- [19] DB E&C GmbH: Entwurfsplanung - Aufweitung Wolfhager Straße und Verrohrung Angersbach km 0,0 bis km 0,207, Stand: 25.06.2018
- [20] DB E&C GmbH, Lagepläne, Baustelleneinrichtungsflächen und Bauphasenpläne, via E-Mail, Stand Juni 2018

- [21] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Schriftenreihe Umwelt und Geologie, Unterreihe Lärmschutz in Hessen, Heft 2, 2004
- [22] Furukawa Rock Drill Germany, Datenblatt für Hydraulikhämmer, Frankfurt Main
- [23] Bundesanstalt für Wasserbau: „Statistische Auswertung von Erschütterungsemissionen Abschlussbericht“, Nr. A395 205 70002, Abteilung: Geotechnik, Ilmenau, 24.11.2015
- [24] M. Achmus, J. Kaiser: Prognose von Bauwerkerschütterungen infolge Ramm- und Vibrationsverdichtungsarbeiten, Institut für Grundbau, Bodenmechanik und Energiewasserbau, Universität Hannover
- [25] Bundesverwaltungsgericht, Urteil des 7. Senats vom 10.07.2012 zum Bau der U-Bahnlinie 5 im Bezirk Berlin-Mitte, BVerwG 7A 11.11
- [26] Oberverwaltungsgericht Rheinland-Pfalz, Urteil des 8. Senats vom 10.10.2018 zum Planfeststellungsbeschluss für das Vorhaben „Neubau eines Kreuzungsbahnhofs“ in Kirchheim, 8 C 11694/17.OVG
- [27] Stadt Kassel: Flächennutzungsplan – Zweckverband Raum Kassel, Dezember 2016
- [28] Kassel – Stadtplanung, Bauaufsicht und Denkmalschutz: Bauungspläne, Geoportal der Stadt Kassel mit rechtsverbindlichen Bebauungsplänen, Online im Internet: <https://www.stadt-kassel.de/stadtplan>
- [29] Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Gebäudedaten (LoD1), via E-Mail am 21.09.2018
- [30] Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Digitales Geländemodell 5, via E-Mail am 21.09.2018
- [31] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG): Umgebungslärmkartierung für Straßenverkehr 2012 nach RLS-90, Online im Internet: <http://laerm.hessen.de/>
- [32] Gertz Gutsche Rümenapp GbR, Verkehrsprognose zur Änderung der Wolfhager Straße (B251) in Kassel – Erneuerung EÜ km 341,945 (Strecke 3912) und EÜ km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufweitung Wolfhager Straße, im Auftrag der Stadt Kassel, 10. Dezember 2018 mit Ergänzung vom 23. März 2019
- [33] Eisenbahn-Bundesamt, Umgebungslärmkartierung an Schienenwegen von Eisenbahnen des Bundes, Online im Internet: <http://laermkartierung1.eisenbahn-bundesamt.de/mb3/app.php/application/eba>, Zugriff im Juli 2018
- [34] Deutsche Bahn AG – Umwelt-Lärmschutz (TUL), Betriebsprognose 2030 für die Strecken 1732, 1733, 3910, 3912 und 3913 sowie die Zulaufstrecken, Caroline-Michaelis-Str. 5-11, 10115 Berlin
- [35] Google Earth pro, Version 7.1.5.1557, Zugriff im November 2018
- [36] OpenStreetView, Online im Internet: <http://www.openstreetmap.de>, Zugriff im August 2018
- [37] DB Systemtechnik GmbH: Aufnahmen im Rahmen einer örtlichen Begehung, 07.09.2018
- [38] Datakustik GmbH: Schalltechnisches Berechnungsprogramm Cadna/A Version 2019, 167.4905

1 Angaben zum Auftrag

Aufgabenstellung:

Die Eisenbahnüberführungen (EÜ) über die Wolfhager Straße in km 341,945 der Strecke 3912 und in km 0,430 der Strecke 3910 im Stadtgebiet von Kassel sollen komplett erneuert werden.

Im Rahmen einer Baulärmabschätzung ist die schalltechnische Situation während der Bauphase anhand von maßgeblichen, lärmintensiven Arbeitsgängen zu untersuchen und mit den Immissionsrichtwerten der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) - Geräuschimmissionen -“ [2] zu vergleichen.

Ergänzend werden die baubedingten Erschütterungen betrachtet.

Auftraggeber:

DB Engineering & Consulting GmbH
I.TP-SO-P-EF(K)
Weimarische Straße 43
99099 Erfurt

Ansprechpartner:

Herr Dr. Markus Reuter
Tel.: 0361 3007003
E-Mail: markus.reuter@deutschebahn.com

Auftragnehmer:

DB Systemtechnik GmbH
Akustik und Erschütterungen (TT.TVE 34(1))
Völckerstraße 5
80939 München

Ansprechpartner:

Herr Sascha Hermann
Tel.: 089 1308 29534
E-Mail: sascha.hermann@deutschebahn.com

Verteiler des Berichtes:

Auftraggeber: digital,
aufstellende Fachabteilung: digital.

2 Beschreibung der Baumaßnahme

Die beiden zu erneuernden Eisenbahnüberführungen in km 341,945 der Strecke 3912 und km 0,430 der Strecke 3910 führen über die Wolfhager Straße.

U.a. sind folgende Maßnahmen geplant:

- Herrichtung der Baustelleneinrichtungsflächen,
- Abbruch der beiden Bestandsnatursteingewölbe und Stützwände,
- Aufweitung der Wolfhager Straße,
- Seitliche Vorfertigung der Rahmenbauwerke,
- Einschub der Rahmenbauwerke während einer Totalsperrung der Gleise,
- Aus- und Einbau der Gleise im Bereich der Eisenbahnüberführungen,
- Herstellung von neuen Stützwänden.

Der Einsatz eines automatischen Warnsystems zur Gleissicherung ist während der Bauphase nicht vorgesehen.

Die Überbauten im Verlauf der Strecken 3913, 1733 und 1732 werden baulich nicht verändert [17] [18] [19] [20].



Abbildung 1: Luftbild [17].



Abbildung 2 EÜ der Strecke 3912, Westseite [37]



Abbildung 3: EÜ der Strecke 3912, Ostseite [37]

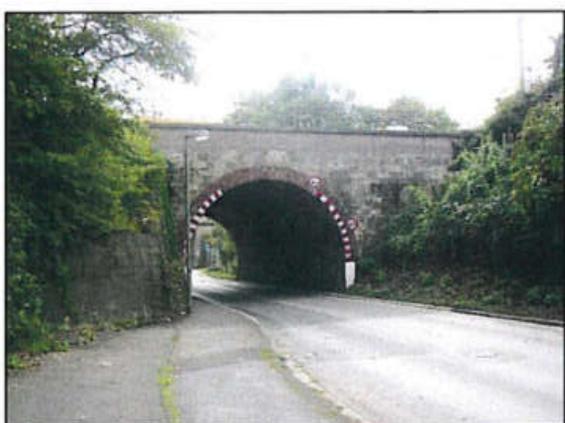


Abbildung 4 EÜ der Strecke 3910, Westseite [37]



Abbildung 5: EÜ der Strecke 3910, Ostseite [37]

3 Beschreibung des Umfeldes

Für einen Teil des zu untersuchenden Bereichs bestehen rechtskräftige Bebauungspläne. Für Nutzungsgebiete, für die zum gegenwärtigen Zeitpunkt kein Bebauungsplan existiert, erfolgt eine Einschätzung hinsichtlich der Art der baulichen Nutzung gemäß § 2 - § 11 BauNVO [4] anhand der tatsächlichen Nutzung und unter Einbeziehung des Flächennutzungsplans der Stadt Kassel [27], [28].

Die Eisenbahnüberführungen liegen im nördlichen Bereich des Gleisdreiecks in Kassel und überführen die Strecken 3910 und 3912 über die Wolfhager Straße. Die Gleisanlagen befinden sich ca. 7,5 m über dem Straßenniveau.

Nachfolgend wird die Bebauung westlich und östlich der Eisenbahnüberführungen beschrieben. Abbildung 6 zeigt ein Luftbild der örtlichen Situation.

Eine genaue Darstellung der vorhandenen Nutzungen ist der Übersichtskarte in **Anlage 2** zu entnehmen.



Abbildung 6: Luftbild der Eisenbahnüberführungen und dem baulichen Umfeld [35]

3.1 Bebauung westlich der Eisenbahnüberführungen

Westlich der Eisenbahnüberführungen befinden sich nördlich und südlich der Wolfhager Straße mehrheitlich als Reine Wohngebiete ausgewiesene Flächen. Die Wohnbebauung reicht bis an die Bahnanlage der Harleshäuser Kurve heran. Die Gebäude sind mehrheitlich ein- bis zweigeschossig mit ausgebautem Dachgeschoss. An der Kreuzung Zentgrafenstraße / Wolfhager Straße beginnend befindet sich eine Kleingartenanlage, welche bis zur Straße Finkenloh reicht.

Südlich der Eisenbahnüberführungen befinden sich innerhalb des Gleisdreiecks gewerblich genutzte Flächen der Deutschen Bahn. In dieser Richtung liegt die nächste Wohnbebauung ca. 630 m entfernt an der Kölnischen Straße.

3.2 Bebauung östlich der Eisenbahnüberführungen

Direkt östlich der Eisenbahnüberführungen befindet sich nördlich der Wolfhager Straße eine Kleingartenanlage, welche zum Teil zurückgebaut wird. Südlich der Wolfhager Straße befinden sich gewerbliche und industrielle genutzte Flächen.

Ab der Kreuzung Naumberger Straße / Wolfhager Straße bzw. Maybachstraße / Wolfhager Straße stehen Wohngebäude in gemischten genutzten Gebieten und in Allgemeinen Wohngebieten.

Im Norden befinden sich ebenfalls gewerblich genutzte Flächen der Deutschen Bahn und der Rangierbahnhof von Kassel.

In ca. 1200 Entfernung zur Baumaßnahme liegt der Gebäudekomplex des Marienkrankenhauses Kassel.

4 Gesetzliche Grundlagen

Baustellen sind als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen gemäß § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG [1]) einzustufen. Nach § 22 Abs. 1 und § 3 Abs. 1 BImSchG hat der Betreiber nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen sicherzustellen, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. Nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen müssen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

4.1 AVV Baulärm

Die Beurteilung von Baulärm erfolgt entsprechend § 66 Abs. 2 BImSchG nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen (AVV Baulärm) [2].

Die AVV Baulärm konkretisiert für Geräuschimmissionen von Baustellen den unbestimmten Rechtsbegriff der schädlichen Umwelteinwirkungen und legt Immissionsrichtwerte (IRW) in Abhängigkeit von der baulichen Nutzung für den Tages- und Nachtzeitraum fest.

Die AVV Baulärm unterscheidet folgende Beurteilungszeiträume:

- tags (07.00 Uhr - 20.00 Uhr),
- nachts (20.00 Uhr - 07.00 Uhr).

Werktage sowie Sonn-/ Feiertage werden nicht unterschieden.

Die Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte nach AVV Baulärm [2]

Gebiete nach AVV Baulärm	Immissionsrichtwerte in dB(A)		Gebietskategorien in Anlehnung an die BauNVO
	tags	nachts	
Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind.	70	70	Industriegebiet (GI)
Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind.	65	50	Gewerbegebiet (GE)
Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind.	60	45	Mischgebiet *) (MI)
Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind.	55	40	Allgemeines Wohngebiet **) (WA)
Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind.	50	35	Reines Wohngebiet (WR)
Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35	Sondergebiet/ Kurgebiet (SO)

Hinweis: Die in der Tabelle angegebenen Gebietskategorien der BauNVO entsprechen nicht in vollem Umfang den Gebietsdefinitionen der AVV Baulärm. Der Einfachheit begründet wird für die Bezeichnung der Gebietskategorie nach AVV Baulärm der in Spalte 4 festgelegte Name (Abkürzung) verwendet.

*) Schließt Dorfgebiete (MD), Kerngebiete (MK) und Wohnen im Außenbereich (AU) mit ein. Für Kleingartenanlagen wird die Schutzbedürftigkeit eines Mischgebietes im Tageszeitraum zugrunde gelegt. Für Besondere Wohngebiete (WB) wird im Tageszeitraum die Schutzbedürftigkeit eines Mischgebietes und im Nachtzeitraum die eines Allgemeinen Wohngebietes zu Grunde gelegt.

**) Schließt Kleinsiedlungsgebiete (WS) mit ein. Für Bildungseinrichtungen wird die Schutzbedürftigkeit eines allgemeinen Wohngebietes zugrunde gelegt.

Für die Zuordnung der Immissionsorte zu den in Nr. 3.1.1 der AVV Baulärm genannten Gebieten gelten nach Nr. 3.2 AVV Baulärm folgende Grundsätze:

- Sind im Bebauungsplan Gebiete festgesetzt, die den in Nummer 3.1.1 AVV Baulärm aufgeführten Gebieten entsprechen, so ist vom Bebauungsplan auszugehen.
- Weicht die tatsächliche bauliche Nutzung im Einwirkungsbereich der Anlage erheblich von der im Bebauungsplan festgesetzten baulichen Nutzung ab, so ist von der tatsächlichen baulichen Nutzung des Gebietes auszugehen.
- Ist ein Bebauungsplan nicht aufgestellt, so ist die tatsächliche bauliche Nutzung zugrunde zu legen.

Zur Ermittlung des Beurteilungspegels ist nach Nr. 6.7 AVV Baulärm von dem Wirkpegel unter Berücksichtigung der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer der Baumaschinen eine Zeitkorrektur entsprechend Tabelle 2 abzuziehen.

Tabelle 2: Zeitkorrektur des Beurteilungspegels nach der Betriebsdauer von Baumaschinen

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von		Zeitkorrektur
7 Uhr bis 20 Uhr (tags)	20 Uhr bis 7 Uhr (nachts)	
bis 2,5 h	bis 2 h	10 dB(A)
über 2,5 h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	5 dB(A)
über 8 h	über 6 h	0 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen nach Abschnitt 3.1.3 AVV Baulärm die Immissionsrichtwerte in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Lässt sich eine Lärmvorbelastung im Umfeld der Baustelle feststellen, welche im Mittel über den Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm liegt, kommt gemäß Urteil des Bundesverwaltungsgerichts zum Bau der U-Bahnlinie 5 in Berlin [25] im Grundsatz eine Anhebung der Immissionsrichtwerte in Betracht. Der angehobene Immissionsrichtwert wird dabei als fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle bezeichnet.

In Bezug auf Abschnitt 4.1 der AVV Baulärm kann von Maßnahmen zur Lärminderung abgesehen werden, soweit durch den Betrieb von Baumaschinen infolge nicht nur gelegentlich einwirkender Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten [2].

Von der Stilllegung der Baumaschine kann nach Abschnitt 5.2.2 AVV Baulärm trotz Überschreitung der Immissionsrichtwerte abgesehen werden, wenn die Bauarbeiten

- zur Verhütung oder Beseitigung eines Notstandes oder zur Abwehr sonstiger Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung oder
- im öffentlichen Interesse

dringend erforderlich sind und die Bauarbeiten ohne die Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt werden können.

4.2 Hessisches Feiertagsgesetz (HFeiertagG)

Nach § 6 des Hessischen Feiertagsgesetzes sind Arbeiten verboten, die geeignet sind, die äußere Ruhe des Tages zu beeinträchtigen. Weiterhin sind nach §6 Abs. 3 des Gesetzes auch bei erlaubten Arbeiten unnötige Störungen und Geräusche zu vermeiden. Ausnahmen von den Beschränkungen und Verboten kann durch die örtlichen Ordnungsbehörden nach § 14 Abs. 1 HFeiertagsG gewährt werden [5].

5 Lärmvorbelastung

Nachfolgend wird überprüft, ob aufgrund vorhandener Lärmvorbelastungen eine Anhebung der in Tabelle 1 angegebenen Immissionsrichtwerte nach der AVV Baulärm gerechtfertigt ist.

Zur Ermittlung der Lärmvorbelastungen werden die online verfügbaren Lärmkartierungen des Bundeslandes Hessen für den Straßenverkehr und gewerbliche bzw. industrielle Anlagen sowie die Lärmkartierungen des Eisenbahnbundesamtes für den Schienenverkehr herangezogen. Mit deren Hilfe lassen sich die Schwerpunkte der Lärmvorbelastung im Bereich der Wolfhager Straße bestimmen, welche im späteren Verlauf der Untersuchung genauer betrachtet werden.

Bei den Lärmkartierungen des Bundeslandes Hessen ist für den Straßenverkehr 2012 der Mittelungspegel Tag ($L_{m,T}$) und der Mittelungspegel Nacht ($L_{m,N}$) nach RLS-90 angegeben. Diese stimmt annähernd mit den Beurteilungszeiträumen nach der AVV Baulärm überein und können zum orientierenden Vergleich herangezogen werden [15], [31].

Die Lärmkarten für den Schienenverkehr und Gewerbe beinhalten jeweils den 24-Stunden-Pegel (L_{den}) und den Nachtpegel (L_{night}). Diese Lärmindizes nach EU-Umgebungslärmrichtlinie unterscheiden sich definitionsgemäß von den Beurteilungspegeln nach der AVV Baulärm [10], [31], [33].

Um die Lärmvorbelastung aus dem Schienenverkehr näherungsweise mit den in der AVV Baulärm definierten Bezugszeiten berücksichtigen zu können, erfolgt der Aufbau eines akustisches Modells mit der Software Cadna/A (vgl. Abschnitte 6 und 8), in welchem die Lärmvorbelastung des Schienenverkehrs mit der Verkehrsprognose 2030 überschlägig für jeden Immissionspunkt ermittelt wird [34].¹

Die Überprüfung der Lärmkartierungen und unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrszahlen [32] für den Straßenverkehrslärm zeigt, dass der Straßenverkehrslärm im Vergleich zum Schienenverkehrslärm im Bereich der Wolfhager Straße von untergeordneter Bedeutung ist. Die Gebiete mit erhöhter Lärmvorbelastung durch Straßenverkehr befinden sich mehrheitlich südlich des Kasseler Bahndreiecks bzw. südöstlich des Hauptbahnhofs. Die Berechnungen der baubedingten Schallimmissionen zeigen für diese Bereiche nur geringe Überschreitungen der Immissionsrichtwerte. Aus diesen beiden Gründen werden die Schallimmissionen des Straßenverkehrs nicht als Lärmvorbelastung berücksichtigt.

Gewerbliche Lärmbelastungen sind in keinem relevanten Ausmaß lärmkartografisch erfasst. Es ist davon auszugehen, dass die gewerblichen Lärmbelastungen im Vergleich zu den Schienenverkehrslärmimmissionen von untergeordneter Bedeutung sind. Sie werden deshalb ebenfalls nicht in die Berechnung der Lärmvorbelastung einbezogen.

Hinsichtlich der Schallimmissionen aus dem Schienenverkehr wird für jeden Immissionsort die Höhe der Vorbelastung bestimmt und mit den Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm für die entsprechende Gebietsnutzung verglichen.

¹ Anmerkung: Die Bezugszeiten, welche bei der Berechnung der Schienenimmissionen Anwendung finden, weichen geringfügig von denen der AVV Baulärm ab. Ein Vergleich der Immissionen kann aber in erster Näherung durchgeführt werden.



Abbildung 7: Überblick über die berücksichtigten Emissionsquellen für die Betrachtung der Lärmvorbelastung; Schienenverkehr (schwarz); Schallschutzwände (grün).

Eine Anhebung der Immissionsrichtwerte nach der AVV Baulärm kommt in Betracht, solange die Summe der Beurteilungspegel aus den Immissionen der Vorbelastung und denen des Baubetriebes nicht maßgeblich höher als die Lärmvorbelastung selbst ist. Demzufolge darf der Immissionsbeitrag aus den baubedingten Schallimmissionen bei einer Anhebung der Immissionsrichtwerte nicht zu einer relevanten Zusatzbelastung führen. Das ist in der Regel der Fall, wenn die baubedingten Schallimmissionen mindestens 10 dB unter den Schallimmissionen der Vorbelastung liegen. Die Höhe der Pegel, bei denen keine zusätzliche Immissionsbelastung durch die baubedingten Schallimmissionen verursacht wird, wird als fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle (FZS) bezeichnet.

Anhand der Rechenergebnisse wird eine Anhebung der Immissionsrichtwerte aufgrund von Lärmvorbelastungen aus Schienenverkehr im Tages- und im Nachtzeitraum für fachlich gerechtfertigt angesehen.

Die durchgeführte Untersuchung der Lärmvorbelastung erhebt nicht den Anspruch einer vollständigen schalltechnischen Untersuchung für die Schallimmissionen des Schienenverkehrs. Bei der Ermittlung der Vorbelastung werden konservative Ansätze gewählt, die die Lärmvorbelastung nach unten abschätzen. Für die Schiene erfolgt die Berechnung der Reflexion bis zur ersten Ordnung.

Die ermittelten Immissionspegel der Lärmvorbelastung und somit die anzusetzende fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle werden ganzzahlig abgerundet.

Die Ergebnisse aus der Betrachtung der Lärmvorbelastung werden bei der Auswertung in Kapitel 8 betrachtet und in den Lärmrasterkarten in **Anlage 2** grafisch dargestellt.

6 Methodik der weiteren Untersuchung

Die Geräuschsituation während der Bauphase im Bereich der Eisenbahnüberführungen wird auf Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Entwurfsplanungsberichte unter Annahme eines möglichen, typischen Geräteeinsatzes abgeschätzt [17].

Ausgehend von den Emissionspegeln und Einwirkzeiten der jeweiligen Baumaschinen erfolgt die Berechnung der Immission, d.h. der individuellen Geräuschbelastung.

Zur Berechnung der Immissionspegel wird ein akustisches Ausbreitungsmodell aufgebaut, welches auf einem digitalen Geländemodell und einem LoD1-Datensatz basiert [29], [30]. Zur besseren Orientierung werden Straßen- und Schienenzüge aus openstreetmaps-Daten importiert [36]. Für die Berechnung der Lärmvorbelastung aus dem Schienenverkehr liegen zusätzlich Trassenverläufe der DB Netz AG vor.

Die Berechnungen erfolgen mit Hilfe der Software Cadna/A 2019, Version 167.4905.

7 Auswahl der zu untersuchenden Arbeitsgänge und Emissionsansätze

Die Berechnung der Emissionen wird auf Grundlage der einzelnen Bauarbeiten unter Annahme von möglichen, typischen Geräteeinsätzen durchgeführt.

Die Beurteilung erfolgt für den Tageszeitraum und, sofern vorgesehen, für den Nachtzeitraum [17].

Die schalltechnischen Berechnungen werden getrennt für jeden Arbeitsgang durchgeführt. Auf diese Weise können mögliche Konfliktpotentiale festgestellt und Lösungsmöglichkeiten erörtert werden.

Die Emissionsansätze mit Angabe der berücksichtigten Schallquellen und zugrunde gelegten Einwirkzeiten sind als **Anlage 1** beigefügt. Tabelle 3 enthält eine Zusammenfassung der betrachteten Arbeitsgänge und Baumaschinen.

Tabelle 3: Berücksichtigte Arbeitsgänge mit Angabe der lärmintensiven Baumaschinen und Emissionsarten

Arbeitsgang	Lärmintensive Baumaschine	Zeitraum (Datum)	Emissionsart (Höhe über Arbeitsebene)	Resultierender Schalleistungsbeurteilungspegel L _{WA} in dB(A)	
				tags	nachts
Baustellen-einrichtung / Vorlaufarbeiten	- Minibagger - LKW - Beladung - Kettensäge - Radlader	tags (ca. 3 - 4 Monate)	Flächenquelle (2 m)	107,4	--
Betonage	- Betonpumpe - Betontransportmischer - Radlader - Flaschenrüttler - Zweibegebagger	tags / nachts (5 - 10 Tage Brücken 5 - 14 Tage Stützwände)	Flächenquelle (2 m)	110,4	110,4
Bohrarbeiten / Daueranker	- (Anker)bohrgerät (2x) - Radbagger	tags / nachts (über 4 Monate verteilt)	Flächenquelle (2 m)	109,8	109,8
Abbrucharbeiten	- Bagger mit Spitzmeißel - Bohrhammer - Fugenschneider - LKW	tags / nachts (ca. 10 - 14 Tage)	Flächenquelle (2 m)	117,5	117,5
Gleisarbeiten / Oberbauarbeiten	- Zweibegebagger - Baustellenschweißaggregat - Trennschleifmaschine - Mobilkran - Einzelkraftstopfer - Gleisschrauber	tags / nachts (ca. 10 - 14 Tage)	Flächenquelle (2 m)	113,5	113,5
Einschub des Rahmens	- Zweibegebagger - Mehrzweckverdichter - Mobilkran - Hydraulikpresse (2x)	tags / nachts (ca. 8 - 12 Stunden)	Flächenquelle (2 m)	110,2	110,2
Spundwandverbau	- Hydraulikramme - Mobilkran	tags / nachts (ca. 10Tage)	Flächenquelle (4 m)	122,3	122,3
Straßenarbeiten	- Radlader - Radbagger - Vibrationswalze - LKW-Beladung - Asphaltiermaschine	tags (ca. 158 Tage)	Flächenquelle (2 m)	112,9	--

Der Einsatz von Baumaschinen auf einer Baustelle beschränkt sich in der Regel nicht auf die hier aufgeführten, lärmintensiven Maschinen. Je nach Anforderung an den Bauvorgang kommen auch kleinere Geräte und manuelle Arbeiten zum Einsatz. Es ist davon auszugehen, dass diese bei Einhaltung des Standes der Technik wesentlich geringere Schallemissionen verursachen und

dadurch den Gesamtschalleistungspegel unwesentlich beeinflussen. Es erfolgt daher keine weitere Berücksichtigung dieser Geräte.

Für die Höhe der Schallquellen im Modell wird die mittlere Emissionshöhe der lärmintensivsten Baumaschine je Arbeitsgang zugrunde gelegt.

Im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche wird keine separate Betrachtung von Nachtarbeiten durchgeführt. Es ist davon auszugehen, dass im Nachtzeitraum keine lärmintensiven Arbeiten auf der BE-Fläche durchgeführt werden.

Im Gleisbereich sollen zusätzlich zu den genannten Maschinen Gleisstopfmaschinen eingesetzt werden. Gleisstopfmaschinen besitzen einen relativ hohen Schalleistungspegel und einen schnellen Arbeitsfortschritt (je nach Stopfdurchgang bis zu 2300 m pro Stunde). Bei den in Tabelle 3 dargestellten Gleisarbeiten werden Maschinen mit einem langsamen Arbeitsfortschritt betrachtet. Es ist daher nicht zweckdienlich, die Gleisstopfmaschinen mit denen in Tabelle 3 angegebenen Maschinen in einem Arbeitsgang zusammenzufassen. Durch den hohen Arbeitsfortschritt der Gleisstopfmaschinen ist die Belastung für den Anwohner gleich bzw. tendenziell geringer einzustufen als die Belastungen, die aus dem Arbeitsgang Gleisarbeiten in Tabelle 3 resultieren.

Die Arbeiten an den beiden Eisenbahnüberführungen werden z.T. zeitlich versetzt durchgeführt, wobei der zeitliche Übergang fließend sein kann. Das betrifft vor allem die lärmintensivsten Arbeitsgänge wie Spundwandverbau, Abbrucharbeiten und Gleisarbeiten. Dafür werden im schalltechnischen Modell jeweils separate Emissionsquellen angelegt. Um in den Berechnungen eine Überlagerung der Baulärmeinwirkungen, welche durch die beiden Baumaßnahmen verursacht werden zu minimieren, werden die Standorte im schalltechnischen Modell gegeneinander abgeschirmt. Die gegeneinander abgeschirmten Berechnungen werden dann in der Rasterlärnkarte gemeinsam dargestellt. Alle vorlaufenden Arbeiten wie z.B. Aushub sollen zeitgleich ablaufen. Die Schallimmissionen der einzelnen EÜs können sich somit überlagern. Dadurch kann es, abhängig von der tatsächlichen Position der einzelnen Maschinen, zu einer maximalen Erhöhung der Beurteilungspegel um max. 3 dB kommen.

Laut dem Entwurfsplanungsbericht zur EÜ in km 341,945 der Strecke 3912 [17] ist mit einem Baustellenverkehrsaufkommen von ca. 6 LKW pro Stunde zu rechnen. Die Verkehrsuntersuchung der Stadt Kassel ergibt im Bereich der Eisenbahnüberführungen der Wolfhager Straße ein Verkehrsaufkommen in 24 Stunden von ca. 916 Schwerlastfahrzeugen (LKW, Busse, etc.) und rund 17404 Leichtfahrzeugen (PKW, Krafträder, Kleintransporter). Für die Betrachtung wird der „Analysefall 2018“ aus der Untersuchung verwendet, da dieser tendenziell eher mit dem Starttermin der Baumaßnahme übereinstimmt als die Verkehrsprognose für 2030 [32]. Die Verkehrszahlen entsprechen einem Verkehrsaufkommen von durchschnittlich 38 Schwerlastfahrzeugen bzw. 725 Leichtfahrzeugen pro Stunde. Die durch den Verkehrszuwachs der Baustellenfahrzeuge verursachten Immissionen sind somit von untergeordneter Bedeutung und werden deshalb nicht schalltechnisch näher betrachtet.

8 Immissionsberechnungen und Ergebnisse

Ausgehend von den ermittelten Emissionspegeln erfolgt die Berechnung der Immissionen anhand von Rasterlärnkarten für eine Höhe von 5,1 Meter über der Geländeoberkante. Diese Höhe entspricht der Immissionspunkthöhe für das erste Obergeschoss.

Zusätzlich werden die Schallimmissionen vereinfacht an allen Immissionsorten, für welche nach erster Abschätzung eine Immissionsrichtwertüberschreitung nach der AVV Baulärm in Betracht

kommt, im Umfeld der Baustelle berechnet. Untersucht werden insgesamt 13985 Gebäude bzw. Gebäudeteile.²

Für die vereinfachte Berechnung der Immissionsorte an einem Gebäude bzw. Gebäudeteil wird jeweils nur das aus schalltechnischer Sicht kritischste, oberste Stockwerk betrachtet.

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 [6]. Für die Bodendämpfung wird das alternative, nicht spektrale Berechnungsverfahren angewendet.

Die Berechnungsergebnisse sind nachfolgend für die einzelnen Arbeitsgänge zusammengefasst.

Bei der Auswertung wird eine Anhebung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Lärmvorbelastungen aus dem Schienenverkehr (vgl. Abschnitt 5) berücksichtigt.

Ergänzend sind die Ergebnisse in **Anlage 2** als flächenhafte Rasterlärmkarten dargestellt. Berechnete Gebäude bzw. Gebäudeteile, bei denen eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach der AVV Baulärm und der fachplanerischen Zumutbarkeitsschwelle vorliegt, sind in den Rasterlärmkarten dunkelrot eingefärbt. Gebäude, an denen eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte nach der AVV Baulärm besteht und die fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle nicht überschritten ist, sind hellrot dargestellt. Für hellgrau dargestellte Gebäude lässt sich keine Überschreitung der IRW nachweisen. Dunkelgrau dargestellte Gebäude sind von der Berechnung ausgenommen worden.

Alle Ergebnisse gelten für die in **Anlage 1** angegebenen Berechnungsansätze.

8.1 Ergebnisüberblick

In Tabelle 4 und Tabelle 5 erfolgt die Darstellung der Anzahl berechneter Immissionsorte, bei denen die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm überschritten sind, getrennt für jeden Arbeitsgang mit und ohne Berücksichtigung der Lärmvorbelastung.

Der Beurteilungspegel eines Immissionsortes in Tabelle 4 gilt als überschritten, sofern der ganzzahlige aufgerundete Beurteilungspegel den Immissionsrichtwert nach der AVV Baulärm überschreitet.

Der Beurteilungspegel eines Immissionsortes in Tabelle 5 gilt als überschritten, sofern der ganzzahlige aufgerundete Beurteilungspegel den Immissionsrichtwert nach der AVV Baulärm bzw. die fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle (siehe Kapitel 5) überschreitet.

Anmerkungen:

- Die dargestellte Anzahl von Objekten muss nicht zwingend mit der tatsächlichen Anzahl an Gebäuden im untersuchten Bereich übereinstimmen.
- Bei Objekten mit einer Grundfläche > 35 m² oder einer Höhe > 2 m wird von einer schutzbedürftigen Nutzung ausgegangen. Da beispielsweise Anbauten mit einer Grundfläche > 35 m² als eigenständige Immissionspunkte berücksichtigt werden, kann ein Gebäude mehrere Immissionspunkte aufweisen.

Es werden keine Gebäude berücksichtigt, welche im Bebauungsplan oder Flächennutzungsplan nicht beplant sind und bei denen nach erster Einschätzung keine erkennbare Wohnraumnutzung vorhanden ist.

- Es erfolgt keine Überprüfung, ob bei den berücksichtigten Immissionssorten eine schutzbedürftige Nutzung vorliegt.

² Hinweis: Für jede Fassadenseite eines Gebäudes /Gebäudeteil wird eine Immissionspunktberechnung durchgeführt. Eine Anlage aller Einzelpunktberechnungen ist aufgrund des Umfangs nicht möglich. Einzelpunktergebnisse zu konkreten Objekten können auf Nachfrage zur Verfügung gestellt werden.

Tabelle 4: Übersicht der Berechnungsergebnisse der einzelnen Bauphasen und Arbeitsgänge **ohne** Berücksichtigung der Lärmvorbelastung (Pegel ganzzahlig aufgerundet)

Arbeitsgang	Tags			Nachts		
	Anzahl der Gebäude mit IRW-Überschreitung	maximaler Beurteilungspegel in dB(A)	Höhe der max. Überschreitung in dB	Anzahl der Gebäude mit IRW-Überschreitung	maximaler Beurteilungspegel in dB(A)	Höhe der max. Überschreitung in dB
Baustelleneinrichtung	40 von 13985	55	5	entfällt (keine Arbeiten)		
Betonage	30 von 13985	59	9	1019 von 13985	59	24
Bohrarbeiten / Daueranker	26 von 13985	58	8	860 von 13985	58	23
Abbrucharbeiten	193 von 13985	65	15	3383 von 13985	65	30
Gleisarbeiten	82 von 13985	62	12	1972 von 13985	62	27
Einschub des Rahmens	26 von 13985	58	8	850 von 13985	58	23
Spundwandverbau	689 von 13985	71	21	7343 von 13985	71	36
Straßenarbeiten	13 von 13985	57	7	entfällt (keine Arbeiten)		

Tabelle 5: Übersicht der Berechnungsergebnisse der einzelnen Bauphasen und Arbeitsgänge **mit** Berücksichtigung der Lärmvorbelastung (Pegel ganzzahlig aufgerundet)

Arbeitsgang	Tags			Nachts		
	Anzahl der Gebäude mit IRW-Überschreitung	maximaler Beurteilungspegel in dB(A)	Höhe der max. Überschreitung in dB	Anzahl der Gebäude mit IRW-Überschreitung	maximaler Beurteilungspegel in dB(A)	Höhe der max. Überschreitung in dB
Baustelleneinrichtung	37 von 13985	55	4	entfällt (keine Arbeiten)		
Betonage	29 von 13985	59	7	947 von 13985	59	11
Bohrarbeiten / Daueranker	24 von 13985	58	4	784 von 13985	58	9
Abbrucharbeiten	192 von 13985	65	13	3325 von 13985	65	17
Gleisarbeiten	80 von 13985	62	10	1890 von 13985	62	15
Einschub des Rahmens	25 von 13985	58	6	770 von 13985	58	10
Spundwandverbau	688 von 13985	71	18	7321 von 13985	71	23
Straßenarbeiten	11 von 13985	57	3	entfällt (keine Arbeiten)		

Wie aus Tabelle 4 und Tabelle 5 zu erkennen ist, ist eine große Anzahl von Gebäuden insbesondere im Nachtzeitraum und auch bei Einbezug der Lärmvorbelastung von Richtwertüberschreitungen betroffen.

In Tabelle 6 wird daher informativ die Anzahl der Gebäude ermittelt, bei denen ein Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts überschritten ist. Beurteilungspegel ab 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts können als mögliche Schwellenwerte interpretiert werden, ab denen möglicherweise eine Gesundheitsgefährdung für den Anwohner eintreten kann [25]. Ebenso ist es in der Regel gewährleistet, dass die Richtwerte für die Innenraumnutzung nach der der 24. BImSchV eingehalten werden, sofern ein Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts nicht überschritten wird (siehe Kapitel 9.3 und [26]). Die genannten Schwellenwerte besitzen keine rechtliche Verbindlichkeit und sollten daher im Einzelfall mit der Genehmigungsbehörde abgestimmt werden.

Tabelle 6: Übersicht der Berechnungsergebnisse der einzelnen Bauphasen und Arbeitsgänge bei denen ein Beurteilungspegel (Pegel ganzzahlig aufgerundet) von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts überschritten wird.

Arbeitsgang	Tags			Nachts		
	Anzahl der Gebäude mit IRW-Überschreitung	maximaler Beurteilungspegel in dB(A)	Höhe der max. Überschreitung von 70 dB(A) in dB	Anzahl der Gebäude mit IRW-Überschreitung	maximaler Beurteilungspegel in dB(A)	Höhe der max. Überschreitung von 60 dB(A) in dB
Baustelleneinrichtung	0 von 13985	55	0	entfällt (keine Arbeiten)		
Betonage	0 von 13985	59	0	0 von 13985	59	0
Bohrarbeiten / Daueranker	0 von 13985	58	0	0 von 13985	58	0
Abbrucharbeiten	0 von 13985	65	0	11 von 13985	65	5
Gleisarbeiten	0 von 13985	62	0	3 von 13985	62	2
Einschub des Rahmens	0 von 13985	58	0	0 von 13985	58	0
Spundwandverbau	1 von 13985	71	1	83 von 13985	71	11
Straßenarbeiten	0 von 13985	57	0	0 von 13985	57	0

8.2 Spitzenpegel

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen nach Abschnitt 3.1.3 AVV Baulärm die Immissionsrichtwerte in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten. Für den Tageszeitraum bestehen keine Anforderungen an Spitzenpegel.

Zur Überprüfung des Spitzenpegelkriteriums wird eine überschlägige Berechnung an den nächstgelegenen Immissionsorten (Wohnungen) westlich und östlich der Eisenbahnüberführungen durchgeführt und der Schalleistungspegel einer Baumaschine ermittelt, bei dem innerhalb des Bauabschnittes von einer Überschreitung des Richtwertes um mehr als 20 dB(A) durch einzelne Geräuschspitzen auszugehen ist.

Tabelle 7: Maximal zulässiger Spitzenschalleistungspegel für ausgewählte, nahe zur Baumaßnahme gelegene Immissionsorte mit Wohnnutzung.

	Immissionsort	Maximal zulässiger Spitzenschalleistungspegel
Arbeiten im Bereich der westlichen EÜ:	Zentgrafenstraße 1	105 dB(A)
Arbeiten auf den nördlichen BE-Flächen	Zentgrafenstraße 5B	109 dB(A)
Arbeiten im Bereich der östlichen EÜ:	Naumburger Straße 53	125 dB(A)
Arbeiten auf den südlichen BE-Flächen	Kölnische Straße 177	120 dB(A)

Zur weiteren Abschätzung gibt Tabelle 8 den maximalen Abstand zu einem Emissionspunkt innerhalb des Bauabschnittes an, bis zu dem für verschiedene Spitzenpegel eine Überschreitung des Richtwertes um mehr als 20 dB(A) durch einzelne Geräuschspitzen zu erwarten ist. Die Werte werden aus einem für freie Schallausbreitung in Cadna/A berechneten Raster mit einer 2 m über dem Boden gelegenen Punktquelle bestimmt. Das Raster wird für eine Höhe von 5,1 m (1. OG) berechnet.

Tabelle 8: Maximaler Abstand zum Emissionsort innerhalb dessen Spitzenpegelüberschreitungen in Abhängigkeit des Spitzenschalleistungspegels und der Gebietsnutzung zu erwarten sind.

Spitzenschalleistungspegel in dB(A)	Abstand zum Emissionsort innerhalb dessen Spitzenpegelüberschreitungen zu erwarten sind (in m)		
	WR	WA	MI
100	85	38	22
110	140	85	55
115	230	140	85
120	390	230	140
125	640	390	230
130	1040	640	390

Es ist zu erwarten, dass ein Spitzenschalleistungspegel von $L_{WA,max} \geq 105$ dB(A) bei allen lärmintensiven Arbeiten im Nachtzeitraum überschritten wird. Spitzenschalleistungspegel $L_{WA,max} \geq 125$ dB(A) sind voraussichtlich bei den Abbruch- und Rammarbeiten zu erwarten. Auf den Baustelleneinrichtungsflächen sind Spitzenschalleistungspegel von maximal 119 dB zu erwarten.

8.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die in Abschnitt 8.1 und 8.2 angegebenen Berechnungsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Tageszeitraum:

- Im Tageszeitraum sind Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach der AVV Baulärm bei allen lärmintensiven Arbeitsgängen zu erwarten.
- Die höchsten Überschreitungen treten während der Abbruch- und Spundwandarbeiten auf. Bei den Abbrucharbeiten sind Gebäude in westlicher Richtung in bis zu 580 m Entfernung von Richtwertüberschreitungen betroffen. Bei den Spundwandarbeiten treten westlich und östlich der Bahn Überschreitungen in einem Abstand von bis zu 1100 m auf.
- Bei den Gleisarbeiten treten Überschreitungen der Immissionsrichtwerte in westlicher Richtung in bis zu 520 m Entfernung auf. Bei den übrigen Arbeitsgängen beschränken sich die von Richtwertüberschreitungen betroffenen Gebäude auf den Nahbereich der Baumaßnahme entlang der Wolfhager Straße und Zentgrafenstraße (max. 270 m Entfernung).
- Östlich der EÜs gelegene Wohnbebauung ist nur bei den Spundwandarbeiten von Richtwertüberschreitungen betroffen.
- Die Gebäude mit den höchsten Richtwertüberschreitungen befinden sich auf der Westseite des Bahnkörpers entlang der Wolfhager Straße und Zentgrafenstraße.
- Beurteilungspegel von 70 dB(A) werden tags über nur bei den Spundwandarbeiten an einem Gebäude erwartet.
- Während der Rammarbeiten treten Überschreitungen der Immissionsrichtwerte von max. 3 dB an dem ca. 1100 m entfernten Marienkrankenhaus Kassel auf. Es wird darauf hingewiesen, dass die Immissionspegel am Marienkrankenhaus zu keiner Zeit einen Beurteilungspegel von 70 dB(A) im Tageszeitraum überschreiten.
- Die aus der Betrachtung der Lärmvorbelastung resultierenden Beurteilungspegel der untersuchten Gebäude liegen zum Teil deutlich über den Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm. Da die fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle auf einem um 10 dB verminderten Lärmvorbelastungswert basiert, ergeben sich im Hinblick auf die Anzahl der betroffenen Gebäude nur geringfügige Unterschiede zwischen der Betrachtung mit und ohne Lärmvorbelastung.

Nachtzeitraum:

- Im Nachtzeitraum sind sehr hohe Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach der AVV Baulärm bei allen untersuchten, lärmintensiven Arbeitsgängen zu erwarten.
- Die höchsten Überschreitungen treten während der Abbruch- und Spundwandarbeiten auf. Bei den Spundwandarbeiten sind im Nachtzeitraum in einem Umkreis von bis zu 2300 m zur Baumaßnahme Überschreitungen der Immissionsrichtwerte zu erwarten.
- Bei den Abbrucharbeiten treten Überschreitungen in westlicher Richtung in bis zu 2000 m, in östlicher Richtung bis zu 1200 m und in südlicher Richtung in bis zu 950 m Entfernung auf.
- Bei den Gleisarbeiten treten Überschreitungen in westlicher Richtung in bis zu 1450 m, in östlicher Richtung bis zu 1100 m und in südlicher Richtung in bis zu 920 m Entfernung auf.

- Bei den übrigen Arbeitsgängen treten Überschreitungen in westlicher Richtung in bis zu 1100 m, in östlicher Richtung bis zu 800 m und in südlicher Richtung in bis zu 750 m Entfernung auf.
- Die Gebäude mit den höchsten Richtwertüberschreitungen befinden sich auf der Westseite des Bahnkörpers entlang der Wolfhager Straße und Zentgrafenstraße.
- Beurteilungspegel von 60 dB(A) treten nachts über bei den Spundwand-, Abbruch- und Gleisarbeiten auf (siehe Tabelle 6).
- Zusätzlich ist davon auszugehen, dass der zulässige Spitzenpegel im Umfeld der Baustelle bei allen lärmintensiven Arbeitsgängen im Nachtzeitraum überschritten wird. Mit besonders hohen Überschreitungen des zulässigen Spitzenpegels ist während der Spundwand- und Abbrucharbeiten zu rechnen.
- Während der Spundwandarbeiten, Abbrucharbeiten, Gleisarbeiten treten Überschreitungen an dem ca. 1100 m entfernten Marienkrankenhaus Kassel auf. Beim Spundwandverbau betragen die Überschreitungen der Immissionsrichtwerte bis zu 13 dB. Für die übrigen Arbeitsgänge werden Überschreitungen < 7 dB ermittelt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Immissionspegel am Marienkrankenhaus zu keiner Zeit einen Beurteilungspegel von 60 dB(A) im Nachtzeitraum überschreiten.
- Die Beurteilungspegel der Lärmvorbelastung liegen bei fast allen untersuchten Gebäuden deutlich über den Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm im Nachtzeitraum. Die fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle basiert auf einem um 10 dB verminderten Lärmvorbelastungswert. Damit ergibt sich im Hinblick auf die Anzahl der betroffenen Gebäude nach Tabelle 4 und Tabelle 5 nur eine geringere Verringerung. Es kommt zu einer Minderung der Überschreitungen der erhöhten Immissionsrichtwerte (fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle) um bis zu 13 dB.

Alle Ergebnisse gelten für die in **Anlage 1** angegebenen Berechnungsansätze.

9 Maßnahmen zur Minderung des Baulärms

Zur Minimierung der Baulärmbelastung werden nachfolgend mögliche Lärminderungsmaßnahmen diskutiert. Diese setzen den Einsatz von Baumaschinen und -verfahren entsprechend dem Stand der Technik als Standard voraus.

Die Baumaschinen und Bauverfahren sollten die Geräuschemissionsgrenzwerte nach der Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung - 32. BImSchV [8] bzw. der Richtlinien 2000/14/EG und 2005/88/EG des Europäischen Parlaments und des Rates einhalten [9], [10].

9.1 Maßnahmen bei der Einrichtung und beim Betreiben der Baustelle

Da es sich um eine lokal begrenzte Maßnahme handelt und die wesentlichen Geräusche durch die Baumaßnahme selbst hervorgerufen werden, ist davon auszugehen, dass weder durch Verlagerungen innerhalb der Baustelle, noch durch die Errichtung von Anlagen auf den Baustelleneinrichtungsflächen (z. B. schallgedämmte Container) eine maßgebliche Lärminderung erreicht werden kann.

Mobile Schallschirme (Schallschutzwände) sind in diesen Fällen ungeeignet, um den Lärmkonflikt an den nächstgelegenen Wohngebäuden zu verringern. Voraussetzung dafür ist, dass die mobilen Schallschirme so hoch sind, dass sie die gesamten Baugeräte (z.B. Kran, Bagger, Bohrgeräte, LKW etc.) abdecken, um eine effektive Wirkung zu erzielen. Die Baumaßnahme hat zudem eine große räumliche Ausdehnung, mit vielen variablen Baufeldern. Die Effektivität der Schirme ist maßgeblich abhängig von der Entfernung zur Quelle. Daher müssten die Schallschirme häufig neu positioniert werden. Ebenso muss für einen effektiven Immissionsschutz mindestens gewährleistet sein, dass die direkte Sichtverbindung zur Geräuschquelle

unterbrochen ist. In oberen Geschossen kann dieses Kriterium nur unter Verwendung von hohen Schallschirmen erfüllt werden. Darüber hinaus wird ein effektives Aufstellen von Schallwänden durch die beengten Platzverhältnisse zusätzlich erschwert.

Da ein Großteil der Lärmbelästigung durch die Ramm- und Abbrucharbeiten hervorgerufen wird, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, die entsprechenden Baumaschinen einzukapseln oder einzuhausen. Da aber davon auszugehen ist, dass eine räumliche Mobilität der Maschinen gewährleistet sein muss, ist diese Maßnahme nur bedingt umsetzbar.

Gemäß den Anlagen der AVV Baulärm ist für Rammarbeiten der Einsatz einer Gummischürze, welche sowohl den Rammhären als auch das Rammgut umschließt, denkbar. Durch eine schalldämpfende Ummantelung der Ramme und der Bohle kann der Schallpegel weiter vermindert werden [2]. Nach derzeitigem Kenntnisstand existiert für Rammen kein effektives Ummantelungssystem. Aktuelle Systeme befinden sich zumeist im Erprobungszustand und sind auf ein einzelnes Gerät zugeschnitten. In der Regel muss das System vor jedem neuen Rammvorgang des Systems auf- und abgebaut werden, was zu einer deutlichen Verlängerung der Bauzeit und somit einer Verlängerung der Belästigung führt.

Zur Vermeidung unnötiger Lärmbelästigungen sollten Bauelemente mit einem hohen Vorfertigungsgrad verwendet werden.

Der Baustellenverkehr ist gesamtheitlich zu planen, um die Anzahl der Fahrten zu minimieren und die Transportkapazitäten optimal zu nutzen.

Es sollte geprüft werden, ob bei den Abbrucharbeiten an der EÜ und den Widerlagern der Einsatz eines gedämmten Spitzmeißels mit einem Schallleistungspegel von $L_{WA} < 118 \text{ dB(A)}$ möglich ist (vgl. [22]).

Bei einer Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich die Anzahl der ermittelten Immissionsorte mit Richtwertüberschreitungen nach der AVV Baulärm nur geringfügig. Dennoch wird deren Umsetzung, sofern technisch möglich, empfohlen. Die dargelegten Lärminderungsmöglichkeiten bewirken i.d.R. subjektiv eine wahrnehmbare Minderung der auftretenden Schallimmissionen.

9.2 Beschränkung der Betriebszeit

Eine Reduzierung der Betriebszeit gegenüber den in **Anlage 1** angegebenen Einwirkzeiten um 50 % bedeutet eine physikalische Verringerung der Schallimmissionen um ca. 3 dB. Nach den Grundsätzen zur Ermittlung des Beurteilungspegels nach der AVV Baulärm ist eine pauschalisierte Zeitkorrektur von dem Wirkpegel unter Berücksichtigung der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer der Baumaschinen abzuziehen (siehe Abschnitt 4). Dadurch entsteht der Vorteil, dass eine detaillierte Kenntnis über die Betriebszeiten der Baumaschinen nicht notwendig ist und zum jetzigen Zeitpunkt auch nicht vorliegt.

Das physikalische Prinzip der Schallentstehung bleibt dadurch unangetastet. Aus diesem Grund wird trotz der pauschalisierten Zeitkorrektur nach der AVV Baulärm empfohlen, die Arbeitsabläufe nicht unnötig zu verlängern und durch Ablaufoptimierung im Betriebsplan die Einsatzzeiten von Baumaschinen zu verkürzen.

Weiterhin sollten lärmintensive Arbeiten auf weniger sensible Tage (Werktage) und Tageszeiträume beschränkt, sowie zeitlich gebündelt werden.

9.3 Empfohlene Maßnahmen

Durch Art und Umfang der Baustelle ist zu erwarten, dass bei dem Betrieb der Baustelle teilweise deutliche Belästigungen der Anwohner, besonders im Nachtzeitraum, auftreten. Auf Grundlage der durchgeführten Berechnungen werden folgende Maßnahmen zur Minderung des Baulärms empfohlen:

- Einsetzen von Baugeräten und Bauverfahren mit besonders geringen Schallemissionen.
- Prüfen, ob bei den Abbrucharbeiten an der EÜ der Einsatz eines gedämmten Spitzmeißels möglich ist oder ob alternative Abbruchverfahren zum Einsatz kommen können.
- Prüfen, ob nächtliche Ramm- und Abbrucharbeiten in den Tageszeitraum verlegt werden können.
- Prüfen, inwieweit Nachtarbeiten zwingend notwendig sind und diese auf ein zeitliches Minimum beschränken.
- Prüfen, ob Bauelemente mit einem hohen Vorfertigungsgrad verwendet werden können.
- Prüfen, ob akustische Warnsignalgeber an Baufahrzeugen im Nachtzeitraum abgeschaltet werden können.
- Sensibilisieren der Arbeiter in Bezug auf Baulärm (z.B. „legen“ statt „werfen“, Motoren von unbenutzten Maschinen abstellen).
- Zeitliches Bündeln von lärmintensiven Arbeiten.

Da zum derzeitigen Planungsstand keine weiteren Maßnahmen zur Lösung der Lärmkonflikte bei verhältnismäßigem Aufwand erkennbar sind, sollten zusätzlich folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Informieren der Anwohner über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärmeinwirkungen aus dem Baubetrieb.
- Ergreifen zusätzlicher baubetrieblicher Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).
- Anwohner darüber informieren, dass ein geschlossenes, dem Stand der Technik entsprechendes Fenster (kein Schallschutzfenster), den ermittelten Immissionspegel im Gebäudeinneren maßgeblich reduzierten kann. Ausgehend von einer überschlägigen Rechnung nach den Anlagen der 24. BImSchV [7] ergibt sich für einen mittelgroßen Wohn- oder Schlafräum (5 m x 4 m) mit einem dem Stand der Technik entsprechenden Fenster (kein Schallschutzfenster) ein bewertetes Schalldämm-Maß von etwa 34 dB(A). Dadurch ist sichergestellt, dass die Richtwerte für die Innenraumnutzung nach der 24. BImSchV [7] bei einem durch Baulärm verursachten Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts nicht überschritten werden.
- Informieren der Verwaltung des Marienkrankenhauses Kassel über Zeitpunkt und Dauer der lärmintensiven Arbeiten. Beurteilungspegel von über 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts liegen am Marienkrankenhaus nicht vor. Durch das Schließen der Fenster ist es somit gewährleistet, dass die Richtwerte für die Innenraumnutzung nach der 24. BImSchV eingehalten werden.
- Benennen einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Lärmeinwirkungen haben.

Sofern die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm deutlich überschritten sind, sollte Ersatzwohnraum angeboten werden. Anzumerken ist hierbei, dass bereits aufgrund der Lärmvorbelastung die Immissionsrichtwerte im Tageszeitraum zum Teil und im Nachtzeitraum bei einem Großteil der Gebäude im Einwirkungsbereich überschritten werden.

10 Baubedingte Erschütterungsimmissionen

Baustellen, Baulagerplätze und Baumaschinen sind nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des § 3 Abs. 5 Bundes-Immissionsschutzgesetz ([1]). Beim Betrieb derartiger Anlagen muss der Anlagenbetreiber gemäß § 22 Abs. 1 BImSchG darauf achten, dass schädliche

Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und dafür Sorge tragen, dass unvermeidbare Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Eine gezielte Prognose der aus einer Baumaßnahme zu erwartenden Erschütterungsimmissionen ist nur sehr bedingt möglich, da umfangreiche Kenntnisse über den Baugrund erforderlich sind. Auch bei Vorlage eines Baugrundgutachtens wird die Prognosesicherheit nicht maßgeblich erhöht, da die Bestimmung der notwendigen Ausbreitungsparameter der einzelnen Bodenschichten für eine elastische Welle in der Regel nicht Teil der Baugrunduntersuchung ist. Darüber hinaus kann die Erschütterungssituation durch lokal eng begrenzte Veränderungen im Baugrund (z.B. lokale Versteifungen, Auftreten von Findlingen u.a.) beeinflusst werden.

Zusätzlich müssen die Art und Anzahl der eingesetzten Geräte detailliert bekannt sein. Diese Angaben ergeben sich in der Regel frühestens im Zuge einer detaillierten Ausführungsplanung bzw. in der konkreten Baustelleneinsatzplanung des Bauunternehmers.

Für die Beurteilung von Bauerschütterungen existieren zurzeit keine konkreten gesetzlichen Vorgaben oder Rechtsverordnungen mit verbindlichen Grenzwerten. Ersatzweise wird daher häufig auf die Regelungen in DIN 4150 ([12], [13], [14]) zurückgegriffen. Dort sind Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung davon ausgegangen werden kann, dass keine erhebliche Belästigungen im Hinblick auf den Aufenthalt von Menschen in Gebäuden oder bauliche Schäden in Bezug auf die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen auftreten.

Die durch die Baumaßnahme auftretenden Erschütterungen werden als kurzzeitige Erschütterungen eingestuft, d.h. es handelt sich um Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen.

Nachfolgend wird eine Abschätzung auf Grundlage einer empirischen Formel für die erschütterungsintensivsten Bautätigkeiten vorgenommen. Aufgrund der Prognoseunsicherheit werden alle ermittelten Werte auf die nächste Stelle aufgerundet.

10.1 Risikobewertung für Gebäudeschäden nach DIN 4150 - Teil 3 für Rammarbeiten

Die Risikobewertung für den Einsatz von schlagenden Verfahren wird nach [24] durchgeführt. Mit denen in [24] genannten Prognosegleichungen können die durch Rammarbeiten verursachten Fundamentalschwingungen abgeschätzt werden. Die kinetische Schlagenergie von Rammhären umfasst einen Bereich von 6 kNm bis 400 kNm [23].

$$v_{Fi,max} = K_{VR} \cdot \frac{\sqrt{E}}{R} \quad (1)$$

Dabei ist

- $v_{Fi,max}$: maximale Schwinggeschwindigkeit am Fundament in mm/s in alle Raumrichtungen;
- R : die Entfernung zur Quelle in m;
- E : Schlagenergie (für die Abschätzung wird die maximale kinetische Energie von 400 kNm nach [23] entsprechend herangezogen.)
- K_{VR} : Koeffizient ohne Einheit ($K_{VR,50\%} = 2,45$ bzw. $K_{VR,2,25\%} = 3,82$)

Der Koeffizient K_{VR} ist ein Maß für die Unsicherheit der getroffenen Prognose. Nach [24] wird jeweils ein Koeffizient K_{VR} angegeben, bei dem es in ca. 50 % (wahrscheinlicher Fall) und in ca. 2,25 % (ungünstiger Fall) aller Fälle zu einer Überschreitung der maximalen, ermittelten Schwinggeschwindigkeit kommt.

Für den Abstand R ergibt sich aus (1):

$$R = \left(\frac{K_{VR} \cdot \sqrt{E}}{v_{Fi,max}} \right) \quad (2)$$

Die DIN 4150 - Teil 3 [14] gibt bei kurzzeitigen Erschütterungen einen Anhaltswert von 5 mm/s für die maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit bei Wohngebäuden an.

Damit ergeben sich nach Gleichung (2) folgende Abstände, für den wahrscheinlichen Fall, dass in 50 % aller Ereignisse und den ungünstigen Fall, dass in 2,25 % aller Ereignisse die zulässigen Schwingungen am Fundament überschritten werden:

- wahrscheinlicher Fall: $R = 10 \text{ m}$
- ungünstigster Fall: $R = 16 \text{ m}$

Unter der Annahme, dass die Gebäude auf gut tragfähigem Untergrund gegründet sind, kann eine Amplitudenerhöhung für horizontale Bauteilschwingungen im obersten Geschoss ausgeschlossen werden.

Für vertikale Deckengeschwindigkeiten $v_{z,Decke}$ gibt die DIN 4150 - Teil 3 für Wohngebäude einen Anhaltswert von 20 mm/s an. Nach [24] lassen sich die Fundamentalschwingungen mittels eines Übertragungsfaktors $k_{z,Decke}$ in die vertikalen Deckenschwingungen umrechnen.

$$v_{z,Decke} = k_{z,Decke} \cdot v_{Fi,max} \quad (3)$$

mit (3) in (2) ergibt sich:

$$R = \left(\frac{k_{z,Decke} \cdot K_{VR} \cdot \sqrt{E}}{v_{z,Decke}} \right) \quad (4)$$

Der Übertragungsfaktor wird für schlagende Verfahren mit nichtresonanter Anregung nach [24] auf $k_{z,Decke} \leq 1,5$ geschätzt.

- wahrscheinlicher Fall: $R = 4 \text{ m}$
- ungünstigster Fall: $R = 6 \text{ m}$

Das bedeutet, dass es im ungünstigen Fall zu Überschreitungen der Anhaltswerte für Fundamentalschwingungen in einem Abstand von bis zu 16 m und für vertikale Deckenschwingungen in einem Abstand von bis zu 6 m kommen kann. Im wahrscheinlich eintretenden Fall kommt es zu Überschreitungen der Anhaltswerte für Fundamentalschwingungen in einem Abstand von bis zu 10 m und für vertikale Deckenschwingungen in einem Abstand von bis zu 4 m.

Eine Überschreitung des Anhaltswertes nach DIN 4150 - Teil 3 bedeutet nicht, dass eine Gebäudeschädigung zwingend eintritt. Sofern keine Rammsysteme geringerer Schlagenergie verwendet werden können, empfiehlt sich eine Beweissicherung der betroffenen Gebäude und die Durchführung von überwachenden Schwingungsmessungen an Gebäuden in einem Abstand kleiner 16 m zur Baumaßnahme.

Innerhalb eines Korridors von 16 m zu den geplanten Rammarbeiten befinden sich nördlich und südlich der Wolfhager Straße Gebäude auf dem Betriebsgelände der Deutsche Bahn.

Zur Sicherstellung der Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150 - Teil 3 sollte neben einer baulichen Beweissicherung eine überwachende Schwingungsmessung an den Gebäuden während der Rammarbeiten durchgeführt werden. Die Immissionsorte sind in Abbildung 3 gekennzeichnet.

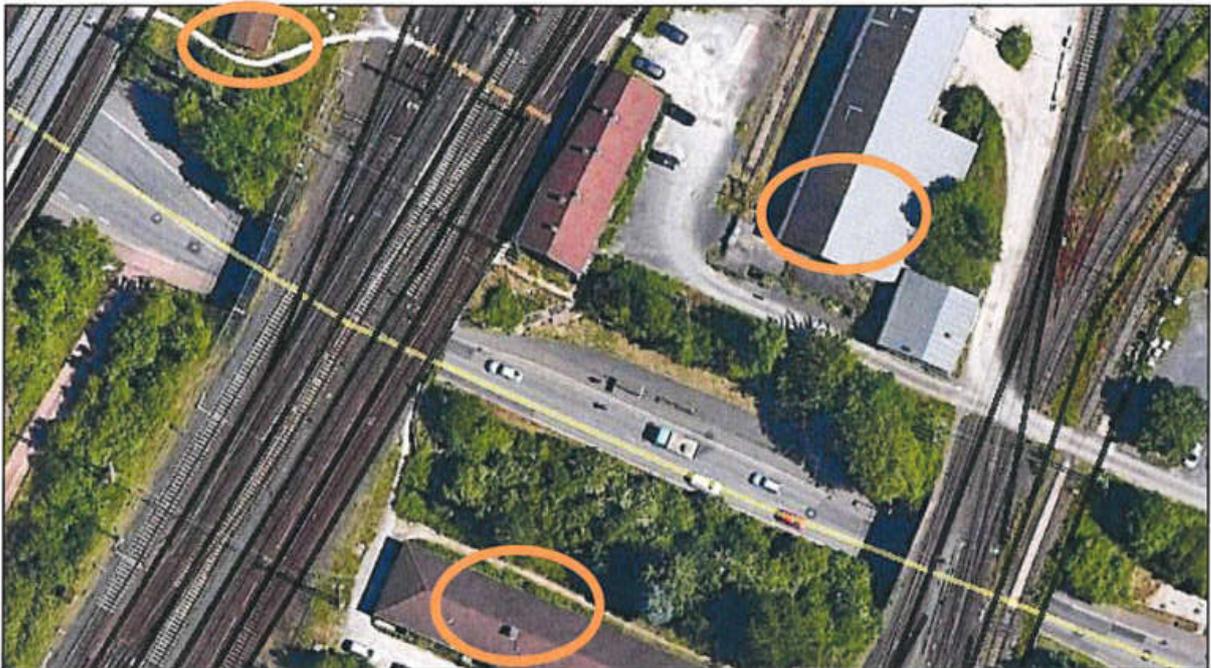


Abbildung 8: Vorgeschlagene Immissionsorte für überwachende Erschütterungsmessungen. Die beiden in der Abbildung nicht markierten Gebäuden sind zum Zeitpunkt der erschütterungsintensiven Arbeiten bereits zurückgebaut [35].

10.2 Abschätzung der Einwirkung auf Menschen in Gebäuden nach DIN 4150 - Teil 2

Die DIN 4150 - Teil 2 [13] liefert Anhaltswerte für den Tages- und Nachtzeitraum, bei deren Überschreitung eine Belästigung durch Erschütterungseinwirkungen bei Menschen in Gebäuden auftreten kann.

Die maximal bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} wird durch folgende Gleichung abgeschätzt:

$$KB_{Fmax} = c_F \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{v_{max}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2}} \quad (5)$$

Hierbei ist

KB_{Fmax} : skalarer Wert zur Kennzeichnung der Erschütterungsstärke in Gebäuden;

c_F : Konstante nach DIN 4150-2 Tabelle 3;

v_{max} : max Schwinggeschwindigkeit in mm/s;

f : Frequenz in Hz;

f_0 : 5,6 Hz (Grenzfrequenz des Hochpasses).

Die Gleichungen (1) und (5) bzw. (1), (3) und (5) können so umgestellt werden, dass die Entfernung für einen einzuhaltenden KB_{Fmax} -Wert bestimmt wird, bei der es zu keiner Überschreitung im Bereich des Fundamentes bzw. der Decken kommt.

Für die maximal bewertete Schwingstärke am Fundament ergibt sich somit:

$$R = c_F \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2}} \frac{K_{VR,2,25\%} \cdot \sqrt{E}}{KB_{Fmax}} \quad (6)$$

Und für die maximal bewertete Schwingstärke an der Decke ergibt sich:

$$R = c_F \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{L_0}{f}\right)^2}} \frac{k_{z,Decke} \cdot K_{VR,2,25\%} \cdot \sqrt{E}}{KB_{Fmax}} \quad (7)$$

Im Folgenden wird für v_{max} nur der ungünstige Fall betrachtet, bei dem davon ausgegangen ist, dass bei rund 2,25 % aller Ereignisse die zulässige, bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} am Fundament und an der Decke überschritten wird.

Als einzuhaltender KB_{Fmax} -Wert wird für den Tageszeitraum der untere Anhaltswert A_u nach Tabelle 2 der DIN 4150 - Teil 2 eingesetzt. Das Vorhaben wird als eine Maßnahme Stufe II und einer Zeitdauer von nicht mehr als 26 Tagen (bei umfangreicher Vorinformation der Betroffenen ist nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen) eingestuft. Dadurch ist ein unterer Anhaltswert von 0,8 einzuhalten.

Die Frequenz f liegt bei baubedingten Erschütterungen ca. zwischen 10 Hz und 80 Hz. Da die Entfernung R mit zunehmender Frequenz ansteigt, wird als ungünstigster Fall eine Frequenz von 80 Hz zugrunde gelegt. Für f_0 wird der vorgeschlagene Werte von 5,6 Hz nach DIN 4150 - Teil 2 verwendet.

Die Konstante c_F wird bei den Rammarbeiten für Einzelereignisse kurzer Dauer ohne Resonanzbeteiligung gewählt und beträgt somit 0,6.

Für den Nachtzeitraum sind für den einzuhaltender KB_{Fmax} -Wert die unteren Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150 - Teil 2 zu verwenden. Für Gebiete mit allgemeiner und reiner Wohnnutzung ist ein unterer Anhaltswert A_u von 0,1 einzuhalten.

Unter den gegebenen Voraussetzungen ergeben sich bis zur Unterschreitung des unteren Anhaltswerts zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen im Tages- bzw. Nachtzeitraum ein Abstand zur Bebauung von ca.:

Tabelle 9: Abstände R zur Bebauung innerhalb derer im ungünstigsten Fall Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150 - Teil 2 und somit Belästigungen durch Erschütterungseinwirkungen bei Menschen auftreten können.

	Tageszeitraum	Nachtzeitraum
Fundament	R = 41 m	R = 324 m
Decke	R = 61 m	R = 485 m

Unter Berücksichtigung der durchgeführten Abschätzungen, der geplanten Bauarbeiten und der Abstände zur nächstgelegenen Bebauung kann es insbesondere im Nachtzeitraum nicht ausgeschlossen werden, dass während der Bauphase Erschütterungsimmissionen in den Gebäuden im Nahbereich auftreten, die die Anhaltswerte der DIN 4150 - Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen von Menschen in Gebäuden“ überschreiten und somit für die Anwohner als Belästigung empfunden werden.

Besonders im Nachtzeitraum treten aufgrund der Prognoseansätze vergleichsweise große Abstände auf. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zum einen eine Worse-Case-Abschätzung mit entsprechend großen Rammgeräten durchgeführt wird und sich die Prognoseansätze zum anderen auf einen idealen, homogenen Boden beziehen, innerhalb dessen sich Schwingungen frei ausbreiten können. In der Realität werden die Schwingungen innerhalb des Bodens durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst (u.a. Fundamente, Kanäle, Findlinge, Bodenstruktur).

Der Korridor, in dem möglicherweise Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150 - Teil 2 auftreten, befindet sich innerhalb des Bereichs mit zu erwartenden Richtwertüberschreitungen

nach der AVV Baulärm. Betroffenheiten ausschließlich durch Bauerschütterungen sind nicht zu erwarten. Die in Abschnitt 9.3 zur Umsetzung empfohlenen Maßnahmen gelten daher auch für mögliche Belästigungen durch Bauerschütterungen, u.a.

- Informieren der Anwohner über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Lärm- bzw. Erschütterungseinwirkungen aus dem Baubetrieb.
- Ergreifen zusätzlicher baubetrieblicher Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen im Einzelfall (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise usw.).
- Benennen einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Lärm- oder Erschütterungseinwirkungen haben.

11 Zusammenfassung

Die Eisenbahnüberführungen (EÜ) über die Wolfhager Straße in km 341,945 der Strecke 3912 und in km 0,430 der Strecke 3910 im Stadtgebiet von Kassel sollen komplett erneuert werden.

Im Rahmen der Baulärmabschätzung wird die schalltechnische Situation während der Bauphase anhand von maßgeblichen, lärmintensiven Arbeitsgängen untersucht und mit den Immissionsrichtwerten der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm) – Geräuschimmissionen –“ [2] verglichen.

Ergänzend werden die baubedingten Erschütterungen betrachtet.

Die Ergebnisse zeigen, dass im Tageszeitraum Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach der AVV Baulärm bei allen lärmintensiven Arbeiten zu erwarten sind. Auch unter Einbeziehung der Lärmvorbelastung aus dem Schienenverkehr ist nicht mit einer maßgeblichen Entschärfung der Konflikte zu rechnen.

Bei Arbeiten im Nachtzeitraum ist mit sehr hohen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte in einem Umfeld von bis zu 2300 m zu rechnen. Auch unter Einbeziehung der Lärmvorbelastung aus dem Schienenverkehr ist mit keiner wesentlichen Entschärfung der Konflikte zu rechnen.

Die Anforderungen an den Spitzenimmissionspegel nach der AVV Baulärm im Nachtzeitraum werden bei allen lärmintensiven Arbeiten voraussichtlich nicht eingehalten.

Die höchsten Überschreitungen treten bei den Spundwand- und Abbrucharbeiten auf.

Bei der Analyse der Untersuchungsergebnisse sollte beachtet werden, dass den Arbeitsgängen ein Worst-Case-Szenario zugrunde liegt. Die in Abschnitt 8.1 dargestellte Anzahl der überschrittenen Immissionspunkte zeigt einen Maximalwert für den jeweils betrachteten Arbeitsgang. Es ist davon auszugehen, dass dieser Maximalwert an Immissionspunkten mit Richtwertüberschreitung nur an einzelnen Tagen erreicht wird.

Zur Verminderung der Lärmbelastung sollten lärmintensive Arbeiten möglichst zeitlich gebündelt im Tageszeitraum durchgeführt und besonders lärmarme Bauverfahren verwendet werden. Ergänzend sollten die Anwohner umfassend informiert und eine Ansprechstelle für Lärmprobleme benannt werden.

Zur Sicherstellung der Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 für baubedingte Erschütterungen werden begleitende Erschütterungsmessungen während schwingungsintensiver Rammarbeiten empfohlen. Zusätzlich sollte vor Beginn der Baumaßnahmen eine bauliche Beweissicherung an nah zur Baumaßnahme gelegenen Gebäuden erfolgen und die Anwohner über die schwingungsintensiven Arbeiten informiert werden.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die aus der Lärmvorbelastung resultierenden Beurteilungspegel für den Tages- und Nachtzeitraum bei einem Großteil der untersuchten Gebäude zum Teil deutlich über den Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm liegen.

12 Unterschriften

freigegeben:



Matthias Stangl L TT.TVE 34(1)

erstellt:



Sascha Hermann TT.TVE 34(1)

geprüft:



Hans Jörg Terno TT.TVE 34(1)



Anlagen

Anlage 1 Emissionsansätze

Arbeitsgang	Maschine	Referenz	L _{WA}		K ₁	K _T	L _{WA,max}	Einwirkzeit in Stunden		Zeitkorrektur nach 6.7.1 AW Bauform in dB		L _{WA,r} in dB(A)		L _{WA,ges} in dB(A)	
			dB(A)	dB				tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
Baustelleneinrichtung	Mini-Bagger	[1], E27	89,4	4,2	0,0	0,0	95,2	< 8		5		88,6	107,4		
	LKW-Beladung	[2], E67	99,1	8,0	0,0	0,0	116,3	< 8		5		101,1			
	Kettensäge	[1], E59	105,0	3,4	0,0	0,0	110,2	< 8		5		103,4			
	Radiader	[1], E1	104,4	3,5	0,0	0,0	111,9	< 8		5		102,9			
Betonage	Betonpumpe	[2], E44	103,7	2,9	0,0	0,0	118,4	< 8	< 6	5		101,6	110,4	110,4	110,4
	Betontransportmischer	[2], E61	100,7	1,5	0,0	0,0	100,8	< 8	< 6	5		97,2	97,2		
	Radiader	[1], E42	104,4	3,5	0,0	0,0	111,9	< 8	< 6	5		102,9	102,9		
	Flaschenrüttler	[1], E20	106,5	2,5	3,0	unbek.	unbek.	< 8	< 6	5		107,0	107,0		
Bohrarbeiten / Daueranker	Zweibegebohrer	[3], D1	108,0	unbek.	unbek.	unbek.	unbek.	< 8	< 6	5		103,0	103,0		
	(Anker)bohrgerät (2x)	[2], E1	113,2	1,3	0,0	0,0	125,0	< 8	< 6	5		109,5	109,5	109,8	109,8
	Radbagger	[1], E7	100,6	2,3	0,0	0,0	108,3	< 8	< 6	5		97,9	97,9		
	Bagger mit Spitzmeißel	[1], E52	117,8	3,7	0,0	0,0	125,2	< 8	< 6	5		116,5	116,5	117,5	117,5
Abbrucharbeiten	Bohrhammer	[1], E74	100,5	3,7	0,0	0,0	107,7	< 8	< 6	5		99,2	99,2		
	Fugenschneider	[1], E97	112,1	1,1	0,0	0,0	114,2	< 8	< 6	5		108,2	108,2		
	LKW	[2], E67	99,1	8,0	0,0	0,0	118,3	< 13	< 11	0		106,1	106,1		
	Zweibegebohrer	[3], D1	108,0	unbek.	unbek.	unbek.	unbek.	< 13	< 11	0		108,0	108,0	113,5	113,5
Gleisarbeiten	Baustellenschweißbagger	[3], B5	105,0	unbek.	unbek.	111,9	< 8	< 6	5		100,0	100,0			
	Trennschleifmaschine	[1], E117	116,5	1,5	0,0	0,0	119,0	< 2,5	< 2	10		108,0	108,0		
	Mobilkran	[1], E1	104,4	3,2	0,0	0,0	117,2	< 8	< 6	5		102,6	102,6		
	Einzelkraftstapler	[3], B6	112,0	unbek.	unbek.	117,0	< 8	< 6	5		107,0	107,0			
Einschub des Rahmens	Gleisschrauber	[1], E119	103,4	3,9	0,0	0,0	109,5	< 8	< 6	5		102,3	102,3		
	Zweibegebohrer	[3], D1	108,0	unbek.	unbek.	unbek.	< 13	< 11	0		108,0	108,0	110,2	110,2	
	Mehrweckverdichter	[1], E46a	105,8	2,5	0,0	0,0	113,5	< 8	< 6	5		103,3	103,3		
	Mobilkran	[1], E1	104,4	3,2	0,0	0,0	117,2	< 8	< 6	5		102,6	102,6		
Spundwandverbau	Hydraulikpresse (2x)	[9], ZP-150	99,2	unbek.	unbek.	unbek.	< 8	< 6	5		93,2	93,2	122,3	122,3	
	Hydraulikramme	[2], E31	125,9	1,4	0,0	0,0	128,5	< 8	< 6	5		122,3	122,3	122,3	122,3
	Mobilkran	[1], E1	104,4	3,2	0,0	0,0	117,2	< 8	< 6	5		102,6	102,6		
	Radiader	[1], E42	104,4	3,5	0,0	0,0	111,9	< 8		5		99,4	112,9		
Straßenarbeiten	Radbagger	[1], E7	100,6	2,3	0,0	0,0	108,3	< 8		5		95,6			
	Vibrationswalze (Mehrweckverdichter)	[1], E46a	105,8	2,5	0,0	0,0	113,5	< 8		5		103,3			
	LKW-Beladung	[2], E67	99,1	8,0	0,0	0,0	118,3	< 8		5		101,1			
	Asphaltiermaschine	[1], E72	116,7	1,1	0,0	0,0	119,6	< 8		5		111,7			

[1] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Schriftenreihe Umwelt und Geologie, Unterreihe Lärmenschutz in Hessen, Heft 2, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie.

[2] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Schriftenreihe Umweltpolitik, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 247, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie.

[3] Akustik 11 - Schalltechnische Daten über Geräuschemissionen von Baumaschinen für den Oberbau, Deutsche Bahn AG München, ZTQ 14, 2, Ausgabe 1995.

L_{WA} = L_{WA} + K₁ + K_T - Zeitkorrektur nach 6.7.1 AW

L_{WA,ges} = Schalleistungspegel

K₁: Impulsschlag

K_T: Tonhöfheitszuschlag

L_{WA,max} = max. gemessener Schalleistungspegel

L_{WA,r} = Beurteilungspegel für den jeweiligen Zeitraum

L_{WA,ges,r} = log. Summe aller Beurteilungspegel

Anlage 2 Übersichts- und Rasterlärmkarten

Blatt 1	Übersichtsplan zum Streckenverlauf und zur Gebietsnutzung
Blatt 2	Baustelleneinrichtung, tags
Blatt 3	Betonage, tags
Blatt 4	Bohrarbeiten / Daueranker, tags
Blatt 5	Abbrucharbeiten, tags
Blatt 6	Gleisarbeiten, tags
Blatt 7	Einschub des Rahmens, tags
Blatt 8	Spundwandverbau, tags
Blatt 9	Straßenarbeiten, tags
Blatt 10	Betonage, nachts
Blatt 11	Bohrarbeiten / Daueranker, nachts
Blatt 12	Abbrucharbeiten, nachts
Blatt 13	Gleisarbeiten, nachts
Blatt 14	Einschub des Rahmens, nachts
Blatt 15	Spundwandverbau, nachts

Anmerkung zu Richtwertüberschreitungen einzelner Gebäude bzw. Gebäudeteile:

Bei der Berechnung und Darstellung der Lärmrasterkarten wird eine Anhebung der Immissionsrichtwerte aufgrund von Lärmvorbelastungen durch den Schienenverkehr berücksichtigt.

Liegt eine hellrote Farbgebung der Gebäude in der Karte vor, sind Immissionsrichtwertüberschreitungen nach der AVV Baulärm im Cadna Modell ermittelt worden. Die fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle ist nicht überschritten. Sind Gebäude dunkelrot eingefärbt, so wird sowohl der Immissionsrichtwert der AVV Baulärm als auch die fachplanerische Zumutbarkeitsschwelle überschritten. Bei einer hellgrauen Farbgebung sind a) keine Überschreitungen der Gebäude errechnet und bei einer dunkelgrauen Farbgebung sind b) die Gebäude bewusst nicht in die Berechnung der Immissionsrichtwerte einbezogen worden.

Fall b) tritt ein, wenn

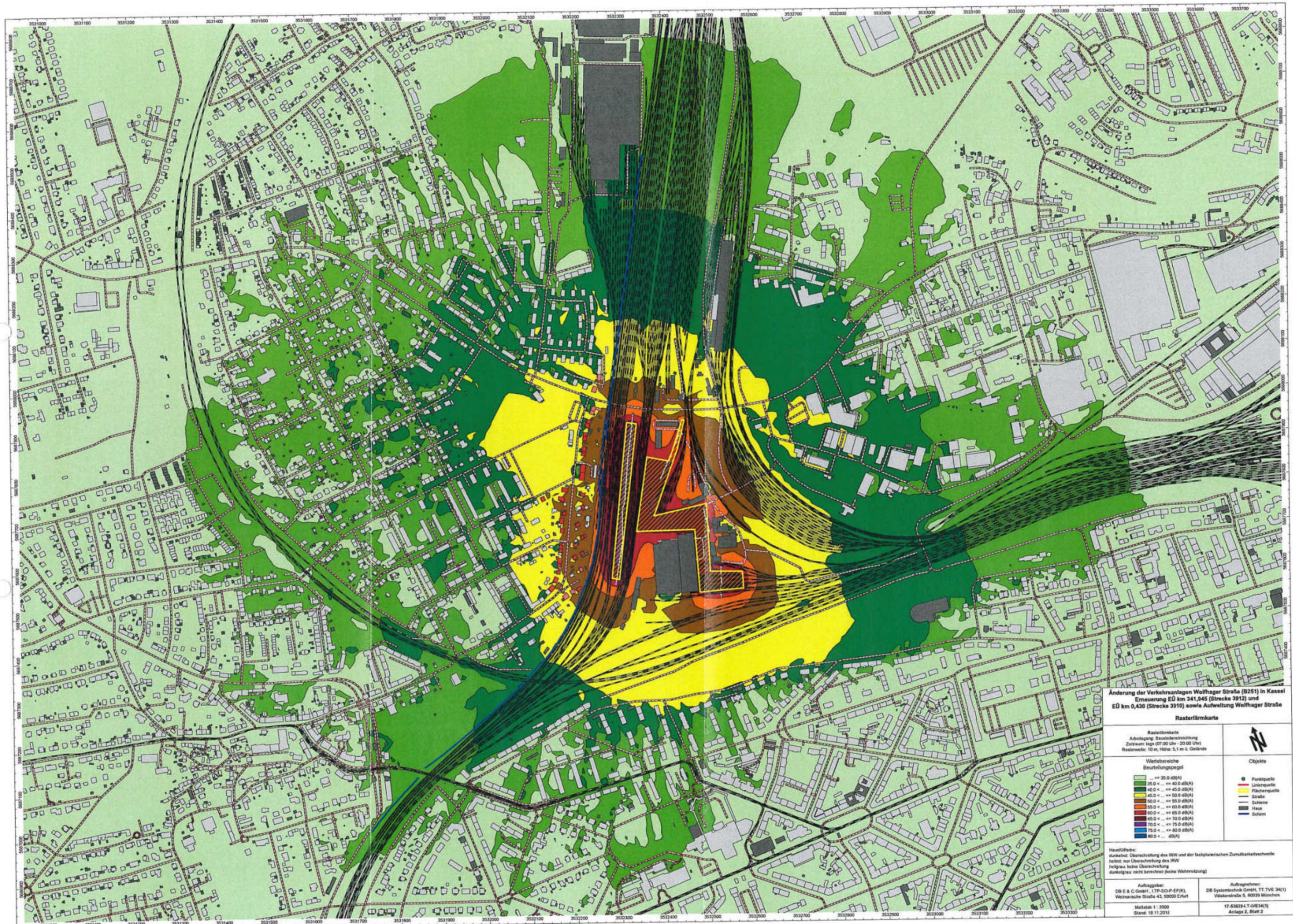
- die Grundfläche des Gebäudes / Gebäudeteils kleiner 35 m² ist oder
- die Höhe des Gebäudes / Gebäudeteils kleiner 2 m ist oder
- das Gebäude / der Teil des Gebäudes nicht im Bebauungsplan bzw. im Flächennutzungsplan geplant ist und keine Wohnraumnutzung aufweist.

Es kann sich ferner die Frage ergeben, wieso benachbarte Gebäude unterschiedliche Einfärbungen aufweisen. Mögliche Ursachen dafür sind:

- Die Gebäude liegen in verschiedenen Nutzungsgebieten.
- Die Gebäude liegen in Gebieten mit unterschiedlicher Lärmvorbelastung
- Die errechneten Immissionswerte liegen für benachbarte Gebäude nahe beieinander. Der Richtwert wird jedoch an einem Gebäude knapp überschritten und am anderen Gebäude knapp eingehalten. Dies kann bereits bei einer Pegeldifferenz von 0,1 dB der Fall sein.
- Die unterschiedlichen Gebäudehöhen sind in der zweidimensionalen Darstellung nicht erkennbar. Hoch gelegene Stockwerke weisen öfter Überschreitungen auf, da sie z.B. nicht im akustischen Schatten von umstehenden, niedrigeren Gebäuden liegen.
- Durch ungünstige Reflexionen an benachbarten Gebäuden kann es zur Erhöhung des Immissionspegels kommen.

Die Rasterlärmkarten sollten daher in ihrer Gesamtheit interpretiert werden.

Berechnete Immissionspegel werden ganzzahlig aufgerundet.



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
 Erneuerung EÜ km 341,945 (Strecke 3912) und
 EÜ km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufweitung Wolfhager Straße**

Rasterlärmkarte

Rasterlärmkarte
 Artbelegung: Beauftragte
 Zeitraum: tags (07:00 Uhr - 20:00 Uhr)
 Radonhöhe: 10 m, Höhe: 5,1 m ü. Gelände

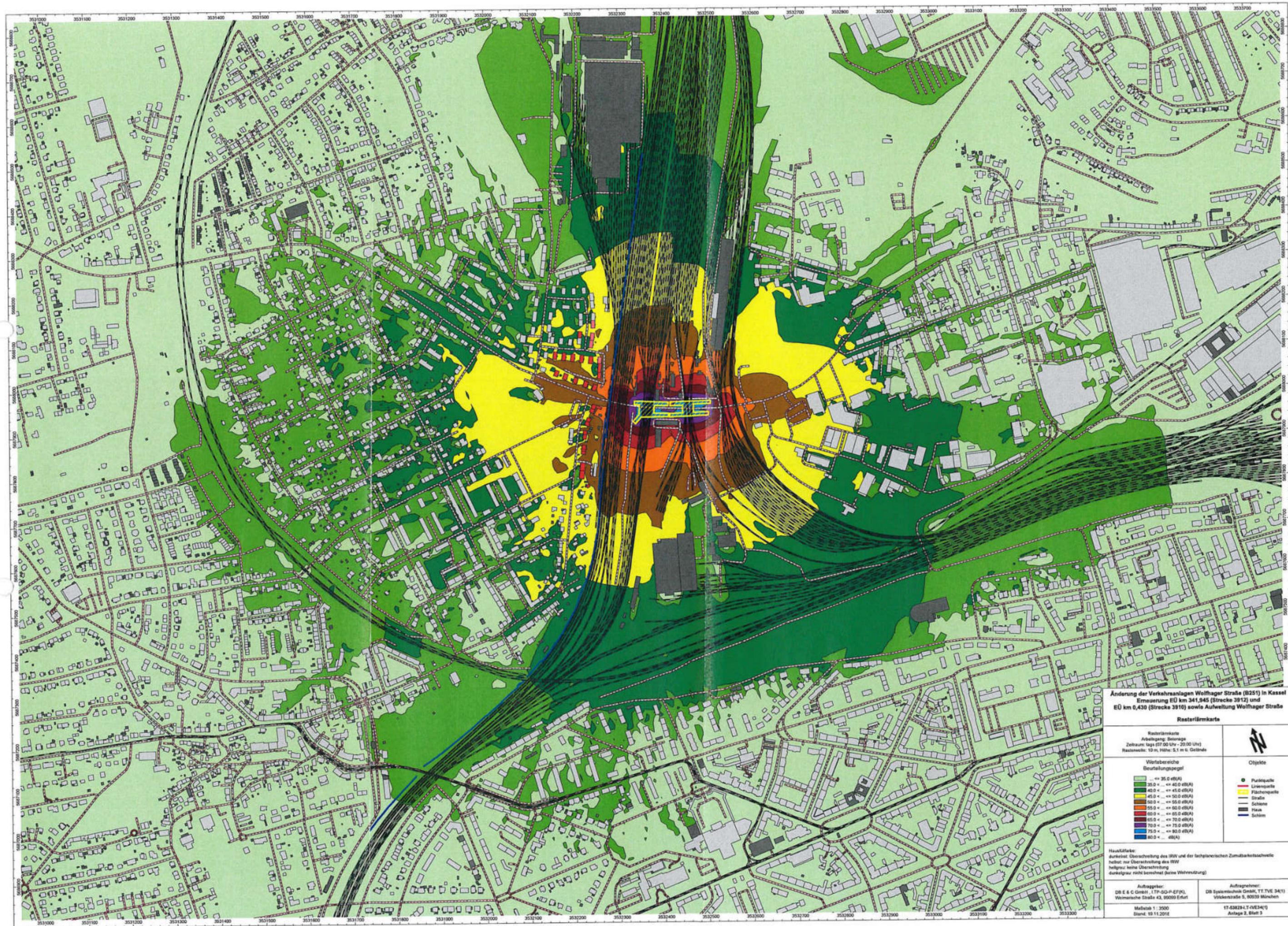
Wertebereiche Beurteilungspegel	Objekte
35,0 < ... <= 40,0 dB(A)	Punktquelle
40,0 < ... <= 45,0 dB(A)	Linienquelle
45,0 < ... <= 50,0 dB(A)	Flächenquelle
50,0 < ... <= 55,0 dB(A)	Straße
55,0 < ... <= 60,0 dB(A)	Schiene
60,0 < ... <= 65,0 dB(A)	Haus
65,0 < ... <= 70,0 dB(A)	Schiff
70,0 < ... <= 75,0 dB(A)	
75,0 < ... <= 80,0 dB(A)	
80,0 < ... <= 85,0 dB(A)	

Hauptöffner:
 dunkelrot: Überschreitung des IRW und der fachplanerischen Zielwertschwelle
 hellrot: nur Überschreitung des IRW
 hellgrün: keine Überschreitung
 dunkelgrün: nicht berechnet (keine Wahrnehmung)

Auftraggeber:
 DB E & C GmbH, ITP-EO-P-EFK,
 Wehrstraße 43, 99099 Erfurt

Auftragnehmer:
 DB Systemtechnik GmbH, TT TVE 34(1)
 Völknerstraße 5, 80030 München
 17-51829-T-IVB34(1)
 Anlage 2, Blatt 2

Maßstab 1 : 3000
 Stand: 18.11.2011



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolhager Straße (B251) in Kassel
 Erneuerung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
 EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufweitung Wolhager Straße**

Rasterärmkarte

Rasterärmkarte
 Arbeitsgang: Beilage
 Zeitraum: tags (07:00 Uhr - 20:00 Uhr)
 Reizschwelle: 10 m; Höhe: 5,1 m o. Gelände

Wertebereiche Beurteilungspegel

35,0	↔	35,0 dB(A)
35,0	↔	40,0 dB(A)
40,0	↔	45,0 dB(A)
45,0	↔	50,0 dB(A)
50,0	↔	55,0 dB(A)
55,0	↔	60,0 dB(A)
60,0	↔	65,0 dB(A)
65,0	↔	70,0 dB(A)
70,0	↔	75,0 dB(A)
75,0	↔	80,0 dB(A)
80,0	↔	80,0 dB(A)

Objekte

- Punktquelle
- Linienquelle
- Flächenquelle
- Straße
- Schiene
- Haus
- Schirm

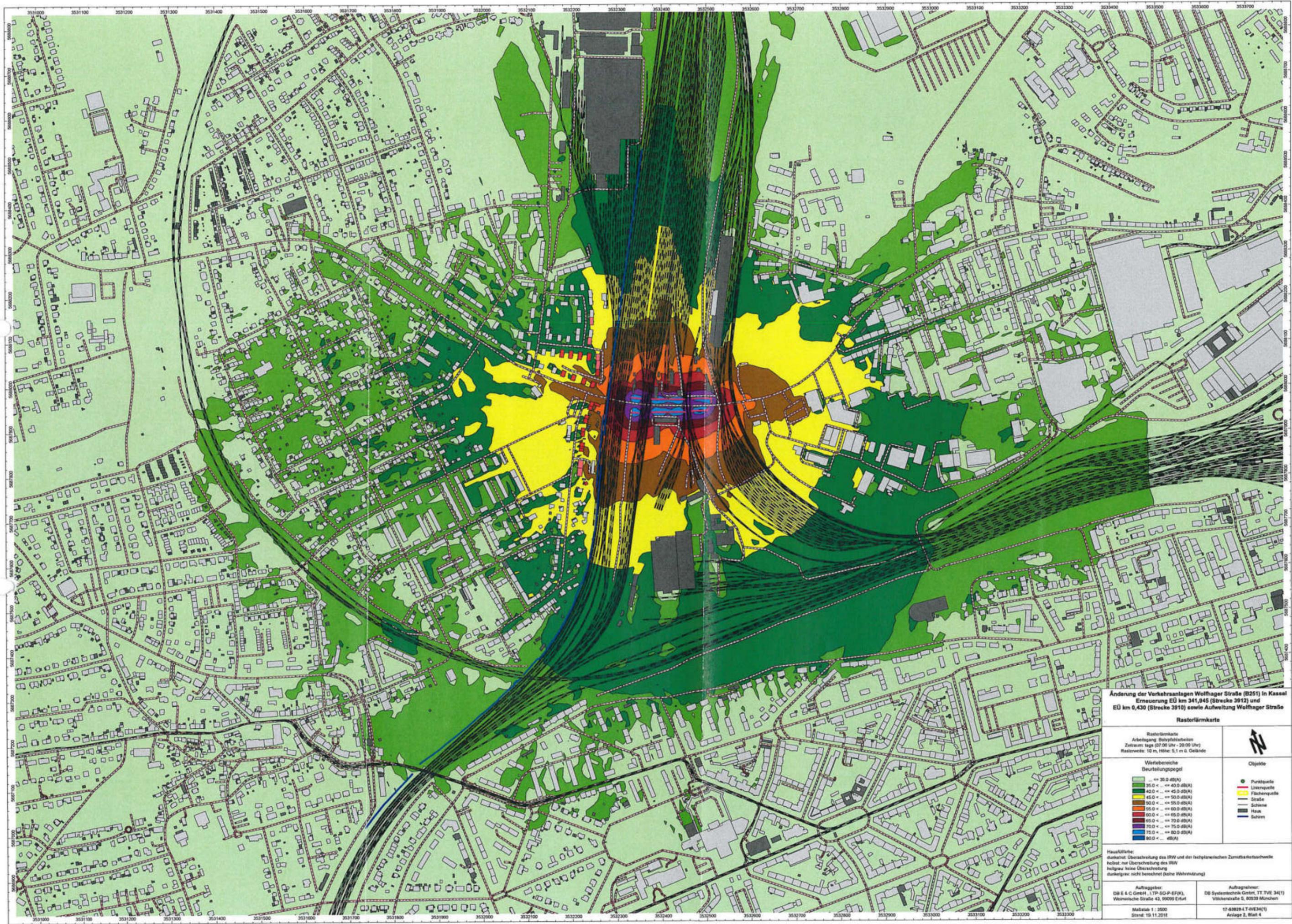
Hauskürzfärb:
 dunkelrot: Überschreitung des IRV und der fachplanischen Zumutbarkeitschwelle
 rot: nur Überschreitung des IRV
 hellrot: keine Überschreitung
 dunkelgrün: nicht berechnet (keine Wohnnutzung)

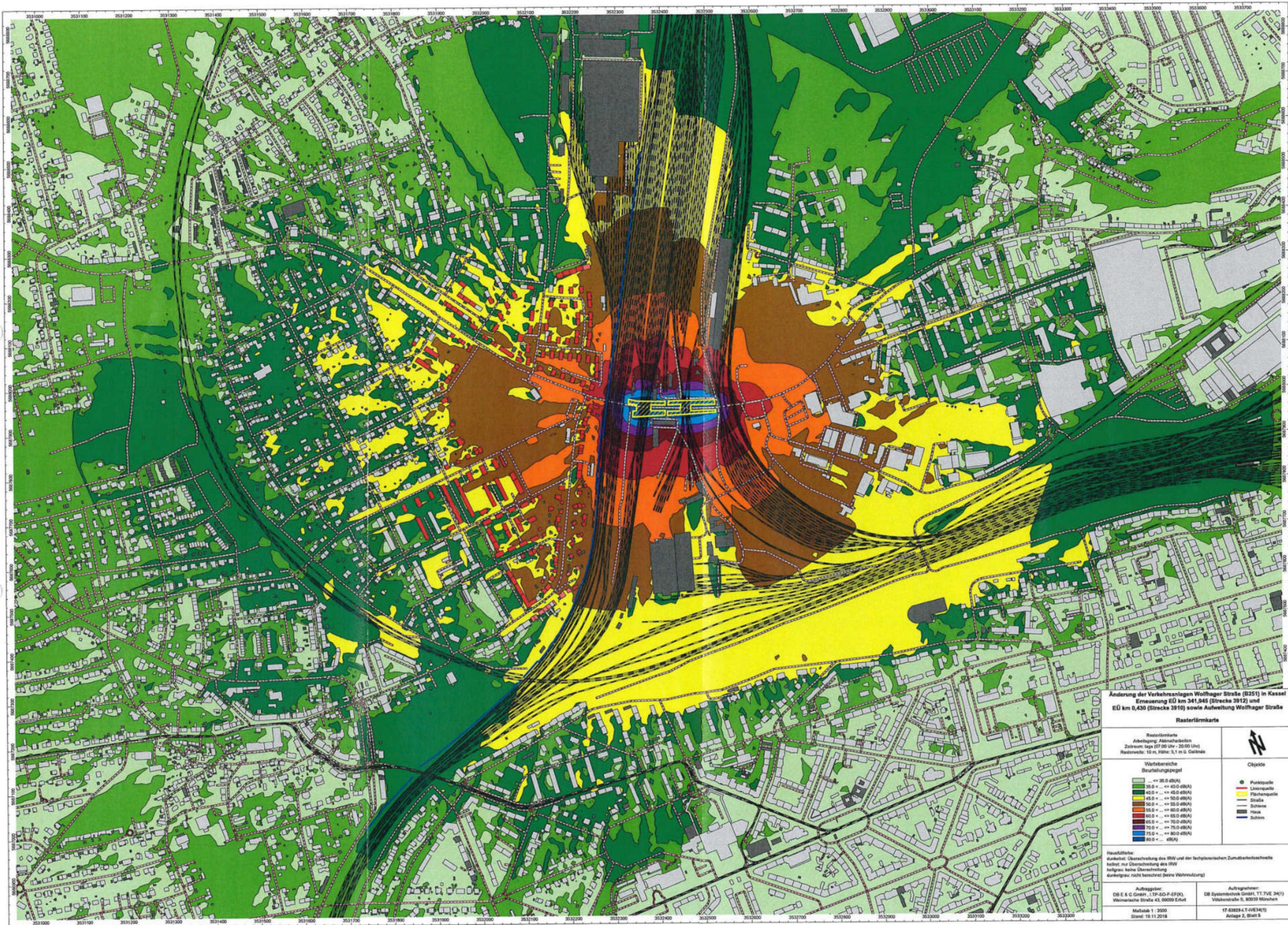
Auftraggeber:
 DB E & C GmbH, ITP-GO-P-EF(KL)
 Weimarsche Straße 43, 99099 Erfurt

Auftragnehmer:
 DB Systemtechnik GmbH, TT.TVE 34(1)
 Völkensstraße 5, 90039 München

Maßstab 1 : 3000
 Stand: 19.11.2016

17-538294-T-V034(1)
 Anlage 2, Blatt 3

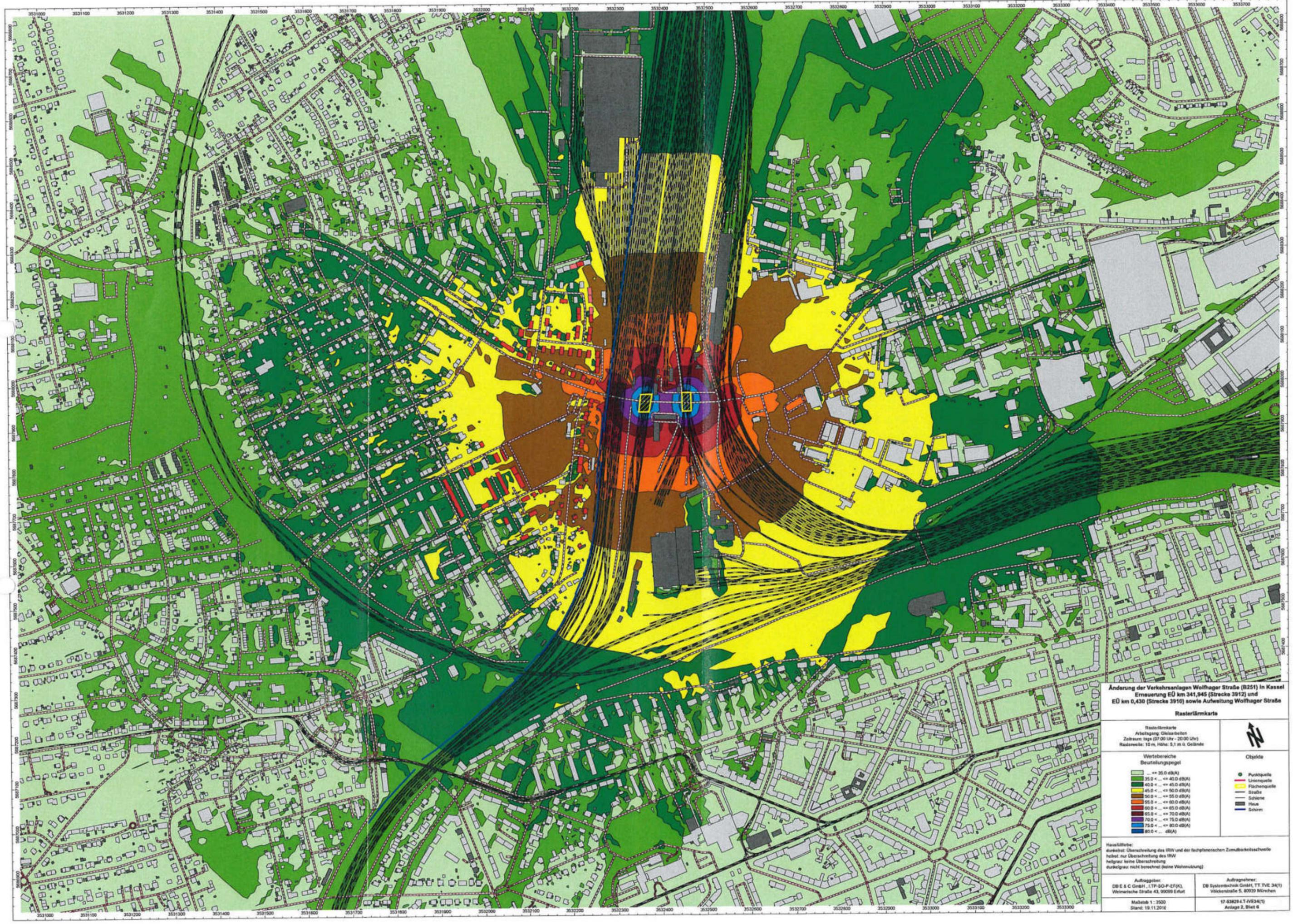




**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
Ermessung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufweitung Wolfhager Straße**

Rasterlärnkarte

<p>Rasterlärnkarte Anlagebau, Abmischarbeiten Zeitraum: tags (07:00 Uhr - 20:00 Uhr) Rasterweite: 10 m, Höhe: 3,1 m ü. Gelände</p>																							
<p>Wertebereiche Beurteilungspegel</p> <table border="1"> <tr><td>35.0 <-</td><td>35.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>35.0 <-</td><td>40.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>40.0 <-</td><td>45.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>45.0 <-</td><td>50.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>50.0 <-</td><td>55.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>55.0 <-</td><td>60.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>60.0 <-</td><td>65.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>65.0 <-</td><td>70.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>70.0 <-</td><td>75.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>75.0 <-</td><td>80.0 dB(A)</td></tr> <tr><td>80.0 <-</td><td>>80.0 dB(A)</td></tr> </table>	35.0 <-	35.0 dB(A)	35.0 <-	40.0 dB(A)	40.0 <-	45.0 dB(A)	45.0 <-	50.0 dB(A)	50.0 <-	55.0 dB(A)	55.0 <-	60.0 dB(A)	60.0 <-	65.0 dB(A)	65.0 <-	70.0 dB(A)	70.0 <-	75.0 dB(A)	75.0 <-	80.0 dB(A)	80.0 <-	>80.0 dB(A)	<p>Objekte</p> <ul style="list-style-type: none">  Punktquelle  Linearquelle  Flächenquelle  Straße  Schiene  Haus  Schirm
35.0 <-	35.0 dB(A)																						
35.0 <-	40.0 dB(A)																						
40.0 <-	45.0 dB(A)																						
45.0 <-	50.0 dB(A)																						
50.0 <-	55.0 dB(A)																						
55.0 <-	60.0 dB(A)																						
60.0 <-	65.0 dB(A)																						
65.0 <-	70.0 dB(A)																						
70.0 <-	75.0 dB(A)																						
75.0 <-	80.0 dB(A)																						
80.0 <-	>80.0 dB(A)																						
<p>Hautfüllfarbe: dunkelrot: Überschreitung des IRV und der fachplanerischen Zusatzwertescheitelle hellrot: nur Überschreitung des IRV hellgrau: keine Überschreitung dunkelgrau: nicht berechnet (keine Wohnbevölkerung)</p>																							
<p>Auftraggeber: DB E & C GmbH, 17P-SD-P-EFK, Weinische Straße 43, 90009 Erlurt</p> <p>Multistab 1: 3500 Stand: 10.11.2018</p>	<p>Auftraggeber: DB Systemtechnik GmbH, TT.TVE 34(1) Wilkestraße 5, 80339 München</p> <p>17.63829-LT-F/ET/11 Anlage 2, Blatt 5</p>																						



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
 Erneuerung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
 EU km 0,430 (Strecke 3916) sowie Aufwertung Wolfhager Straße**

Rasterärmekarte

Rasterformate
 Arbeitsgang: Gleisanlagen
 Zeitraum: tags (07:00 Uhr - 20:00 Uhr)
 Rasterweite: 10 m, Höhe: 3,1 m & Gelände

Wertebereiche Beurteilungspegel

25,0 < - <= 35,0 dB(A)
35,0 < - <= 40,0 dB(A)
40,0 < - <= 45,0 dB(A)
45,0 < - <= 50,0 dB(A)
50,0 < - <= 55,0 dB(A)
55,0 < - <= 60,0 dB(A)
60,0 < - <= 65,0 dB(A)
65,0 < - <= 70,0 dB(A)
70,0 < - <= 75,0 dB(A)
75,0 < - <= 80,0 dB(A)
80,0 < - <= 85,0 dB(A)

Objekte

- Punktquelle
- Linienquelle
- Flächenquelle
- Straße
- Schiene
- Haus
- Schirm

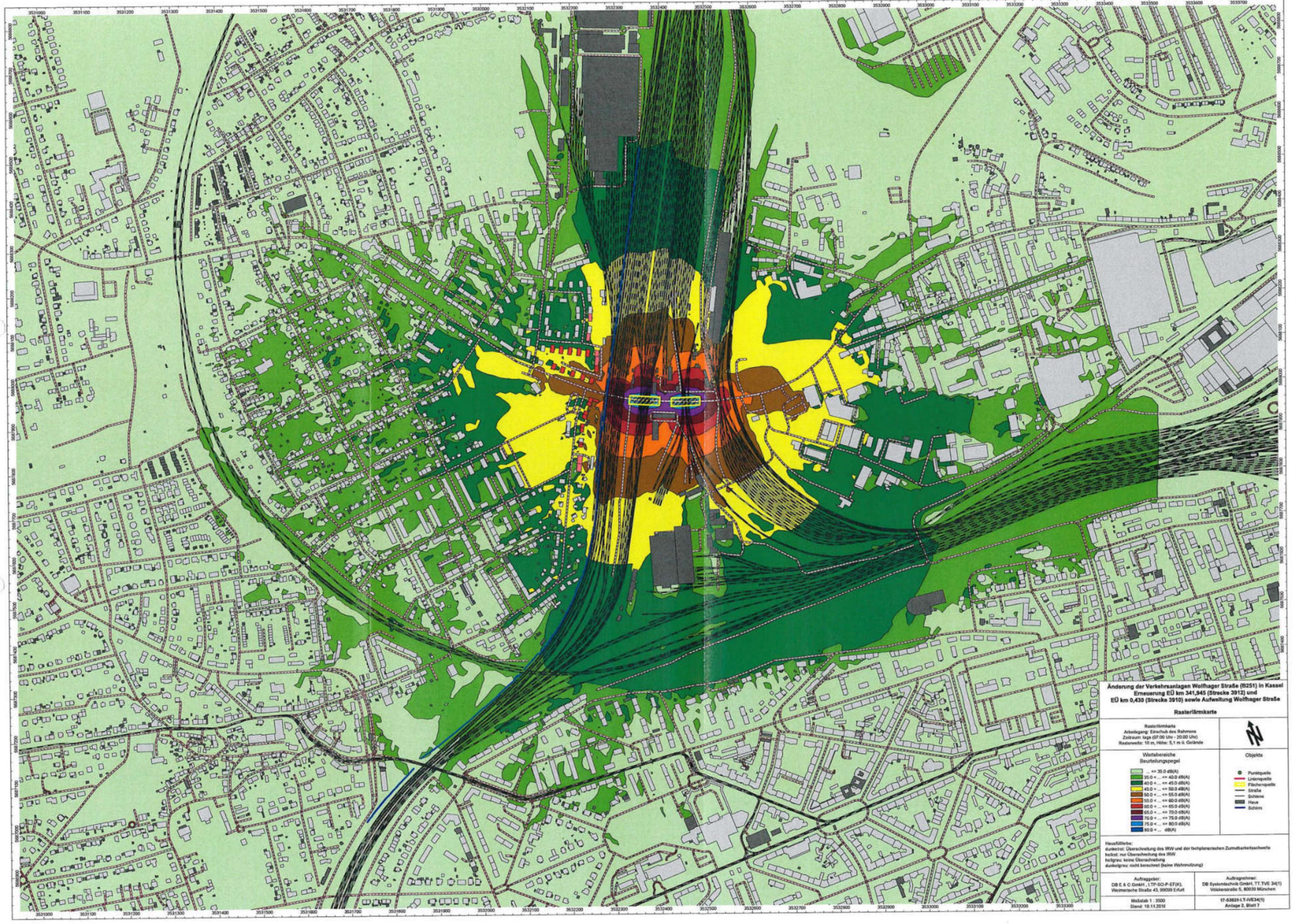
Legende:
 dunkelrot: Überschreitung des IRV und der festzulegenden Zumutbarkeitsschwelle
 hellrot: nur Überschreitung des IRV
 hellgrau: keine Überschreitung
 dunkelgrau: nicht berechnet (keine Vollwertung)

Auftraggeber:
 DB E & C GmbH, 17P-50-P-EFK,
 Weimische Straße 43, 90099 Erfurt

Auftragnehmer:
 DB Systemtechnik GmbH, TT.TVE 34(1)
 Weimische Straße 5, 80939 München

Maßstab 1:3500
 Stand: 19.11.2016

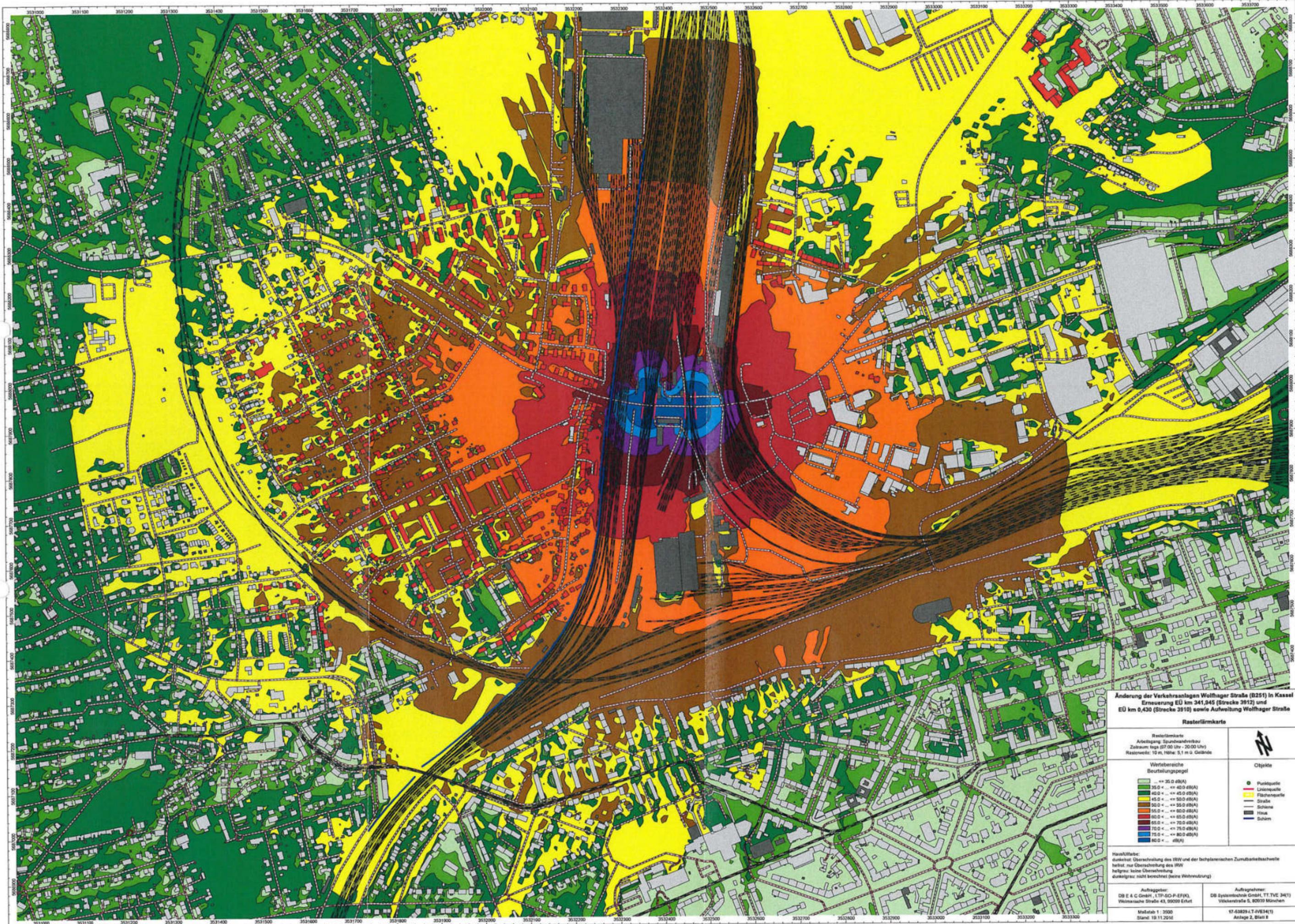
17-638294-T-VE2(A)1
 Anlage 2, Blatt 6



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kasal
 Erneuerung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
 EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufweitung Wolfhager Straße**

Rasterlärnkarte

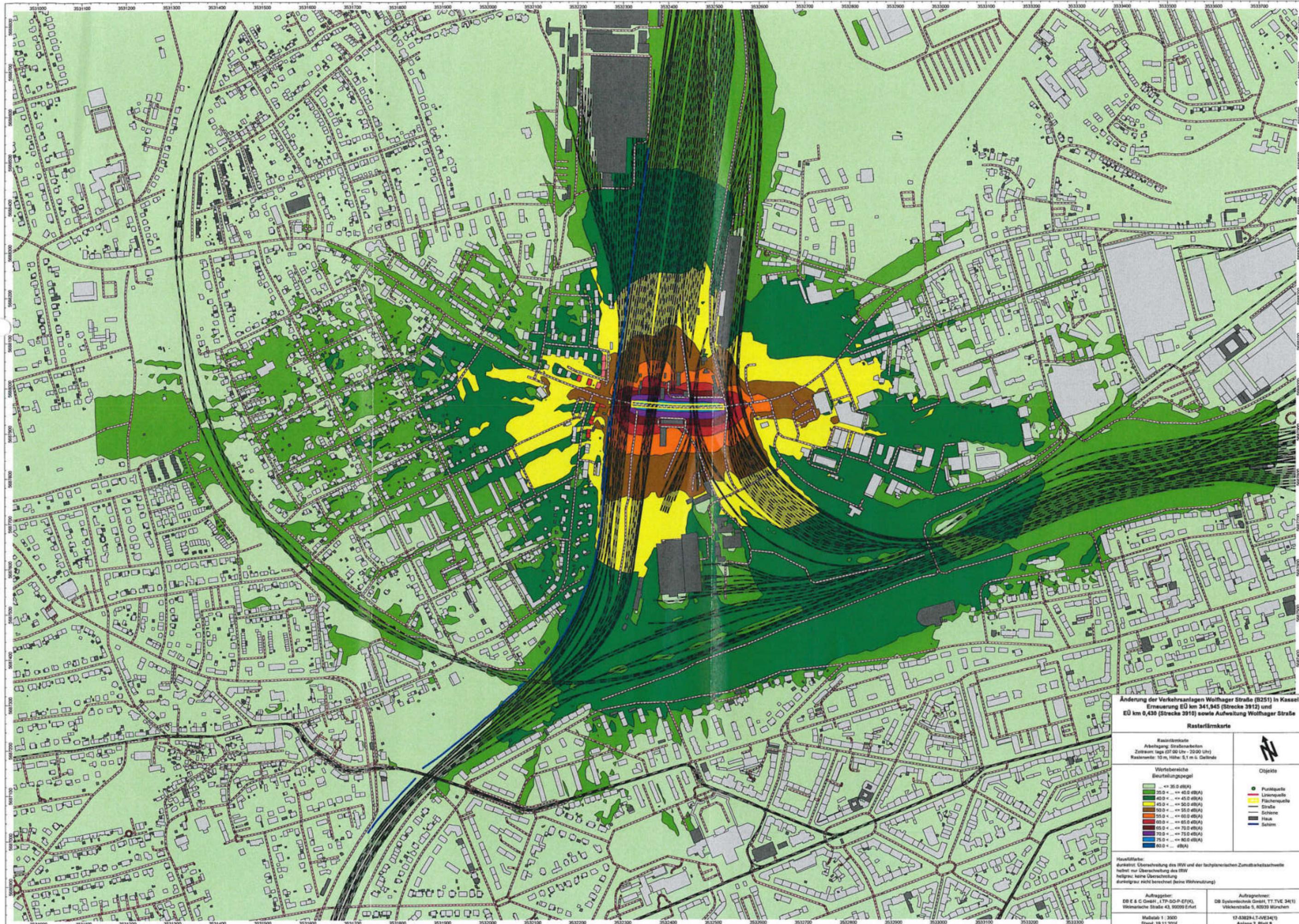
<p>Rasterlärnkarte Anhebung: Einrathub des Rahmens Zeitraum: tags (07:00 Uhr - 20:00 Uhr) Rasterweite: 10 m, Höhe: 5,1 m ü. Gelände</p>																					
<p>Wertebereiche Beurteilungspegel</p> <table border="1"> <tr><td>35,0 <=</td><td>40,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>40,0 <=</td><td>45,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>45,0 <=</td><td>50,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>50,0 <=</td><td>55,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>55,0 <=</td><td>60,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>60,0 <=</td><td>65,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>65,0 <=</td><td>70,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>70,0 <=</td><td>75,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>75,0 <=</td><td>80,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>80,0 <=</td><td>dB(A)</td></tr> </table>	35,0 <=	40,0 dB(A)	40,0 <=	45,0 dB(A)	45,0 <=	50,0 dB(A)	50,0 <=	55,0 dB(A)	55,0 <=	60,0 dB(A)	60,0 <=	65,0 dB(A)	65,0 <=	70,0 dB(A)	70,0 <=	75,0 dB(A)	75,0 <=	80,0 dB(A)	80,0 <=	dB(A)	<p>Objekte</p> <ul style="list-style-type: none"> Punktquelle Linienquelle Flächenquelle Straße Schiene Haus Solum
35,0 <=	40,0 dB(A)																				
40,0 <=	45,0 dB(A)																				
45,0 <=	50,0 dB(A)																				
50,0 <=	55,0 dB(A)																				
55,0 <=	60,0 dB(A)																				
60,0 <=	65,0 dB(A)																				
65,0 <=	70,0 dB(A)																				
70,0 <=	75,0 dB(A)																				
75,0 <=	80,0 dB(A)																				
80,0 <=	dB(A)																				
<p>Hautfüllfarbe: dunkelrot: Überschreitung des IRW und der hochfrequenten Zumutbarkeitschwelle hellrot: nur Überschreitung des IRW hellgrün: keine Überschreitung dunkelgrün: nicht berechnet (keine Wohnnutzung)</p>																					
<p>Auftraggeber: DB E & C GmbH, LTP-50-P-EFK, Weimarer Straße 43, 90009 Erlangen</p>	<p>Auftragnehmer: DB Systemtechnik GmbH, TT.VVE 34(1) Völknerstraße 5, 80030 München</p>																				
<p>Maßstab: 1:3500 Stand: 10.11.2016</p>	<p>17-53829-LT-AVE34(1) Anlage 2, Blatt 7</p>																				



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
Erneuerung EU km 341,845 (Strecke 3912) und
EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufweitung Wolfhager Straße**

Rasterlärmkarte

<p>Rasterlärmkarte Anlageplanung: Spurnahverkehr Zeitraum: tags (07:00 Uhr - 20:00 Uhr) Rastersonde: 10 m, Höhe: 5,1 m ü. Gelände</p>	
<p>Wertebereiche Beurteilungspegel</p> <ul style="list-style-type: none"> 35,0 < -> 40,0 dB(A) 40,0 < -> 45,0 dB(A) 45,0 < -> 50,0 dB(A) 50,0 < -> 55,0 dB(A) 55,0 < -> 60,0 dB(A) 60,0 < -> 65,0 dB(A) 65,0 < -> 70,0 dB(A) 70,0 < -> 75,0 dB(A) 75,0 < -> 80,0 dB(A) 80,0 < -> dB(A) 	<p>Objekte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Punktquelle — Linienquelle — Flächenpegel — Straße — Schiene — Haus — Schirm
<p>Handzettel: dunkelrot: Überschreitung des IRW und der fachplanerischen Zumutbarkeitschwelle hellrot: nur Überschreitung des IRW hellgrau: keine Überschreitung dunkelgrau: nicht berechnet (keine Wohnnutzung)</p>	
<p>Auftraggeber: DB E & C GmbH, LTP-50-P-EFK, Weinmische Straße 43, 99099 Erfurt</p>	<p>Auftragnehmer: DB Systemtechnik GmbH, TT.TVE 34(1) Völknerstraße 5, 80939 München</p>
<p>Maßstab: 1 : 2000 Stand: 19.11.2016</p>	<p>17-63829-LT-FVSE(1) Anlage 2, Blatt E</p>



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
Erneuerung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufwärtung Wolfhager Straße**

Rasterärmkarte

Rasterformate
Arbeitszeit: Straßenarbeiten
Zeitraum: tags (07:00 Uhr - 20:00 Uhr)
Rasterweite: 10 m, Höhe: 5,1 m & Gebäude

Wertebereiche Beurteilungspegel	Objekte
≤ 35,0 dB(A)	● Punktquelle
35,0 < ... ≤ 40,0 dB(A)	▬ Linienquelle
40,0 < ... ≤ 45,0 dB(A)	▭ Flächenquelle
45,0 < ... ≤ 50,0 dB(A)	— Straße
50,0 < ... ≤ 55,0 dB(A)	— Schiene
55,0 < ... ≤ 60,0 dB(A)	■ Haus
60,0 < ... ≤ 65,0 dB(A)	■ Schirm
65,0 < ... ≤ 70,0 dB(A)	
70,0 < ... ≤ 75,0 dB(A)	
75,0 < ... ≤ 80,0 dB(A)	
80,0 < ... dB(A)	

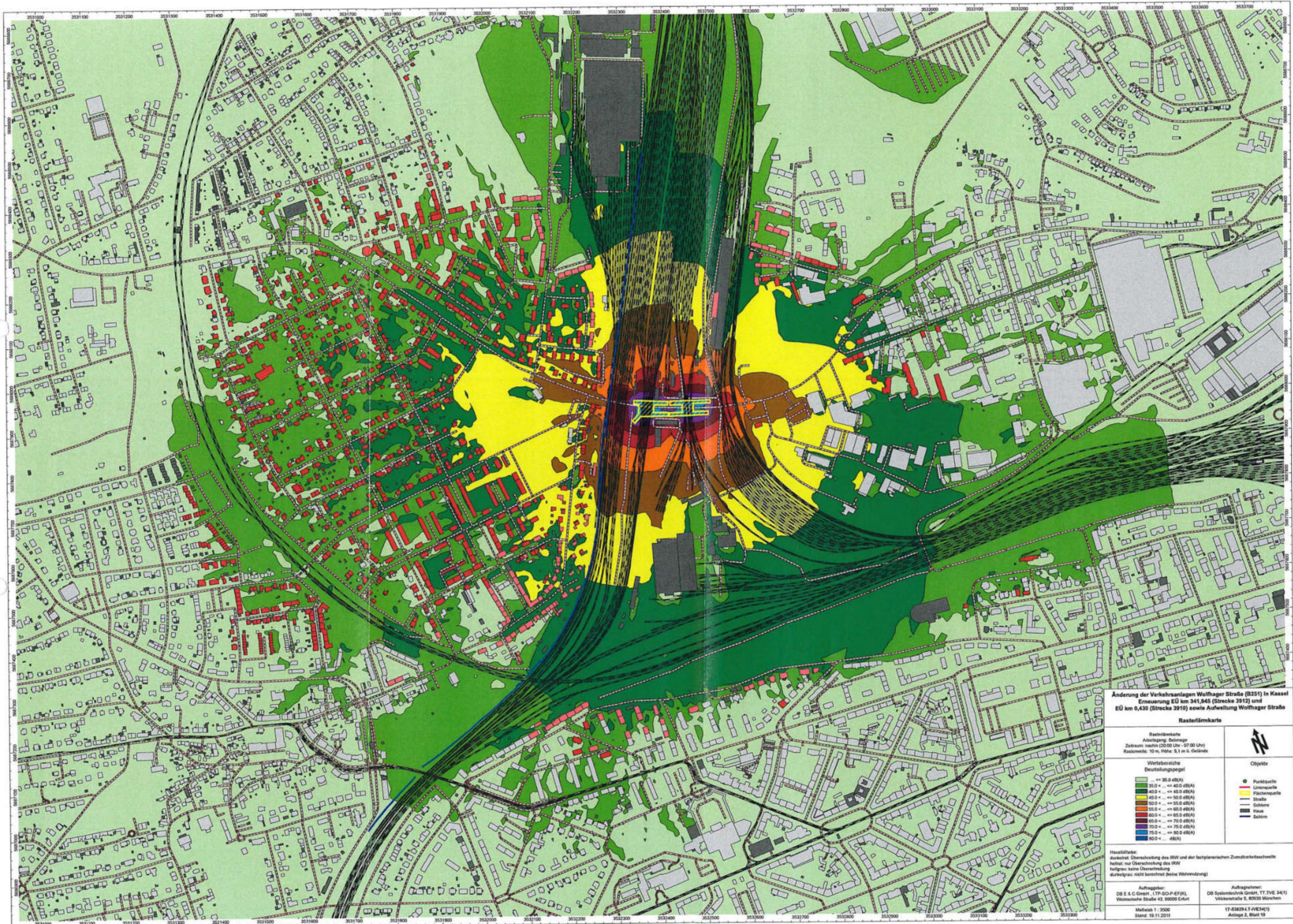
Hausflächen:
dunkelrot: Überschreitung des IRW und der fachplanerischen Zumutbarkeitschwelle
hellrot: nur Überschreitung des IRW
hellgrün: keine Überschreitung
dunkelgrün: nicht berechnet (keine Wohnnutzung)

Auftraggeber:
DB E & C GmbH, ITP-50-P-EFK,
Weinstraße 43, 90009 Erfurt

Auftragnehmer:
DB Systemtechnik GmbH, TT.TVE 34(1),
Völknerstraße 5, 80939 München

Maßstab: 1 : 3500
Stand: 19.11.2016

17-338294-T-VES4(1)
Anlage 2, Blatt 9



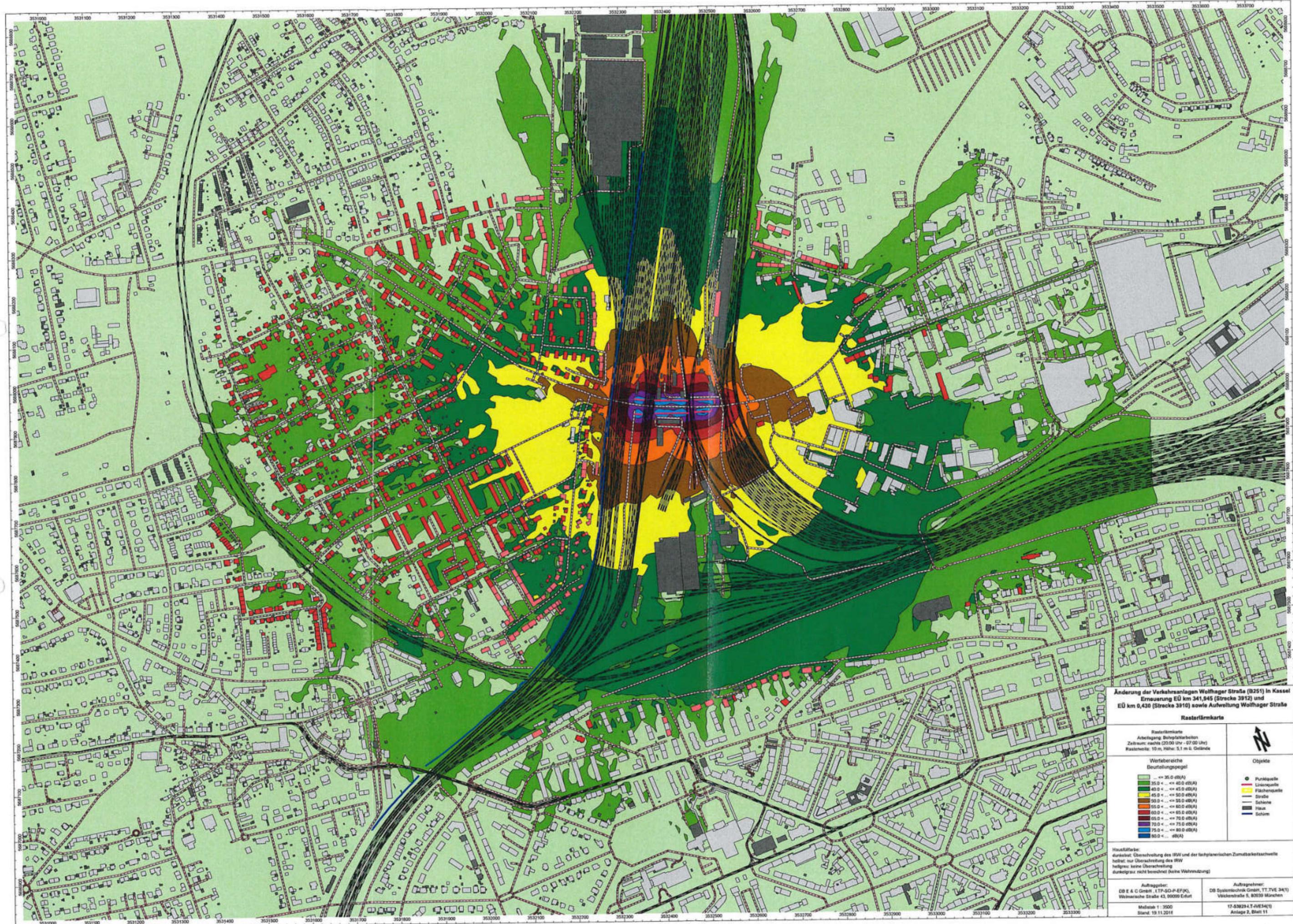
**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
Erneuerung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufwertung Wolfhager Straße**

Rasterlärmkarte

<p>Rasterlärmkarte Arbeitsgang: Betonage Zeitraum: nachts (20:00 Uhr - 07:00 Uhr) Rasterweite: 10 m, Höhe: 5,1 m ü. Gelände</p>											
<p>Wertebereiche Beurteilungspegel</p> <table border="1"> <tr><td>35,0 < ... <= 40,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>40,0 < ... <= 45,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>45,0 < ... <= 50,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>50,0 < ... <= 55,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>55,0 < ... <= 60,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>60,0 < ... <= 65,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>65,0 < ... <= 70,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>70,0 < ... <= 75,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>75,0 < ... <= 80,0 dB(A)</td></tr> <tr><td>80,0 < ... <= 85,0 dB(A)</td></tr> </table>	35,0 < ... <= 40,0 dB(A)	40,0 < ... <= 45,0 dB(A)	45,0 < ... <= 50,0 dB(A)	50,0 < ... <= 55,0 dB(A)	55,0 < ... <= 60,0 dB(A)	60,0 < ... <= 65,0 dB(A)	65,0 < ... <= 70,0 dB(A)	70,0 < ... <= 75,0 dB(A)	75,0 < ... <= 80,0 dB(A)	80,0 < ... <= 85,0 dB(A)	<p>Objekte</p> <ul style="list-style-type: none"> Punktquelle Flächenquelle Straße Schiene Haus Schirm
35,0 < ... <= 40,0 dB(A)											
40,0 < ... <= 45,0 dB(A)											
45,0 < ... <= 50,0 dB(A)											
50,0 < ... <= 55,0 dB(A)											
55,0 < ... <= 60,0 dB(A)											
60,0 < ... <= 65,0 dB(A)											
65,0 < ... <= 70,0 dB(A)											
70,0 < ... <= 75,0 dB(A)											
75,0 < ... <= 80,0 dB(A)											
80,0 < ... <= 85,0 dB(A)											

Haustilfärbung:
 dunkelrot: Überschreitung des IRW und der fachplanerischen Zimmertierkategorie
 rot: nur Überschreitung des IRW
 hellrot: keine Überschreitung
 dunkelgrau: nicht berechnet (keine Wohnnutzung)

<p>Auftraggeber: DB E & C GmbH, LTP-SO-P-EFKO, Weinstraße 43, 99090 Erfurt</p>	<p>Auftragnehmer: DB Systemtechnik GmbH, TT_TVE 34(1), Wilhelmstraße 5, 80539 München</p>
<p>Maßstab 1 : 2500 Stand: 19.11.2011</p>	<p>17-638394-T-V054(1) Anlage 2, Blatt 10</p>



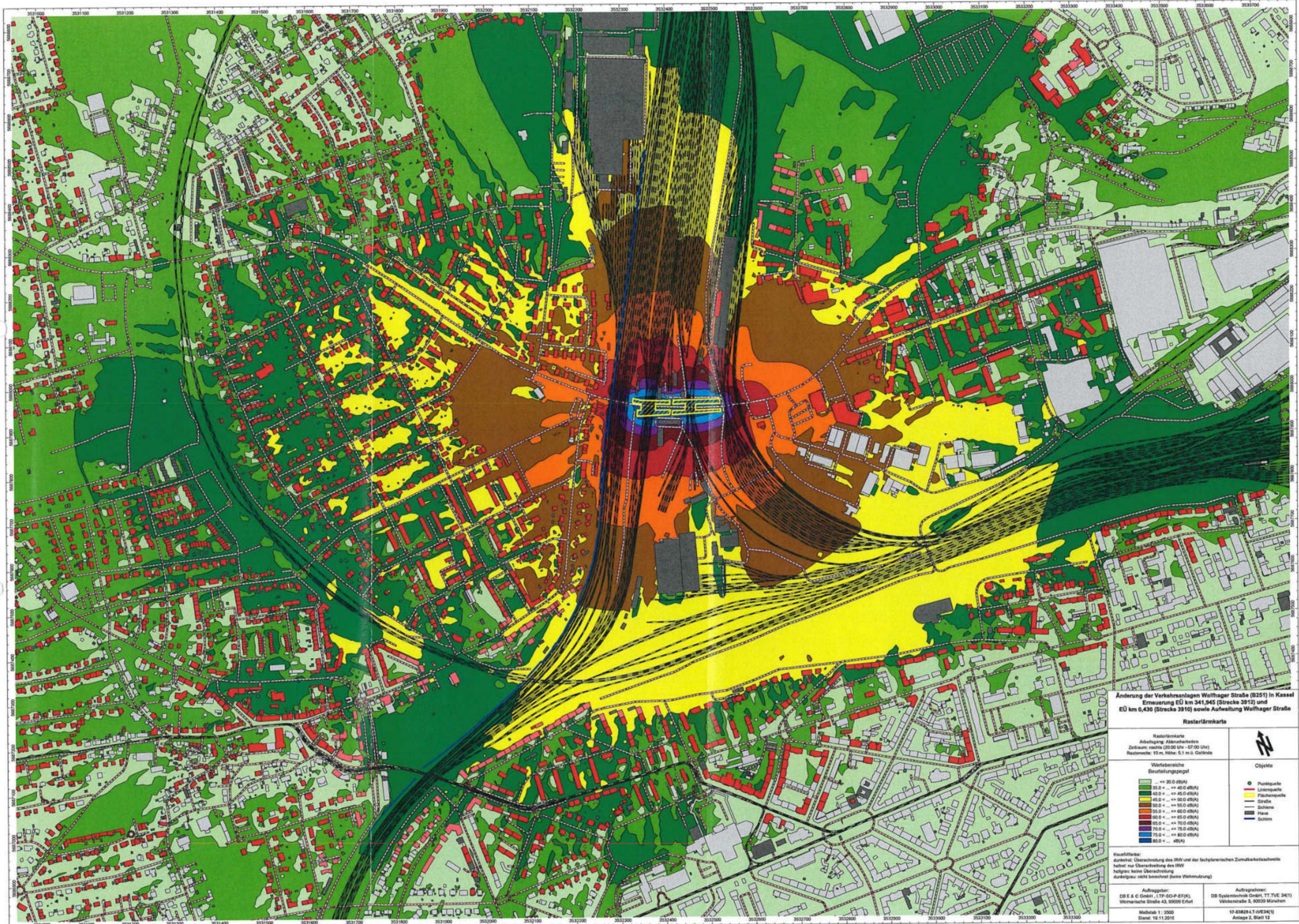
**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
Erneuerung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufwertung Wolfhager Straße**

Rasterlärmkarte

<p>Rasterlärmkarte Arbeitsgang: Begeplattung Zeitraum: nachts (20.00 Uhr - 07.00 Uhr) Rasterweite: 10 m, Höhe: 3,1 m ü. Gelände</p>	
<p>Wertebereiche Beurteilungspegel</p> <ul style="list-style-type: none"> 35,0 < - <= 40,0 dB(A) 40,0 < - <= 45,0 dB(A) 45,0 < - <= 50,0 dB(A) 50,0 < - <= 55,0 dB(A) 55,0 < - <= 60,0 dB(A) 60,0 < - <= 65,0 dB(A) 65,0 < - <= 70,0 dB(A) 70,0 < - <= 75,0 dB(A) 75,0 < - <= 80,0 dB(A) 80,0 < - <= 85,0 dB(A) 	<p>Objekte</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Punktquelle ■ Flächenquelle — Straße — Schiene ■ Haus — Schirm

Hausfarben:
dunkelrot: Überschreitung des IRW und der festgelegten Zusatzkategorie
hellrot: nur Überschreitung des IRW
hellgrün: keine Überschreitung
dunkelgrün: nicht berechnet (keine Wohnnutzung)

<p>Auftraggeber: DB E & C GmbH - ITP-SO-P-EFK, Wilmersche Straße 43, 90090 Erfurt</p>	<p>Auftragnehmer: DB Systemtechnik GmbH, TT, TVE 34(1), Völknerstraße 5, 80939 München</p>
<p>Maßstab: 1 : 2500 Stand: 19.11.2016</p>	<p>17-63829-4-T-V054(1) Anlage 2, Blatt 11</p>



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
Erneuerung EU km 341,945 (Stracks 3912) und
EU km 0,430 (Stracks 3910) sowie Aufweitung Wolfhager Straße**

Rasterlärmkarte

Rasterlärmkarte
 Arbeitstag: Abfahrtszeiten
 Zeitraum: nachts (23:00 Uhr - 07:00 Uhr)
 Rasterweite: 10 m, Höhe: 9,1 m ü. Gelände

Wertebereiche Beurteilungspegel	Objekte
35,0 <- 40,0 dB(A)	• Punktquelle
40,0 <- 45,0 dB(A)	• Linienquelle
45,0 <- 50,0 dB(A)	• Flächenquelle
50,0 <- 55,0 dB(A)	— Straße
55,0 <- 60,0 dB(A)	— Schiene
60,0 <- 65,0 dB(A)	— Haus
65,0 <- 70,0 dB(A)	— Schirm
70,0 <- 75,0 dB(A)	
75,0 <- 80,0 dB(A)	
80,0 <- dB(A)	

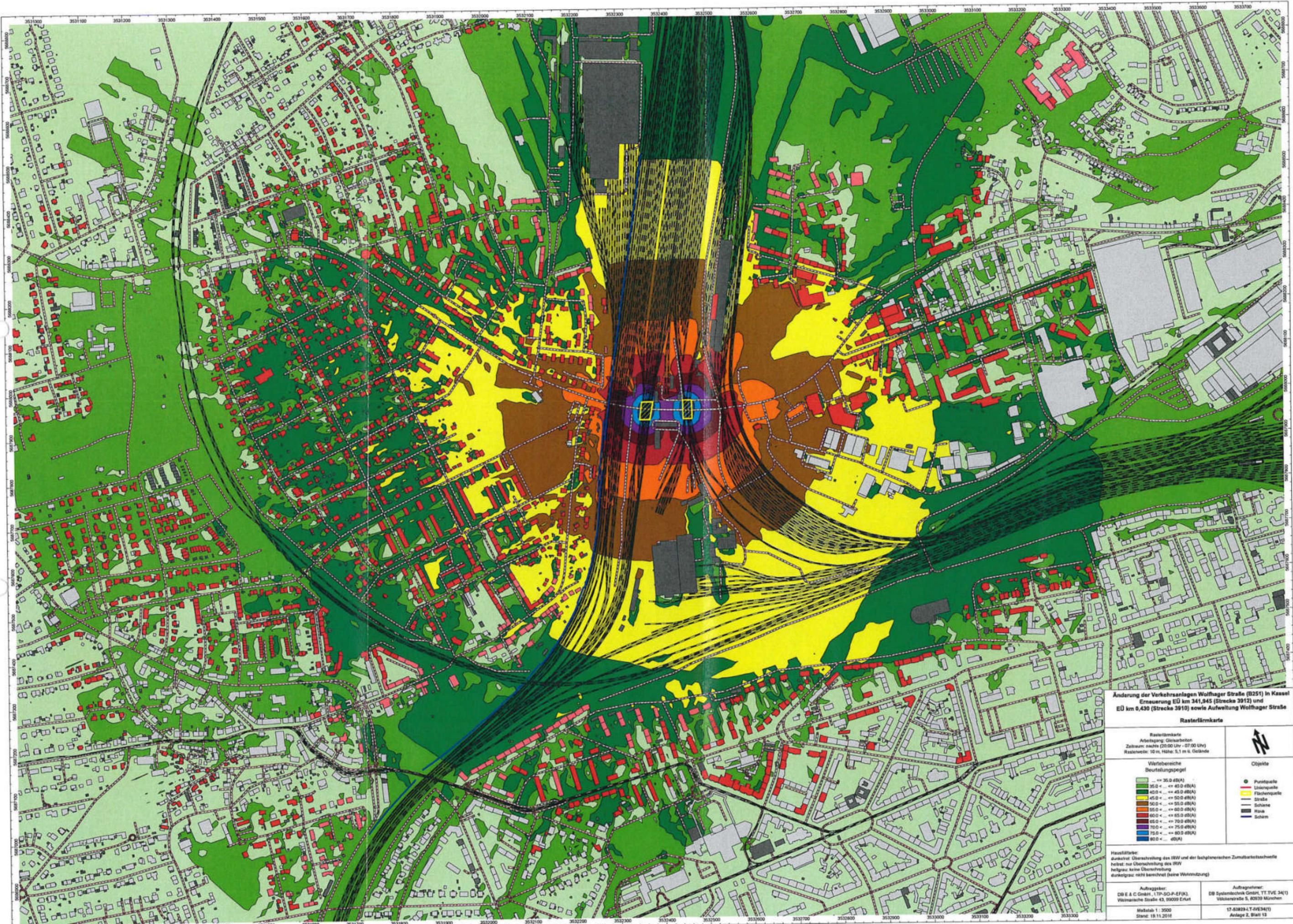
Hausöffnungsfläche:
 dunkelrot: Überschreitung des IRV und der fachplanerischen Zusatzbereichsfläche
 hellrot: nur Überschreitung des IRV
 hellgrün: keine Überschreitung
 dunkelgrün: nicht berechnet (keine Wohnnutzung)

Auftraggeber:
 DB E & C GmbH, LTP-SO-P-EF(K),
 Wernarische Straße 43, 99099 Erfurt

Auftragnehmer:
 DB Systemtechnik GmbH, TT_TVE 34(1),
 Vöcknerstraße 5, 90039 München

Maßstab 1:3000
 Blatt: 15.11.2011

17-53829-LT-IVS4(1)
 Anlage 2, Blatt 12



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
Erneuerung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufweitung Wolfhager Straße**

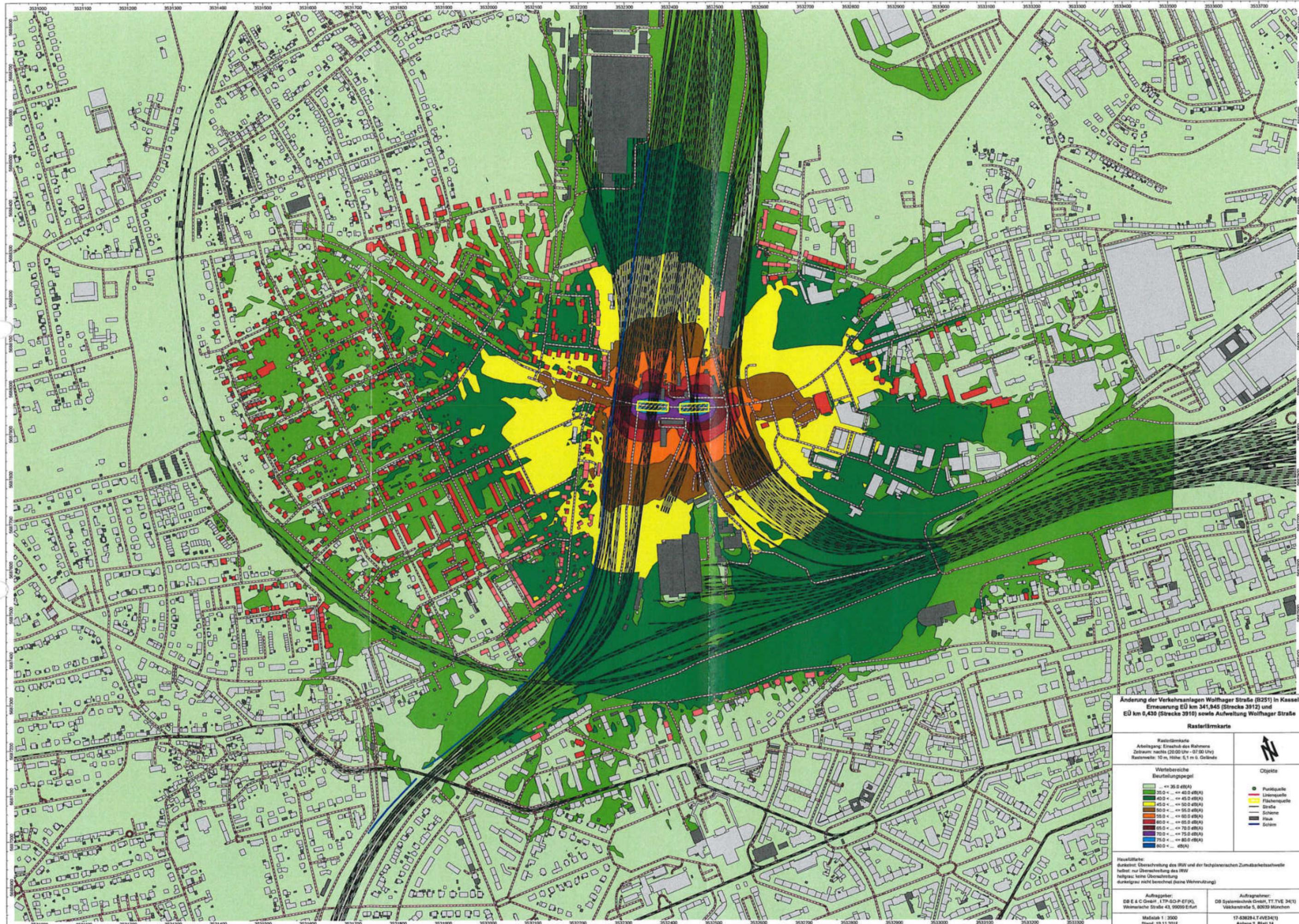
Rasterlärmkarte

Rasterlärmkarte
Arbeitsgang: Glasarbeiten
Zeitraum: nachts (20:00 Uhr - 07:00 Uhr)
Reisehöhe: 10 m, Höhe: 5,1 m u. Gelände

Wertebereiche	Beurteilungspegel	Objekte
35,0 < -	35,0 dB(A)	Punktschalle
40,0 < -	40,0 dB(A)	Linienquelle
45,0 < -	45,0 dB(A)	Flächenquelle
50,0 < -	50,0 dB(A)	Straße
55,0 < -	55,0 dB(A)	Schiene
60,0 < -	60,0 dB(A)	Haus
65,0 < -	65,0 dB(A)	Schem
70,0 < -	70,0 dB(A)	
75,0 < -	75,0 dB(A)	
80,0 < -	80,0 dB(A)	

Hausfüllhöhe:
 dunkelgrau: Überschreitung des IRV und der fachplanerischen Zumutbarkeitschwelle
 hellgrau: nur Überschreitung des IRV
 hellgrün: keine Überschreitung
 dunkelgrün: nicht berechnet (keine Wertung)

Auftraggeber: DB E & C GmbH, 17P-SO-P-EFK, Weimische Straße 43, 99099 Erfurt	Auftragnehmer: DB Systemtechnik GmbH, TT.TVE 34(1) Wölkensstraße 5, 80939 München
Maßstab: 1:3500 Stand: 19.11.2016	17.63024-T-FV54(1) Anlage 2, Blatt 13



**Änderung der Verkehrsanlagen Wolfhager Straße (B251) in Kassel
 Erneuerung EU km 341,945 (Strecke 3912) und
 EU km 0,430 (Strecke 3910) sowie Aufwältung Wolfhager Straße**

Rasterlärmkarte

Rasterlärmkarte
 Arbeitsgang: Einschub des Rahmens
 Zeitraum: nachts (20.00 Uhr - 07.30 Uhr)
 Rasterweite: 10 m, Höhe: 5,1 m ü. Gelände

Wertebereiche Beurteilungspegel

35,0 < ... <= 40,0 dB(A)
40,0 < ... <= 45,0 dB(A)
45,0 < ... <= 50,0 dB(A)
50,0 < ... <= 55,0 dB(A)
55,0 < ... <= 60,0 dB(A)
60,0 < ... <= 65,0 dB(A)
65,0 < ... <= 70,0 dB(A)
70,0 < ... <= 75,0 dB(A)
75,0 < ... <= 80,0 dB(A)
80,0 < ... <= 85,0 dB(A)

Objekte

- Punktquelle
- Flächenquelle
- Straße
- Schiene
- Haus
- Schirm

Hauslärmkarte:
 dunkelrot: Überschreitung des IRW und der fachplanerischen Zumutbarkeitschwelle
 rot: nur Überschreitung des IRW
 hellrot: keine Überschreitung
 dunkelgrün: nicht betroffen (keine Wohnnutzung)

Auftraggeber:
 DB E & C GmbH, ITP-BO-P-EFK,
 Weimarer Straße 43, 99099 Erfurt

Auftragnehmer:
 OB Systemtechnik GmbH, TT.TVE 34(1),
 Völknerstraße 5, 80039 München

Maßstab 1 : 2500
 Stand: 10.11.2016

17-538294.7.V03(4/1)
 Anlage 2, Blatt 14

