

Erschütterungstechnisches Prognosegutachten für den vorhabenbezogenen Bebauungsplan – Innovationsquartier Düren



Dipl.-Phys. Helmut Venghaus
Bericht-Nr.: ACB-0521-9669/02

20.05.2021

Titel:	Erschütterungstechnisches Prognosegutachten für den vorhabenbezogenen Bebauungsplan – Innovationsquartier Düren
Auftraggeber:	Stadt Düren Amt für Stadtentwicklung
Auftrag vom:	22.03.2021
Bericht-Nr.:	ACB-0521-9669/02
Umfang:	16 Seiten
Datum:	20.05.2021
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Helmut Venghaus

Zusammenfassung

Die Stadt Düren plant im nördlichen Bereich des Bahnhofs Düren auf der Ostseite entlang der Gleise die Erweiterung der Innovationsquartiers Düren mit dem Bau von Büro-/Geschäftshäusern als mehrgeschossiger Massivbau.

Zur Erstellung der Erschütterungsprognose wurden im Untersuchungsgebiet Messungen bezüglich der Schwingungsausbreitung im Erdreich aus dem Bahnbetrieb durchgeführt. Auf der Basis dieser Emissionsspektren wurde ein Ausbreitungsmodell für die Schwingungen im Erdreich erarbeitet und anschließend für die Erstellung der Prognose über Erschütterungsimmissionen in den Gebäuden angewandt.

Die Prognoseergebnisse zeigen an, dass keine unzulässig hohen Immissionen bezüglich Erschütterungen und sekundärem Luftschall in den geplanten Gebäuden zu erwarten sind und demnach aus Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungsimmissionen verzichtet werden kann.

Inhalt

Quellenverzeichnis	4
1 Aufgabenstellung	5
2 Beurteilungsgrundlagen	5
2.1 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen	6
2.2 Sekundärer Luftschall	6
3 Örtliche Gegebenheiten	7
4 Erschütterungsemissionen	10
4.1 Messungen.....	10
4.2 Messergebnisse.....	10
5 Prognoseergebnisse	13
5.1 Prognostizierte Zugzahlen für das Jahr 2030	13
5.2 Ergebnis ohne Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungseinwirkungen aus dem Bahnbetrieb	14
6 Zusammenfassung	15

Quellenverzeichnis

Für die Untersuchung wurden folgende Grundlagen herangezogen:

- [1] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (16.BImSchV, Verkehrslärmschutzverordnung vom 25.09.1990), geänderte Fassung vom 18.12.2014 (BGBl Jahrgang 2014 Teil I Nr. 61, S. 2269; Bonn 23.12.2014)
- [2] DIN 4150-3:2016-12; Erschütterungen im Bauwesen - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen
- [3] DIN 4150-2:1999-06; Erschütterungen im Bauwesen - Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
- [4] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV vom 04.02.1997), geänderte Fassung vom 23.09.1997 (BGBl. I S. 2329)
- [5] Bundesverwaltungsgericht BVerwG - 7 A 14.09, 21.12.2010
- [6] Bundesverwaltungsgericht BVerwG - 7 A 24.12; 19.04.2014
- [7] Eisenbahn-Bundesamt; Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebebahnen – Anhang III-4; Dezember 2012
- [8] DIN 45669, Teil 1 „Messung von Schwingungsimmissionen – Anforderungen an Schwingungsmesser“, September 2019
- [9] DIN 45669, Teil 2 „Messung von Schwingungsimmissionen – Messverfahren“, Juni 2005
- [10] DIN 45672, Teil 1 „Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen Teil 1: Messverfahren“, Februar 2018
- [11] DIN 45672, Teil 2 „Schwingungsmessungen in der Umgebung von Schienenverkehrswegen – Auswerteverfahren“, Juli 1995
- [12] Stadt Düren, MASTERPLAN INNENSTADT, Gesamtplanung rund um den Bahnhof - V3, H. JAHNEN PFLÜGER, PROJEKT. PLANNR. 961/1080.2039, Stand 18.08.2020,
- [13] Bericht ACCON GmbH, Prognosegutachten über die Einwirkungen der Erschütterungen aus dem Bahnbetrieb auf die geplante Bebauung „Südliches Bahnhofsquartier zwischen Josef-Schregel-Straße und Lagerstraße“ in Düren Bebauungsplan Nr. 1/377 inklusive Langemarckpar, Bericht-Nr.: ACB-0717-7855/05, 21.07.2017
- [14] DB AG, Zugzahlenprognose 2030 (KW 08/2021) des Bundes für die Strecken 2600 und 2622

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Düren plant östlich der Streckengleise im nördlichen Einfahrbereich zum Bahnhof Düren die Erstellung von Büro-/Geschäftsgebäuden als mehrgeschossigen Massivbau im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplans – Innovationsquartier Düren.

Zur Ermittlung der eventuell notwendigen Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungsimmissionen aus dem Bahnbetrieb wurde die ACCON GmbH mit der Prognoseerstellung für die Gebäude beauftragt. Dieses neu zu erstellende Gutachten ist im Zusammenhang mit dem bereits durchgeführten Untersuchungen bezüglich des ebenfalls östlich der Gleisanlagen geplanten Bereiches, der im südlichen Einfahrbereich zum Bahnhof Düren liegt.

2 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen unterscheidet die DIN-4150-Reihe zwischen Einwirkungen auf den Menschen in Gebäuden und schädlichen Einwirkungen auf Gebäude. Die Beurteilung bezieht sich auf alle drei Schwingrichtungen, wobei nur der Maximalwert der größten Einzelkomponente zur Beurteilung herangezogen wird. Die wesentlichen Beurteilungsgrundlagen der DIN 4150-2 [8] werden im Folgenden zusammengefasst.

Tabelle 2: Anhaltswerte der DIN 4150-2 [8] für Menschen in Gebäuden

Einwirkungsort	tags (6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰ Uhr)			nachts (22 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰ Uhr)		
	A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
Industriegebiet	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
<u>Gewerbegebiet</u>	<u>0,3</u>	<u>6</u>	<u>0,15</u>	<u>0,2</u>	<u>0,4</u>	<u>0,1</u>
Mischgebiet	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
allgemeines und reines Wohngebiet	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
Sondergebiete Kliniken	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten, wenn

- die maximale bewertete Schwingstärke kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u ist, oder wenn
- die Beurteilungs-Schwingstärke kleiner oder gleich dem Anhaltswert A_r ist.

Die Anforderungen der Norm sind dagegen nicht eingehalten, wenn

- die maximale bewertete Schwingstärke größer als der obere Anhaltswert A_o ist, oder wenn
- die Beurteilungs-Schwingstärke größer als der Anhaltswert A_r ist.

Die Bedingungen für den unteren und oberen Anhaltswert gelten für jedes einzelne Ereignis (z. B. Zugvorbeifahrt, KB_{Fmax}), während sich der Anhaltswert A_r auf einen über die zu beurteilende Zeit zu bildenden Mittelwert bezieht (KB_{FTr}).

Für die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen aus Schienenverkehr gelten folgende Besonderheiten:

Die Beurteilung erfolgt anhand der Kriterien A_u (für KB_{Fmax}) und A_r (für KB_{FTr}). Die oberen Anhaltswerte A_o erhalten beim Schienenverkehr eine andere Bedeutung (siehe unten).

Bei der Ermittlung von KB_{FTr} wird der Faktor 2 zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung für Einwirkungen während der Ruhezeiten nicht angewendet.

Für oberirdische Schienenwege des ÖPNV gelten die um den Faktor 1,5 angehobenen A_u - und A_r - Werte der Tabelle 1 der DIN 4150-2.

Bei städtebaulichen Planungen sollten die Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150-2 eingehalten werden.

Für den Schienenverkehr hat der (obere) Anhaltswert A_o nichts die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen der Norm als nicht eingehalten gelten. Liegen jedoch nachts einzelne KB_{FTr} -Werte gebietsunabhängig über $A_o=0,6$, so ist nach der Ursache bei der entsprechenden Zugeinheit zu forschen (z. B. Flachstellen an Rädern) und diese sind möglichst rasch zu beheben. Diese hohen Werte sind bei der Berechnung von KB_{FTr} zu berücksichtigen.

2.1 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen

Die Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen hängt von der Höhe des KB-Wertes und von der Frequenzzusammensetzung der Erschütterungseinwirkung ab. Für die subjektive Wahrnehmung spielt daneben das übrige Umfeld (Vorhandensein von anderen störenden Umwelteinflüssen) eine Rolle. Die folgende Tabelle kann deshalb nur zur orientierenden Einschätzung der Wirkung von Erschütterungen dienen.

Tabelle 3: Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen in Abhängigkeit vom KB-Wert

KB = 1,6	stark spürbar
KB = 0,6	gut spürbar
KB = 0,14	gerade spürbar
KB = 0,1	Fühlschwelle

2.2 Sekundärer Luftschall

Im Urteil des Bundesverwaltungsgerichts (BVG) vom 19.04.2014 wird für den aus Erschütterungsimmissionen entstehenden sekundären Luftschall festgelegt

Zitat

Weder für die Ermittlung und Beurteilung von Geräuschemissionen aus sekundärem Luftschall noch für eine diesbezügliche Zumutbarkeitsschwelle gibt es normative Festsetzungen. Welche Innenschallpegel für die Bewohner von Häusern zumutbar sind, kann jedoch in Orientierung an den Vorgaben der auf öffentliche Verkehrsanlagen bezogenen Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (24. BImSchV [12]) bestimmt werden, da es sich auch beim sekundären Luftschall um einen verkehrsinduzierten Lärm handelt ... Zutreffend geht diese auch davon aus, dass in Übereinstimmung mit den Vorgaben der 24. BImSchV die Zumutbarkeitsschwelle für einwirkenden sekundären Luftschall bei 40 dB(A)/tags für Wohnräume und 30 dB(A) nachts für Schlafräume liegt.

Danach gelten für Wohnräume, unabhängig von der Lage des Gebäudes und der Gebietseinstufung, folgende Richtwerte:

Tabelle 4: Richtwerte für Sekundärschall in Gebäuden

Beurteilungszeitraum	Tag (6 - 22 Uhr) Wohnzimmer	Nacht (22 - 6 Uhr) Schlafzimmer
Sekundärluftschall	40 dB(A)	30 dB(A)

Die Richtwerte in Tabelle 4 beziehen sich auf Mittelungspegel ($L_{m,sek}$) über die jeweilige Beurteilungszeit. Es soll vermieden werden, dass kurzzeitige Geräuschspitzen (hier bei einer Einzelvorbeifahrt) den Richtwert um mehr als 10 dB überschreiten. Der im Urteil des BVG erwähnte Abschlag durch Anwendung des Schienenbonus von $\Delta L = 5$ dB(A) wird wegen der geänderten Gesetzeslage nicht mehr angewandt.

3 Örtliche Gegebenheiten

Das Gebiet befindet sich auf der Ostseite der Gleisanlagen des Bahnhofs Düren. Das Gelände des gesamten Untersuchungsbereichs kann als nahezu eben angesehen werden. Lediglich im südlichen Einfahrbereich zum Bahnhof verlaufen die Bahngleise in Dammlage (siehe hierzu [13]). Das gesamte Planungsgebiet erstreckt sich im Süden beginnend am Langemarkplatz bis im Norden zur Schöllerbrücke.

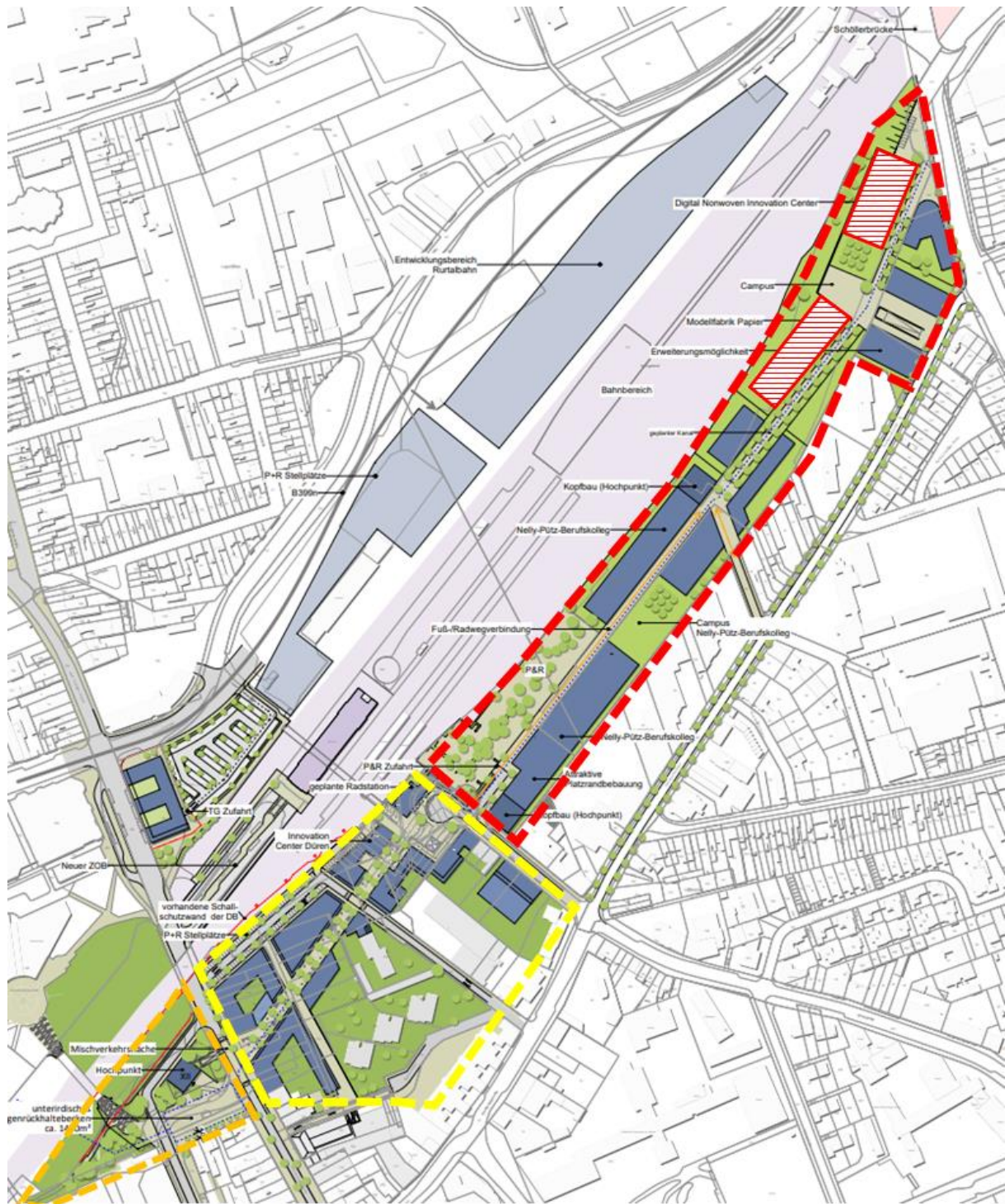


Abbildung 1: Gesamter Planungsbereich Innovationsquartier Düren, orange und gelb umrandete Bereiche siehe [14], rot umrandeter Bereich ist Bestandteil dieses Prognosegutachtens, Quelle Plan [12]

Das hier zu betrachtenden Teilgebiet des Innovationsquartiers Düren beginnt im Süden an der Lagerstraße und erstreckt bis zur Schöllerbrücke über eine Strecke von ca. 600m in einen mehr als 80m breiten Streifen.

Der überwiegende Anteil des Planungsgebiets befindet sich seitlich der Güterwagenabstellung bzw. Überholgleise des Bahnhofs Düren (Abbildung 2). Die Befahrung dieser Gleise ist mittlerweile sehr stark reduziert worden und zusätzlich fahren die Züge auf diesen Gleisen nur Geschwindigkeiten unter 25 km/h. Von daher werden in diesem Gutachten nur die 4 wesentlich befahrenen Gleise in die Prognosebetrachtungen einbezogen

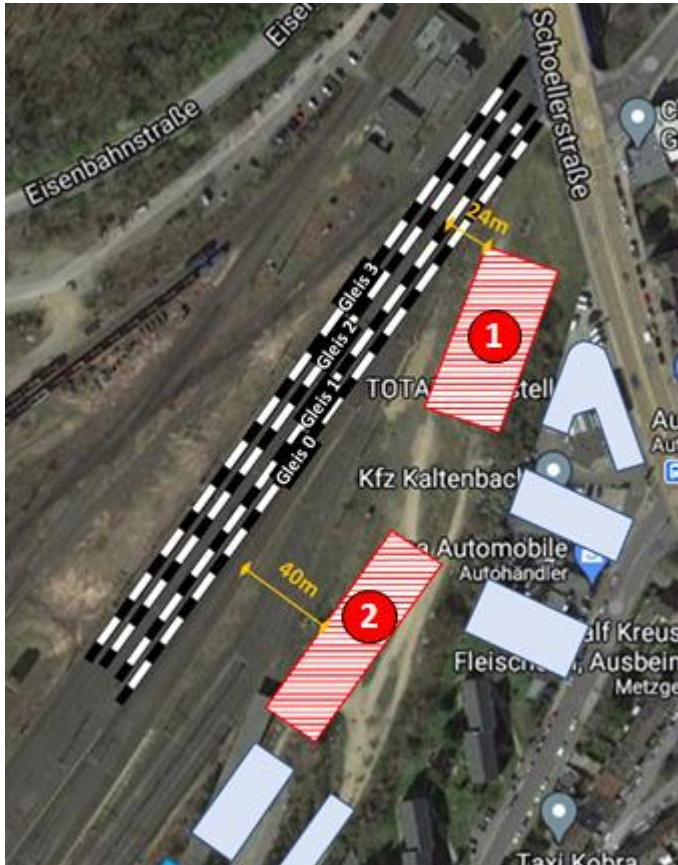


Abbildung 2: Nördlicher Teilausschnitt des Bebauungsplans Innovationsquartier Düren mit Bezeichnung der Gleise mit wesentlichem Bahnbetrieb

Auf dem Gleis 0 werden nur Züge verkehren, die im anschließenden Abstellbereich des Bahnhofs zu besonderen Aufgaben verkehren (z.B. Züge der Rurtalbahn) oder als Güterzüge abgestellt werden. Auf dem Gleis 1 (= Strecke 2622) verkehren in beiden Fahrtrichtungen die Züge der S-Bahn und der Fernverkehr der Strecke 2600 läuft auf dem Gleis 2 (Richtung Nord) und dem Gleis 3 (Richtung Süd). Weiter entfernt liegende Gleise werden in diese Prognoseuntersuchungen nicht aufgenommen, da sie wegen der großen Distanzen zu den zukünftigen Gebäuden keine Relevanz haben werden.

Aus Abbildung 2 ist zu entnehmen, dass wegen des geringen Anstands des Gebäudes „1“ zum S-Bahn-Gleis 1 von ca. 24 m die höchsten Erschütterungsimmissionen zu erwarten sind. Die Immissionen aus dem Fernbahn- und S-Bahn-Betrieb im Gebäude „2“ werden wegen eines Abstands von mehr als 40 m wesentlich geringer ausfallen. Gleichzeitig wirken sich wegen der Nähe zum Haltebereichs des Bahnhofs die geringeren Geschwindigkeiten der Züge mindernd auf die Erschütterungsimmissionen aus.

4 Erschütterungsemissionen

4.1 Messungen

Am 20.04.2021 wurden im hier zu betrachtenden Gebiet Messungen im Erdreich mit vertikaler Schwingungserfassung durchgeführt (Abbildung 3). Die Messachse befindet sich am südlichen Ende des Gebäudes „1“ (Abbildung 2). Die Messungen erfolgten bei trockenem Wetter und Temperaturen von ca. 18°C. Während der Messungen war auf dem Streckenabschnitt nach Köln eine Störung des Bahnbetriebs vermeldet. Diese hatte auf den S-Bahn-Verkehr keinen Einfluß. Auf den Gleisen 2 und 3 wurden jedoch weniger ICE und GZ erfasst, als es nach normalen Fahrbetrieb zu erwarten gewesen wäre. Es kann aber aus den erfassten Daten nachgewiesen werden, dass die ausgewerteten Daten für die Prognoseerstellung eine qualifizierte Basis ergaben.

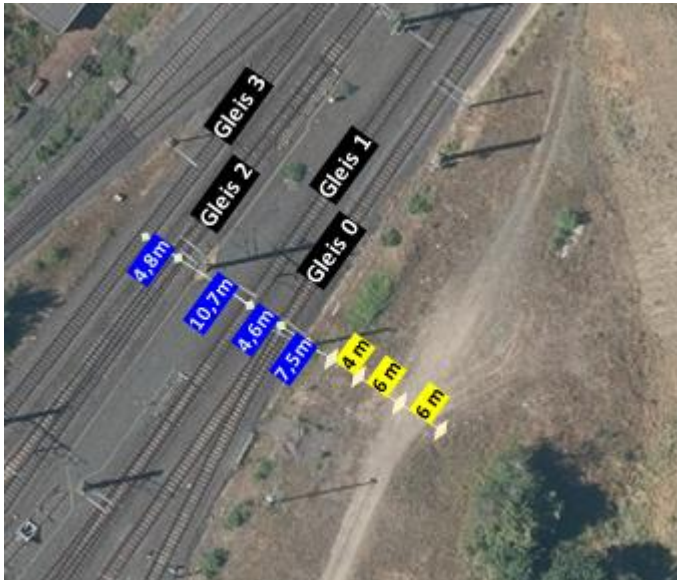


Abbildung 3: Auslage der Sensoren im Erdreich (gelb) sowie der Gleisabstände (blau)

Die Bezeichnung der Gleise ergab sich aus der Anzahl der jeweils erfassten Züge. Da auf dem nächstgelegenen Gleis nur ein sehr langsam fahrender Zug erfasst werden konnte, wurde dieses Gleis 0 benannt und in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Die geologische Struktur im Untersuchungsbereich ist sehr gleichbleibend ist und kann in Bezug auf die Schwingungsausbreitung im Erdreich durch „Grobsand, Kies“ hinreichend genau beschrieben werden.

4.2 Messergebnisse

Die Messungen wurden am 20.04.2021 in der Zeit von 11⁴⁵ Uhr bis 15¹⁵ Uhr durchgeführt. In dieser Zeit wurden 41 fahrende Züge erfasst, von denen 40 Züge zur Auswertung herangezogen wurden ()

Tabelle 5: Messliste Bhf.Düren 20.04.2021

Messung Nr	Uhrzeit	Zugart	Gleis
3	11:56	S	1
5	12:03	RUHTAL	1
6	12:04	ICE	3
7	12:10	ICE	2
8	12:13	RRX	3
9	12:21	RUHTAL	1
10	12:24	LOK	2
11	12:25	S	1
12	12:33	RRX	2
13	12:35	S	1
14	12:43	S	1
15	12:55	RRX	2
16	13:03	RUHTAL	0
17	13:05	S	1
18	13:12	THALYS	2
19	13:18	S	1
20	13:24	S	1
21	13:27	RRX	3
22	13:36	S	1
23	13:37	FLIX	3
24	13:45	S	1
25	13:47	RE	2
26	13:49	RRX	3
27	13:57	S	1
28	14:03	S	1
29	14:11	ICE	3
30	14:10	ICE	2
31	14:25	RE	2
32	14:26	S	1
33	14:29	RE	3
34	14:33	S	1
35	14:35	RRX	2
36	14:36	GZ	3
37	14:38	S	1
38	14:41	S	1
39	14:51	GZ	2
40	15:01	S	1
41	15:06	S	1

Aus den Messdaten wurde nach Gleisen getrennt die mittleren Erschütterungsemissionen im Erdreich für den Messpunkt 1 (nächstgelegenen zu Gleis 0) erarbeitet und werden in den nachfolgenden Diagrammen Abbildung 4 bis Abbildung 6 dargestellt.

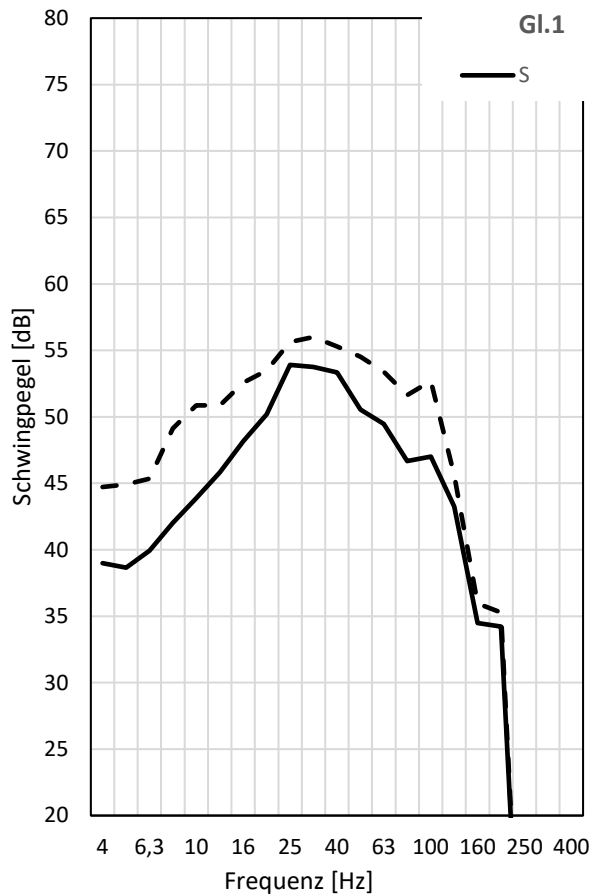


Abbildung 4: Schwingungsemissionen aus Gleis 1 im Erdreich
7,5m neben Gleis 0

Die Geschwindigkeiten der S-Bahnen auf Gleis 1 waren stark beschleunigend bei der Ausfahrt aus dem Bahnhof Düren. Bei der Einfahrt in den Bahnhof rollten die Züge meistens schon aus, starke Bremsverzögerungen wurden im Untersuchungsabschnitt nicht festgestellt.

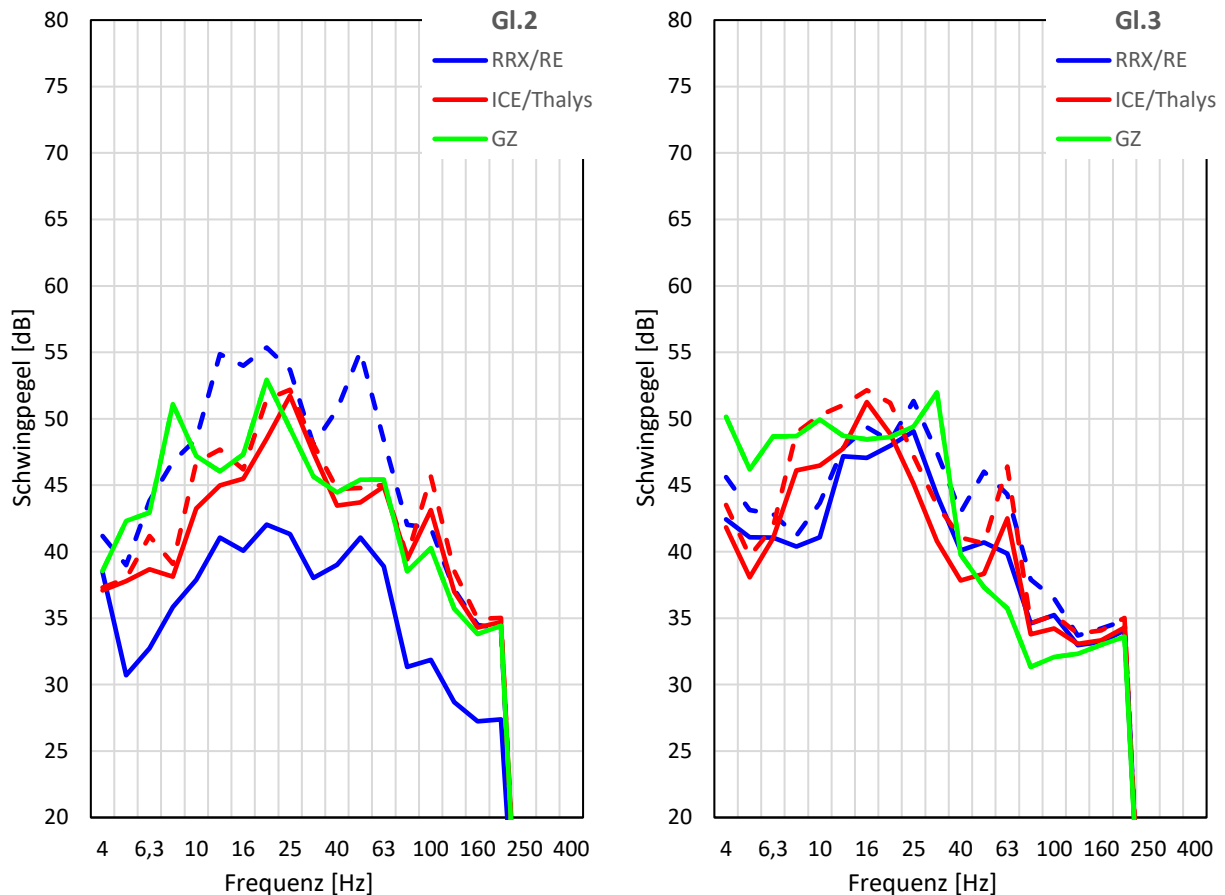


Abbildung 5: Schwingungsemissionen aus Gleis 2 im Erdreich 7,5m neben Gleis 0

Abbildung 6: Schwingungsemissionen aus Gleis 3 im Erdreich 7,5m neben Gleis 0

Es ist zu erkennen, dass die Schwingwerte aus den Emissionen der Gleise 2 bzw. 3 in etwa den Schwingwerten der S-Bahnen an diesem Messort gleichen. Nachteilig werden sich aber für die Prognosen der Schwingungen in den zukünftigen Gebäuden die bei Gleis 3 durchgehend höheren Schwingpegel im Frequenzbereich unterhalb von 25 Hz auswirken.

5 Prognoseergebnisse

5.1 Prognostizierte Zugzahlen für das Jahr 2030

Für die Berechnungen der Erschütterungsimmissionen werden die von der DB AG prognostizierten Zugzahlen für das Jahr 2030 für die DB-Strecke 2600 und 2622 herangezogen [14] (Tabelle 5). Die Zugzahlen der Rurtalbahn werden für diese Prognosen nicht berücksichtigt, da diese Züge wegen ihrer geringen Achslasten und den geringen Geschwindigkeiten keine nennenswerten Einfluß auf die zukünftigen Gebäude haben werden.

Tabelle 6 Prognostizierte Zugzahlen für das Jahr 2030 Strecke 2600 [14]

Gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030 (KW 08/2021) des Bundes ergeben sich folgende Werte

Strecke 2600

Abschnitt Düren Vorbf. - Düren Pbf.

Bereich

von_km 37,5 bis_km 39,1

Prognose 2030

Zugart	Anzahl	Anzahl	v_max_Zug	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband
Traktion	Tag	Nacht	km/h	
ICE	15	1	330	3-Z11
TGV	14	2	250	1-V1
RV-ET	64	18	160	5-Z5-A12
GZ-E	8	4	100	7-Z5-A4
GZ-E	37	30	100	7-Z5-A4
	138	55	Summe beider Richtungen	

Tabelle 7 Prognostizierte Zugzahlen für das Jahr 2030 Strecke 2622 [14]

Gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030 (KW 08/2021) des Bundes ergeben sich folgende Werte

Strecke 2622

Abschnitt Merzenich Üst - Düren Pbf.

Bereich

von_km 35,7 bis_km 39,1

Prognose 2030

Zugart	Anzahl	Anzahl	v_max_Zug	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband
Traktion	Tag	Nacht	km/h	Fahrzeugkategorie
RV-ET	94	26	140	5-Z5-A10
	94	26	Summe beider Richtungen	

5.2 Ergebnis ohne Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungseinwirkungen aus dem Bahnbetrieb

In der Abbildung 2 werden die Abstände der vermutlich am stärksten betroffenen Gebäude angezeigt. Für die zu betrachtenden frei schwingenden Flächen der Geschoßdecken von Industriegebäuden wurde eine Fläche von 8 x 6 m² angesetzt mit einer Dicke der Betondecke von 0,3 m.

Auf Basis der Schwingungsemissionen aus den Diagrammen Abbildung 4 bis Abbildung 6 werden die bewerteten Schwingimmissionen für mehrere Abstände bezogen auf das 3.Obergeschoß berechnet (Tabelle 6). Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen erfolgt auf den Zeitraum Tag.

Tabelle 8: Prognoseberechnung ohne Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungseinwirkungen

mittl. KB(Fmax)	Abstände zu Gleis 0					<i>keine Maßnahme</i>
	20	25	32	40	50	
Gleis 1	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	
Gleis 2	0,035	0,033	0,031	0,029	0,027	
Gleis 3	0,062	0,059	0,055	0,052	0,049	
KB_{FTr}	0,023	0,022	0,021	0,02	0,019	

Die berechneten Prognosewerte KB_{Fmax} unterschreiten weit die für den Beurteilungszeitraum „Tag“ anzuwendenden unteren Anhaltswerte für Gewerbegebiete $A_u = 0,3$. Von daher sind sowohl für die Erschütterungen als auch für daraus folgenden sekundären Schalle keine unzulässig störenden Immissionen zu erwarten. Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungen aus dem Bahnbetrieb müssen nicht eingeplant werden. Einzelne Zugvorbeifahrten können in seltenen Einzelfällen gespürt werden.

6 Zusammenfassung

Die Stadt Düren plant im nördlichen Bereich des Bahnhofs Düren auf der Ostseite entlang der Gleise die Erweiterung der Innovationsquartiers Düren mit dem Bau von Büro-/Geschäftshäusern als mehrgeschossiger Massivbau.

Zur Erstellung der Erschütterungsprognose wurden im Untersuchungsgebiet Messungen bezüglich der Schwingungsausbreitung im Erdreich aus dem Bahnbetrieb durchgeführt. Auf der Basis dieser Emissionsspektren wurde ein Ausbreitungsmodell für die Schwingungen im Erdreich erarbeitet und anschließend für die Erstellung der Prognose über Erschütterungsimmisionen in den Gebäuden angewandt.

Die Prognoseergebnisse zeigen an, dass keine unzulässig hohen Immissionen bezüglich Erschütterungen und sekundärem Luftschall in den geplanten Gebäuden zu erwarten sind und demnach aus Schutzmaßnahmen gegen Erschütterungsimmisionen verzichtet werden kann.

Greifenberg, 20.05.2021



ACCON GmbH
Dipl.-Phys. Helmut Venghaus