Anlage 16.2

Vergleich der Erschütterungsimmissionen aus dem Bahnverkehr in Leinfelden-Echterdingen Stadtbahn vs. Gäubahn (S21)

Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Bericht-Nr.: ACB-1019-7540/10_Rev

10.10.2019

Titel:	Vergleich der Erschütterungsimmissionen aus dem Bahnverkehr in Leinfelden-Echterdingen Stadtbahn vs. Gäubahn (S21)
Auftraggeber:	Stuttgarter Stadtbahnen AG Postfach 80 10 06 70510 Stuttgart
Auftrag vom:	12.09.2017
Bericht-Nr.:	ACB-1019-7540/
Umfang:	11 Seiten
Datum:	10.10.2019
Bearbeiter:	Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Zusammenfassung

Die Stuttgarter Stadtbahnen AG beauftragte die ACCON GmbH mit einem Vergleich der Erschütterungsimmissionen aus dem zukünftigen Zugmix auf der Gäubahntrasse und der Verlängerung der zukünftigen Stadtbahnlinie U5 in Leinfelden.

Der Vergleich der prognostizierten Erschütterungsimmissionen zeigte, dass bei keinem Gebäude im Untersuchungsbereich unzulässig hohe Erschütterungsimmissionen aus den jeweiligen Trassen erwartet werden. Mit dem erweiterten Einsatz von besohlten Schwellen als Schutzmaßnahme gegen Erschütterungsemissionen aus dem Betrieb auf der Gäubahn scheinen sich rein rechnerisch geringere Erschütterungsimmissionen in den zu den Trassen benachbarten Gebäuden einzustellen. Da diese Immissionen sich auf derartig geringem Niveau befinden, ist dieser Unterschied der Erschütterungsimmissionen aus den beiden Quellen eher akademischer Natur und wird nach Ausbau der Trassen auch bei Überlagerung der Immissionen aus beiden Quellen nicht relevant sein..

Diese Unterlage darf nur insgesamt kopiert und weiterverwendet werden.

Inhalt

Quellenverzeichnis 4
1 Aufgabenstellung 5
2 Beurteilungsgrundlagen 5
2.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen 5
2.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden 6
2.3 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen 7
3 Örtliche Gegebenheiten – ausgewählte Immissionsorte 7
4 Vergleich der Erschütterungsprognose für Stadtbahn und zukünftigem Bahnverkehr auf der Gäubahn 9
5 Zusammenfassung 11

Quellenverzeichnis

[1] DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Juni 1999.

[2] „DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999.

[3] Ril 820.2050 „Erschütterungen und sekundärer Luftschall"; DB Netz AG, 15.09.2017

[4] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissions-schutzgesetzes (Verkehrswege- Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV); Ausfertigungsdatum: 04.02.1997

[5] Erschütterungstechnische Untersuchung Ausbaustrecke U 5 Leinfelden-Echterdingen bis Endhaltestelle Markomannenstraße, ACCON-Bericht-Nr.: ACB-0419-7540/09_Rev, 08.10.2019

[6] Stellungnahme Detailbetrachtung der Thematik sekundärer Luftschall an der Ausbaustrecke U 5, Leinfelden-Echterdingen, Autor Angerer ACCON CA 6013_05_K.docx, 28.05.2013

[7] Erschütterungstechnischer Vergleich des Bahn Verkehrs Leinfelden-Echterdingen mit und ohne Gäubahnverkehr (S21), Autor Angerer ACCON ACB-20130927-6013/6, 27.09.2013

[8] DB AG; Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg Bereich Stuttgart-Wendlingen mit Flughafenanbindung Planfeststellungsabschnitt 1.3, Filderbereich mit Flughafenanbindung Teilabschnitt 1.3b, Gäubahnführung, Planänderungsverfahren 1. Planänderung Gem.§ 73 Abs. 8 des VwVfG; 30.11.2018

[9] DB AG; Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg Bereich Stuttgart-Wendlingen mit Flughafenanbindung Planfeststellungsabschnitt 1.3, Filderbereich mit Flughafenanbindung Teilabschnitt 1.3b, Gäubahnführung, Planänderungsverfahren 1. Planänderung Gem.§ 73 Abs. 8 des VwVfG; Übersichtslageplan 30.11.2018

[10] Bebauungsplan Schelmenäcker Änderung Süd, Entwurf Stand Feb.2019; Grosse Kreisstadt Leinfelden-Echterdingen

[11] Fortschreibung Flächennutzungsplan 2005 - 2020, Grosse Kreisstadt Leinfelden-Echterdingen,

1 Aufgabenstellung

In Leinfelden-Echterdingen ist im Rahmen des Bahnprojektes Stuttgart 21 geplant, in Zukunft auch den Fernverkehr der Gäubahn auf die Bahnstrecke durch Leinfelden-Echterdingen zu verlagern. In Zukunft werden auf dieser Strecke neben dem S-Bahnverkehr auch Regionalverkehr (RV) und Fernverkehr (FV) verkehren.

Aus den überarbeiteten Planfeststellungsunterlagen zur Gäubahn [8] können die Ergebnisse bezüglich der Erschütterungsimmissionen aus dem zukünftigen Bahnverkehr im Untersuchungsbereich Leinfelden für einen Vergleich mit den Prognoseergebnissen aus der erschütterungstechnischen Untersuchung bezüglich der Verlängerung der SSB-Trasse der U5 verwendet werden.

Die Stuttgarter Straßenbahn AG beauftragte die ACCON GmbH mit der Überarbeitung der erschütterungstechnischen Untersuchung aus dem Jahre 2013 bezüglich der Auswirkungen aus dem Verkehr der Stadtbahnen auf der Verlängerung der SSB-Trasse bis über die Endhaltestelle Neuer Markt hinaus ([5] und [6]).

Basierend auf den aktualisierten Unterlagen([5], [6] und [8]) erfolgt eine Überarbeitung des erschütterungstechnisches Vergleichs des Bahn Verkehrs in Leinfelden-Echterdingen mit und ohne Gäubahnverkehr [7].

Da sich das Verfahren des Bahnprojekts Stuttgart 21 im Bereich Leinfelden in der Vorbereitung zum Planfeststellungsverfahren befindet, können die aus dem Planfeststellungsverfahren übernommenen Daten nur als vorläufige orientierende Werte angesehen werden. Zum Zeitpunkt dieser Berichtserstellung ist die endgültige Gestaltung des Gleiskörpers der DB Strecke noch nicht fixiert.

2 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen unterscheidet die DIN 4150 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 werden im Folgenden zusammengefasst.

2.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die DIN 4150/3 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999) behandelt den Schutz vor Gebäudeschäden. Diese Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht zu erwarten sind. Werden die Anhaltswerte überschritten, folgt daraus nicht, dass Schäden auftreten müssen. In Tabelle 1 sind für verschiedene Gebäudearten Anhaltswerte der Schwinggeschwindigkeiten am Fundament und in der Deckenebene des ersten Obergeschosses angegeben; diese Anhaltswerte sind frequenzabhängig, da bei tieferen Frequenzen eine höhere Gebäudeanfälligkeit besteht.

Messort	**Fundament**			**1. OG**
Frequenzbereich	< 10 Hz	10 - 50 Hz	50 – 100 Hz	1 - 100 Hz
Industriebau, gewerbliche Bauten	20	20 - 40	40 – 50	40
Wohngebäude	5	5 - 15	15 – 20	15
empfindliche Bauten, Denkmalschutz	3	3 - 8	8 – 10	8

Tabelle 1: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit [mm/s] zur Beurteilung der Wirkung von Erschütterungen auf Bauwerke

2.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen wird die DIN 4150-2 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden; Juni 1999) herangezogen. Zweck der Norm ist die angemessene Berücksichtigung des Erschütterungsschutzes im Immissionsschutz. Es werden Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung erwartet werden kann, dass in der Regel erhebliche Belästigungen von Menschen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen vermieden werden.

Die DIN 4150-2 berücksichtigt mittels einer Frequenzbewertung der Schwinggeschwindigkeit die menschliche Erschütterungswahrnehmung. Nach dieser Frequenzbewertung der Schwinggeschwindigkeit erhält man den dimensionslosen $KB_{F(t)}$-Wert. Der $KB_{F(t)}$-Wert soll mit seinem maximalen Wert (KB_{Fmax}) den unteren Anhaltswert A_u möglichst nicht überschreiten. Ist der KB_{Fmax} größer als A_u und kleiner als der obere Anhaltswert A_o, dann ist die Norm eingehalten, wenn die zeitabhängige Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} nicht größer als A_r ist. Oberhalb von A_o ist die Anforderung nicht eingehalten. In Tabelle 2 sind die Anhaltswerte bezüglich Tag und Nacht für verschiedene Einwirkungsorte aufgeführt.

Die DIN 4150-2 unterscheidet in der Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Menschen die Art der Quellen. In den Tabellen 2 und 3 sind die Anhaltswerte bezüglich Tag und Nacht für verschiedene Einwirkungsorte für oberirdischen ÖPNV bzw. Eisenbahnverkehr aufgeführt.

In dieser vergleichenden Untersuchung werden die Anhaltswerte entsprechend Tabelle in den nachfolgenden Ergebnislisten aufgeführt, um einen Vergleich zu den angewendeten Richtwerten zu ermöglichen. Eine Beurteilung der Prognoseergebnisse bezüglich der Anhaltswerte findet nicht statt.

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 (GI)	0,6	6	0,3	0,45	0,6	0,225
Gewerbegebiet (GE)	0,45	6	0,225	0,3	0,4	0,15
Mischgebiet (MI)	**0,3**	**5**	**0,15**	**0,225**	**0,3**	**0,105**
Allg. und reines Wohngebiet (WA; WR)	0,225	3	0,105	0,15	0,2	0,075
Sondergebiete Kliniken	0,15	3	0,075	0,15	0,15	0,075

Tabelle 2: Anhaltswerte A für Menschen in Gebäuden bei oberirdischem ÖPNV

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
Gewerbegebiet	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
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

Tabelle 3: Anhaltswerte A für Menschen in Gebäuden bei oberirdischem Eisenbahnverkehr

2.3 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.

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

Tabelle 4: Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen in Abhängigkeit vom KB-Wert

3 Örtliche Gegebenheiten – ausgewählte Immissionsorte

Der Untersuchungsraum wird auf der nördlichen Seite der Gäubahn bzw. zukünftigen Trasse der U5 durch das Bebauungsgebiet „Schelmenäcker-Süd“ [10] begrenzt. Auf der Süd- bzw. Westseite der Trassen befindet sich das Mischgebiet entlang der Bahnhofstraße und Echterdinger Straße.

Für die vergleichende Betrachtung mit den Erschütterungsimmissionen aus dem zukünftigen Betrieb der Gäubahn werden die im Prognosegutachten ACB-0419-7540/08 [5] aufgenommenen Immissionsorte gemäß Abbildung 1 herangezogen. Die für den Vergleich verwendeten Immissionsorte nach [8] zeigt Abbildung 2.

Immissionsort	Art	Adresse	Nutzung
IO 01	Gewerbegebäude	Max Lang Str. 24	GE
IO 02	Wohngebäude	Neuer Markt 3	MI
IO 03	zukünftig Jugendzentrum	Max Lang Str. (10 ?)	MI
IO 04	Wohngebäude	Silcherstr. 2	MI
IO 05	zukünftig Kindertagesstätte	Max Lang Str. (10 ?)	MI
IO 06	Wohngebäude	Silcherstr. 3	MI
IO 07	Wohngebäude	Schützenwiesen 13	MI
IO 08	Wohngebäude	Max Lang Str. (10 ?)	MI

Tabelle 5: Immissionsorte im Untersuchungsgebiet

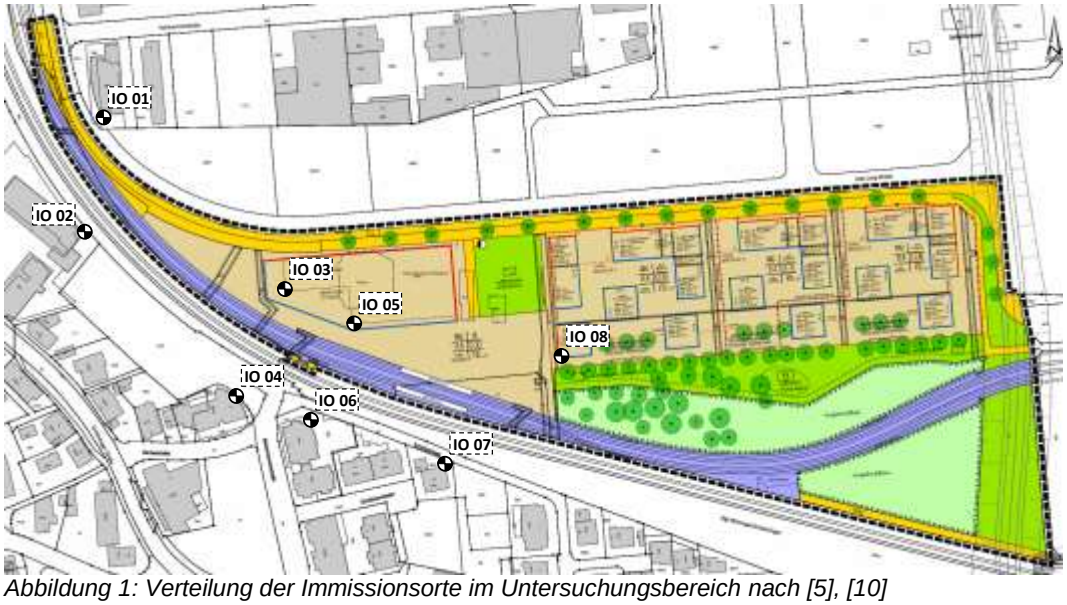

Abbildung 1: Verteilung der Immissionsorte im Untersuchungsbereich nach [5], [10]

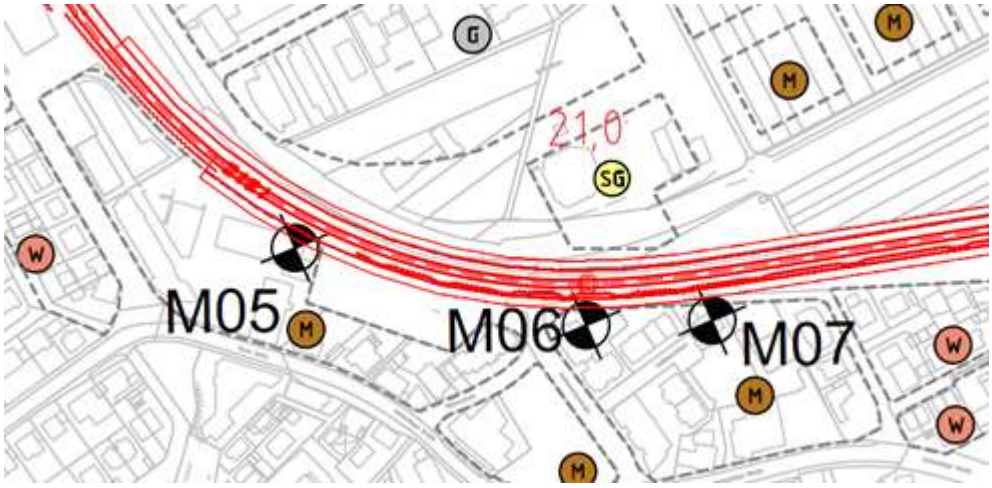

Abbildung 2: Verteilung der Immissionsorte im Untersuchungsbereich nach [8]

4 Vergleich der Erschütterungsprognose für Stadtbahn und zukünftigem Bahnverkehr auf der Gäubahn

Die Ergebnisse aus den Prognoseberechnungen für die Erschütterungsimmissionen wurden aus den betreffenden Untersuchungen [5], [8] zusammengetragen und werden in der Tabelle 5 vergleichend gegenübergestellt. Als Bezugsort wurde das 2.OG gewählt, soweit dies bei den betrachteten Gebäuden möglich war.

Aus beiden erschütterungstechnischen Gutachten zur Errichtung der Stadtbahntrasse und Neuführung der Gäubahn ist bekannt, dass keine Überschreitungen der Anhaltswerte der DIN 4150-2 im Untersuchungsgebiet zu erwarten sind.

Die Überarbeitung der Trassenplanung für die Gäubahn hat zur Folge, dass im Vergleich zu älteren Planungen über einen ausgedehnteren Streckenabschnitt „besohlte Schwellen“ als Schutzmaßnahme gegen Erschütterungsemissionen eingesetzt werden sollen. Damit werden die Bereiche für ausreichend geschützte Wohngebäude wesentlich erweitert (Abbildung 3).

Abbildung 3: Prognose der Erschütterungsimmissionen des Betroffenheitskorridors [9]

Die Dichte der Immissionsorte entlang der Strecken ist im Rahmen der Untersuchungen für die Gäubahn nicht so eng gewählt worden, wie für den Ausbau der Stadtbahntrasse. Soweit nahezu identische Immissionsorte in beiden Prognosen vorliegen, werden die Ergebnisse zu diesen Orten direkt miteinander verglichen. Für die anderen Immissionsorte erfolgt eine Abschätzung aus den Einwirkbereichen gemäß des erarbeiteten Betroffenheitskorridors (siehe [8] Kapitel 4.2 ff).

In der nachfolgenden Tabelle 5 werden die Erschütterungsimmissionen für die gewählten Immissionsorte angegeben, getrennt in Spalten bezüglich der jeweiligen Quelle.

		Gäubahn [8]			Stadtbahn [5]			Anhaltswerte		
IO-Schlüssel	Nutzung	KB_{Fmax}	KB_{FTr_T}	KB_{FTr_N}	KB_{Fmax}	KB_{FTr_T}	KB_{FTr_N}	A_{o_N}	A_{r_T}	A_{r_N}
IO-01-OG2	GE	< 0,4	<0,15	<0,1	0.24	0.046	0.034	0.4	0.225	0.15
IO-02-OG2 MO_5_km 20.85	MI	0.15	0.026	0.017	0.18	0.033	0.025	0.3	0.15	0.105
IO-03-OG2	MI	<0,15	<0,1	<0,07	0.2	0.037	0.028	0.3	0.15	0.105
IO-04-OG3	MI	<0,15	<0,1	<0,07	0.18	0.033	0.025	0.3	0.15	0.105
IO-05-EG	MI	<0,15	<0,1	<0,07	0.15	0.029	0.024	0.3	0.15	0.105
IO-06-OG2 MO_6_km 21.0	MI	< 0.1	0.0	0.0	0.19	0.033	0.025	0.3	0.15	0.105
IO-08-OG2	MI	<0,15	<0,1	<0,07	0.1	0.01	0.01	0.3	0.15	0.105
IO-07-OG2 MO_7_km 21.06	MI	0.1	0.013	0.009	0.12	0.027	0.022	0.3	0.15	0.105
IO-08-OG2	MI	<0,15	<0,1	<0,07	0.1	0.01	0.01	0.3	0.15	0.105

Tabelle 6: Vergleich der prognostizierten Schwingstärken an den betrachteten Immissionsorten aus Gäubahn [8] und Stadtbahn [5]

Bei einem direkten Vergleich der prognostizierten Erschütterungsimmissionen ergibt sich, dass die Erschütterungsimmissionen aus beiden Quellen die Anhaltswerte der DIN 4150-2 nicht überschreiten. Diese Prognose gilt sowohl für die Immission aus den jeweils einzelnen Quellen als auch bei einer Überlagerung von Erschütterungen aus beiden Quellen.

Gemäß Tabelle 5 scheinen die Erschütterungsimmissionen aus dem Betrieb der Stadtbahn an den ausgewählten Immissionsorten leicht über den Immissionen aus der Gäubahn zu liegen. Diese Beobachtung ist jedoch rein rechnerischer Natur und es wird nach Ausbau beider Trassen keine Beeinträchtigung der Wohnqualität durch Erschütterungsimmissionen im Untersuchungsgebiet erwartet.

5 Zusammenfassung

Die Stuttgarter Stadtbahnen AG beauftragte die ACCON GmbH mit einem Vergleich der Erschütterungsimmissionen aus dem zukünftigen Zugmix auf der Gäubahntrasse und der Verlängerung der zukünftigen Stadtbahnlinie U5 in Leinfelden.

Der Vergleich der prognostizierten Erschütterungsimmissionen zeigte, dass bei keinem Gebäude im Untersuchungsbereich unzulässig hohe Erschütterungsimmissionen aus den jeweiligen Trassen erwartet werden. Mit dem erweiterten Einsatz von besohlten Schwellen als Schutzmaßnahme gegen Erschütterungsemissionen aus dem Betrieb auf der Gäubahn scheinen sich rein rechnerisch geringere Erschütterungsimmissionen in den zu den Trassen benachbarten Gebäuden einzustellen. Da diese Immissionen sich auf derartig geringem Niveau befinden, ist dieser Unterschied der Erschütterungsimmissionen aus den beiden Quellen eher akademischer Natur und wird nach Ausbau der Trassen auch bei Überlagerung der Immissionen aus beiden Quellen nicht relevant sein.

Greifenberg, 08.04.2017

i.A. Dipl.Phys. Helmut Venghaus

ACCON GmbH
Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik