Anlage 16.1

Erschütterungstechnische Untersuchung der Schwingungsimmissionen von der Ausbaustrecke U5, Leinfelden-Echterdingen bis 200m nach Endhaltestelle Neuer Markt

Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Bericht-Nr.: ACB-1019-7540/09

08.10.2019

Titel:	Erschütterungstechnische Untersuchung der Schwingungsimmissionen von der Ausbaustrecke U5, Leinfelden-Echterdingen bis 200m nach Endhaltestelle Neuer Markt
Auftraggeber:	Stuttgarter Straßenbahnen AG Postfach 80 10 06 70510 Stuttgart
Bericht-Nr.:	ACB-1019-7540/09
Ersetzt Bericht-Nr.:	ACB-0419-7540/09
Umfang:	16 Seiten
Datum:	08.10.2019
Bearbeiter:	Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Zusammenfassung:

Die Stuttgarter Straßenbahnen AG plant den Ausbau der Linie U 5, in Leinfelden-Echterdingen bis 200m über die Endhaltestelle Neuer Markt hinaus. Im Ausbaubereich soll ein Rasenbahnkörper zum Einsatz kommen. Auf der Strecke wird die Stadtbahn, Typ DT 8 verkehren. Die Gleise werden auf eigener Gleistrasse verlaufen.

Die Stuttgarter Straßenbahnen AG beauftragte die ACCON GmbH im Jahre 2013 mit einer vorläufigen erschütterungstechnischen Untersuchung, die wegen Änderungen an Planungen überarbeitet werden mußte. Der Rückgang der neu prognostizierten Fahrzeugbewegungen im Nachtzeitraum wird in dem neu erstellten Gutachten berücksichtigt.

Das Berechnungssystem zur Erstellung der Prognosen von Erschütterungsimmissionen und sekundärem Luftschall basiert auf entsprechenden Emissionswerten, die an bestehenden Streckenbereichen der SSB AG mit Schotteraufbau-ermittelt werden konnten, berücksichtigt die Schwingungsübertragung im Boden und die Schwingungsübertragungseigenschaften auf unterschiedliche Gebäudetypen.

Es wurden für 8 repräsentative Gebäude Prognosen der Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls erstellt. Es zeigte sich anhand der Prognoseergebnisse, dass die zu erwartenden Erschütterungen die Anhaltswerte der DIN 4150-2 durchgehend einhalten. Die Orientierungswerte der 24.BImSchV für den sekundären Luftschall werden ebenfalls eingehalten. Es sind demzufolge keine rechtlichen Bedingungen vorhanden die Erschütterungsschutzmaßnahmen zur Einhaltung der Anhalts- und Orientierungswerte erforderlich machen würden.

Der Ausbau der U5 bis Endhaltestelle Neuer Markt plus zusätzlicher 200m Strekke führt nach derzeitigem Kenntnisstand in keinem Bereich zu einer unzulässig hohen Gesamtbelastung durch Erschütterungseinwirkungen, die als gesund-

Diese Unterlage darf nur insgesamt kopiert und weiterverwendet werden.

heitsgefährdend einzustufen wäre und damit Erschütterungsschutzmaßnahmen an der Ausbaustrecke U5 auslösen würde.

Die Planungen der SSB sehen ein Rasengleis auf fester Fahrbahn vor, von dem geringere Erschütterungsemissionen erwartet werden. Damit sind auch im Bereich der Immissionsorte IO 04, IO 06 und IO 07 eventuell vorhandene Schlafräume mit Ausrichtung zur Bahntrasse gegen unzulässig hohen sek.Luftschall gesichert.

Inhalt

Quellenverzeichnis 5
1 Anlass und Aufgabenstellung 6
2 Örtliche Situation 6
3 Bebauung im Planungsgebiet 7
4 Ermittlungs- und Beurteilungsgrundlagen 9
4.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen 9
4.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden 9
4.3 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen 10
4.4 Sekundärluftschall 11
5 Ausgewählte Immissionsorte im Untersuchungsgebiet 12
5.1 Allgemeines 12
5.2 Grundlagen der Prognoseberechnungen 13
6 Ergebnisse 13
7 Einwirkungen der Stadtbahnfahrten auf Gebäude 16
8 Zusammenfassung 16

Anlagen

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 Neuer Markt, Autor Angerer ACCON-Bericht-Nr.: ACB-20130408-6013/2, 08.04.2013

[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] U5 2.TA Leinfelden Bf. bis Neuer Markt, Plan Nr. VPs E90984 d, 12.12.2018

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

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

1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Stuttgarter Straßenbahnen AG plant die Linie U 5 in Leinfelden-Echterdingen bis 200m über die Endhaltestelle Neuer Markt hinaus auszubauen. Im Ausbaubereich soll ein Rasenbahnkörper zum Einsatz kommen. Auf der Strecke wird die Stadtbahn Typ DT 8 verkehren. Die Gleise werden auf eigener Trasse verlaufen.

In einer ersten Untersuchung 2013 beauftragte die Stuttgarter Straßenbahnen AG (SSB) die ACCON GmbH mit einer erschütterungstechnischen Untersuchung (Bericht-Nr.: ACB-20130408-6013/2) [5]. Es zeigte sich anhand der Prognose, die für eine Trasse mit Schotteroberbau erstellt wurde, dass die zu erwartenden Erschütterungen die Anhaltswerte der DIN 4150-2 durchgehend einhalten. Die Orientierungswerte für den sekundären Luftschall werden nach den Berechnungen ebenfalls eingehalten. Es waren nach [5] keine Erschütterungsschutzmaßnahmen zur Einhaltung der Anhalts- und Orientierungswerte erforderlich. In einer zusätzlich beauftragten Untersuchung hinsichtlich der Störwirkung auf den Menschen durch den maximalen Vorbeifahrtpegel des sekundären Luftschalls [6] wurde aufgezeigt, dass in einigen Gebäuden mit Störungen des nächtlichen Schlafes gerechnet werden muß. Entsprechende Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen wurden vorgestellt.

Zwischenzeitliche Planungsänderungen – insbesondere die Verlängerung der Trasse um 200m über die Endhaltestelle Neuer Markt hinaus als auch Änderungen der Bebauungsplanung im Bereich der Haltestelle Neuer Markt - machen eine Überarbeitung der erstellten Gutachten notwendig.

Die SSB beauftragte die ACCON GmbH mit der Überarbeitung der Gutachten. In diesem Gutachten werden die in den vorherigen Gutachten präsentierten Ergebnisse überprüft und für den Bereich Endhaltestelle Neuer Markt wegen der geänderten Planung neu berechnet bzw. werden zusätzliche Immissionsorte den Untersuchungen beigefügt.

2 Örtliche Situation

Der neue zu untersuchende Streckenabschnitt der U 5 beginnt im Norden bei km 4+370 (südlich Haltestelle Leinfelden Bahnhof) führt parallel zur DB-Strecke nach Süden zur neuen Endhaltestelle Neuer Markt bei km 4+880 und von dort weiter bis zum eingleisigen Ende bei km 5+040. Im Ausbaubereich soll ein Rasenbahnkörper zum Einsatz kommen. Auf der Strecke wird die Stadtbahn, Typ DT 8 verkehren. Die Gleise verlaufen im Ausbaubereich auf eigener Gleistrasse.

Die Grundstücke entlang der neuen Stadtbahnlinie Richtung Endhaltestelle Neuer Markt sind laut Rahmenplanung im Quartier II (Teilbereich Umgebung Bhf. Leinfelden) als Mischgebiet und im Quartier I (südlich angrenzend an Quartier II) als Misch- und Gewerbegebiet gekennzeichnet

Die geplanten Bebauungen im Untersuchungsgebiet sind im Rahmenplan „Westlich der Max-Lang- Straße“ der Stadt Leinfelden-Echterdingen enthalten.

Die wesentlichen Änderungen in der Planung sind im Bereich der Endhaltestelle Neuer Markt zu finden (Abbildung 1)

Abbildung 1: Planung des Trassenausbaus der U5 in Leinfelden [7], Verlauf der SSB-Trasse rot gekennzeichnet

Die ehemals vor der Endhaltestelle Neuer Markt vorgesehenen Spurwechseleinrichtungen werden im Abschnitt von km 4+430 bis km 4+450 eingeplant. Zusätzlich soll eine Spurwechseleinrichtung hinter der Haltestelle (Richtung Echterdingen) bei km 4+940 (Übergang zum eingleisigen Endbereich) eingerichtet werden.

3 Bebauung im Planungsgebiet

Die neue Trasse verläuft durch das südliche Stadtgebiet von Leinfelden. Die Trasse der U5 wird in diesem Gebiet gebündelt mit der DB-Trasse und verläuft auf der Ostseite der DB-Trasse. Die Wohn- und Geschäftsgebäude reichen auf der Süd-bzw. Westseite der DB-Trasse zum Teil bis auf wenige Meter an die DB-Trasse heran. Auf der Ostseite der Trasse werden die Gebäude nach Planungsstand [8] nicht näher als 30 m an die Trasse der U5 heran rücken (Abbildung 2).

Abbildung 2: Bebauungsplan „Schelmenäcker Änderung Süd“ [7] und Verlauf der SSB-Trasse im Bereich der Endhaltestelle Neuer Markt (blau eingezeichnet)

Die Nutzung in diesem Gebiet wird in Abbildung in Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 3: Flächennutzungsplan der Stadt Leinfelden im Bereich der Streckenverlängerung der U5; [9]

4 Ermittlungs- und Beurteilungsgrundlagen

Die Berechnung der Erschütterungseinwirkungen aus dem Bahnbetrieb erfolgt entsprechend der RIL 820.2050 – Erschütterungen, sek. Luftschall der DB AG [3].

Zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkung wird die DIN 4150 [1], [2] herangezogen. Zweck der Norm ist die angemessene Berücksichtigung des Erschütterungsschutzes im Immissionsschutz. Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen unterscheidet die DIN 4150 zwischen Einwirkungen auf den Menschen in Gebäuden und 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.

4.1 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Die DIN 4150-3 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999) [3] 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.

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

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

4.2 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

In DIN 4150-2 [1] 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 [1] 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 Norm bei Anregungen, die nicht aus dem Schienenverkehr stammen nicht eingehalten. Beim Schienenverkehr erhalten die oberen Anhaltswerte A_o jedoch eine andere Bedeutung. Für den Schienenverkehr hat der A_o nachts nicht die Bedeutung, dass bei dessen seltener Überschreitung die Anforderungen als nicht eingehalten gelten. Vielmehr sind gebietsunabhängig bei Überschreitung von:

- A_o = 0,6 bei oberirdischen Strecken
- A_o = 0,3 bei unterirdischen Strecken

Die Ursachen zu ermitteln und möglichst rasch zu beheben. Die hohen Werte sind bei der Berechnung von KB_{FTr} zu berücksichtigen.

In Tabelle 2 sind die Anhaltswerte bezüglich Tag und Nacht für verschiedene Einwirkungsorte für oberirdischen ÖPNV aufgeführt, Tabelle 3 zeigt die entsprechenden Werte für unterirdischen ÖPNV.

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 (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

4.3 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.

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

4.4 Sekundärluftschall

Wird ein Gebäude durch Erschütterungen angeregt, kann aufgrund der schwingenden Wände und Decken ein für die Bewohner hörbarer sekundärer Luftschall entstehen. Für die Beurteilung von sekundärem Luftschall gibt es keine direkt verbindliche Richtlinie. Nach Entscheidung des Verwaltungsgerichtshofes Baden-Württemberg sind für die Beurteilung des sekundären Luftschalles die Vorgaben der 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (24. BImSchV) [4] heranzuziehen, aus denen folgende Orientierungswerte für die Einstufung von sekundärem Luftschall abgeleitet werden:

Tabelle 4: Orientierungswerte für Sekundärschall in Gebäuden

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

5 Ausgewählte Immissionsorte im Untersuchungsgebiet

5.1 Allgemeines

Im Rahmen der alten Erschütterungsuntersuchung [5] wurden mehrere repräsentative Immissionsorte im Untersuchungsgebiet betrachtet, die aber wegen der zwischenzeitlich wesentlich geänderten Bebauungsplanung in diesem Gebiet nicht mehr für diese neue Begutachtung übernommen werden konnte. In Tabelle 5 und der zugehörigen Abbildung 4 werden die neu verteilten Immissionsorte aufgelistet.

Tabelle 5: Immissionsorte im Untersuchungsgebiet

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	Schützenweg 13	MI
IO 08	Wohngebäude	Max Lang Str. (10 ?)	MI

Abbildung 4: Verteilung der Immissionsorte im Untersuchungsbereich

5.2 Grundlagen der Prognoseberechnungen

Die Immissionsorte IO 01 bis IO 06 liegen entlang der freien Strecke. Der IO 07 liegt zwar im Bereich des neuen Haltepunkts der Linie U5, wird aber bezüglich der Erschütterungsimmissionen ebenfalls dem Einfluß aus der freien Strecke zugeordnet.

Der IO 08 ist gesondert zu betrachten. Nach Fertigstellung des neuen Streckenabschnitts werden hier sehr langsame Geschwindigkeiten gefahren, da östlich des Haltepunktes die Strecke bis zur Endstelle eingleisig geführt wird. Aus der hierzu notwendig einzubauenden Spurwechselanlage sind leicht erhöhte Erschütterungsemissionen zu erwarten. Es wird jedoch beabsichtigt, in späterer Zukunft diese Strecke bis Echterdingen zu verlängern und daraus werden dann bei Beibehaltung der Spurwechselanlage wesentlich höhere Erschütterungsemissionen in diesem Bereich zu erwarten sein. Das Gutachten befasst sich hier mit der langsamen Überfahrung der Spurwechselanlage.

In Abbildung 5 werden die Unterschiede der Emissionspegel auf freier Strecke mit den Emissionen bei schneller und langsamer Weichen-Überfahrt (ca. 30 km/h) vergleichend dargestellt.

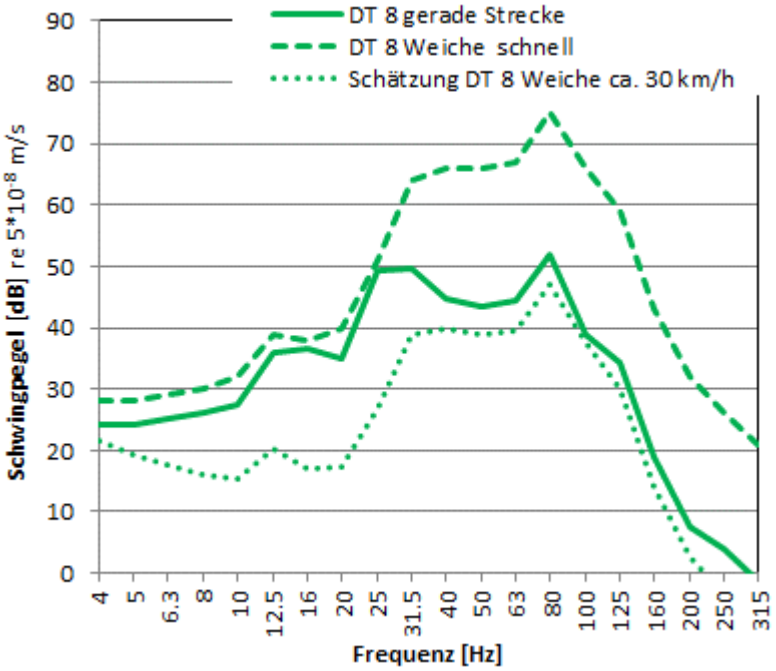

Abbildung 5: Schwingpegel 8 m seitlich zum Gleis des DT 8 bei normaler Trasse bei ca. 50 km/h und Überfahrungen von Weichen

6 Ergebnisse

Die Berechnungen der Prognosewerte wurden für die Immissionsorte IO 01 bis IO 08 sowohl für das Erdgeschoß als auch für das 2. Obergeschoß durchgeführt, mit der Ausnahme IO 05 (Kindertagesstätte) wegen fehlender Planungsgrundlage.

Bezüglich der Immissionsorte IO 03 (Jugendzentrum) und IO 05 (Kindertagesstätte) wird davon ausgegangen, dass dort keine Schlafräume eingeplant werden und damit der Nachtzeitraum für diese Gebäude eigentlich nicht zu berücksichtigen ist. Gleichwohl deuten die Ergebnisse an, dass solche Räume berücksichtigt werden dürfen.

Da gemäß Tabelle 2 tagsüber die oberen Anhaltswerte A_o = 5 bzw. A_o = 6 (GE) liegen, sind aus dem zukünftigen Betrieb der U5 im Untersuchungsgebiet keine Überschreitungen dieser Anhaltswerte zu erwarten. Von daher konzentriert sich die Darstellung der Prognoseergebnisse auf die $KB_{FTr,T}$, $KB_{FTr,N}$ sowie den KB_{Fmax} in Bezug auf den Nachtzeitraum.

Wie die Tabelle 6 zeigt, halten die zukünftigen Erschütterungsimmissionen an der Ausbaustrecke U 5 im Untersuchungsgebiet die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [1] ein.

Tabelle 6: Prognosewerte der Erschütterungen aus dem Betrieb der U5 an den Immissionsorten im Untersuchungsgebiet

IO-Schlüssel	Nutzung	Prognose Erschütterungen			Anhaltswerte		
		KB_{Fmax}	$KB_{FTr\ T}$	$KB_{FTr\ N}$	$A_{o\ N}$	$A_{r\ T}$	$A_{r\ N}$
IO-01-EG	GE	0.22	0.042	0.032	0.4	0.225	0.15
IO-01-OG2		0.24	0.046	0.034			
IO-02-EG	MI	0.17	0.030	0.023	0.3	0.15	0.105
IO-02-OG2		0.18	0.033	0.025			
IO-03-EG	MI Jugend-zentrum	0.19	0.034	0.026	0.3	0.15	0.105
IO-03-OG2		0.2	0.037	0.028			
IO-04-EG	MI	0.17	0.03	0.023	0.3	0.15	0.105
IO-04-OG2		0.18	0.033	0.025			
IO-05-EG	MI Kinderta-gesstätte	0.15	0.029	0.024	0.3	0.15	0.105
IO-06-EG	MI	0.19	0.033	0.025	0.3	0.15	0.105
IO-06-OG2		0.19	0.033	0.025			
IO-07-EG	MI	0.12	0.027	0.022	0.3	0.15	0.105
IO-07-OG2		0.12	0.027	0.022			
IO-08-EG	MI	0.1	0.01	0.01	0.3	0.15	0.105
IO-08-OG2		0.1	0.01	0.01			

Aus den prognostizierten Erschütterungseinwirkungen wurde für die betrachteten Gebäude der zu erwartende sekundäre Luftschall L_{sek} berechnet. Die Berechnungen erfolgten nach dem RIL 820.2050 – Erschütterungen, sek. Luftschall der DB AG [3] bei Ansatz der für diesen Streckenabschnitt prognostizierten Schienenverkehrszahlen (siehe Anlage).

Einzelne Züge können, je nach Zustand der Radsätze, die prognostizierten Werte gelegentlich überschreiten, jedoch liegen die prognostizierten Erschütterungsimmissionen so weit unterhalb des oberen Anhaltswertes A_o für den Nachtzeitraum, dass eine belästigende Wirkung nicht zu erwarten ist

Tabelle 7: Prognosewerte sekundärer Schallpegel aus dem Betrieb der U5 an den Immissionsorten im Untersuchungsgebiet

IO-Schlüssel	Nutzung	Prognosewerte U5 [dB(A)] L_r Tag	L_r Nacht	Orientierungswerte Planfeststellung L_m Tag	L_m Nacht	Differenz zum Orientierungswert ΔL_r Tag	ΔL_r Nacht
IO-01-EG	GE	29	24,9	40	30	-11	-5,1
IO-01-OG2		29,2	25,1	40	30	-10,8	-4,9
IO-02-EG	MI	22,6	18,5	40	30	-17,4	-11,5
IO-02-OG2		22,9	18,8	40	30	-17,1	-11,2
IO-03-EG	MI Jugend-zentrum	28	24,9	40	30	-12	-5,1
IO-03-OG2		28,2	25,1	40	30	-11,8	-4,9
IO-04-EG	MI	27,4	23,3	40	30	-12,6	-6,7
IO-04-OG2		27,6	23,5	40	30	-12,4	-6,5
IO-05-EG	MI Kinder-tages-stätte	27,6	24,3	40	30	-12,4	-5,7
IO-06-EG	MI	27,8	23,8	40	30	-13,2	-6,2
IO-06-OG2		27,9	23,9	40	30	-13,1	-6,1
IO-07-EG	MI	27,1	23,1	40	30	-12,9	-6,9
IO-07-OG2		27,2	23,2	40	30	-12,8	-6,8
IO-08-EG	MI	22,7	18,6	40	30	-17,3	-11,4
IO-08-OG2		22,8	18,7	40	30	-17,2	-11,3

Die Tabelle 7 zeigt, dass die Orientierungswerte für den sekundären Luftschall an der Ausbaustrecke U 5 Leinfelden-Echterdingen bis Endhaltestelle Neuer Markt eingehalten werden.

Eine Aufweckwahrscheinlichkeit durch den sekundären Luftschall einer vorbeifahrenden Straßenbahn [6] kann am IO 01 und in der Umgebung der Immissionsorte IO 04, IO 06 und IO 07 unter widrigen Bedingungen aus extrem schlechten Radsätzen gegeben sein, da die berechneten Mittelungspegel für den Nachtzeitraum um ca. 6 dB unterhalb des Orientierungswertes der 24.BImSchV liegen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die hervorgerufenen maximalen Schallpegel bei einzelnen Stadtbahnvorbeifahrten die Orientierungswerte „Nacht + 5 dB“ an diesen Immissionsorten überschreiten.

Der Immissionsort IO 01 liegt im Gewerbegebiet. Für eventuell vorhandene Schlafräume mit Ausrichtung zur Bahntrasse in den etwas stärker exponierten Immissionsorten IO 04, IO 06 und IO 07, sind bei einem Trassenaufbau mit Fester Fahrbahn und Rasengleis gegen den sek.Luftschall ausreichend geschützt.

7 Einwirkungen der Stadtbahnfahrten auf Gebäude

In der DIN 4150 Teil 3 (Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999) [2] werden die Auswirkungen von Erschütterungen auf Gebäude behandelt. Die Norm nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Gebäuden nicht zu erwarten sind. An der Ausbaustrecke U 5 Leinfelden-Echterdingen bis Endhaltestelle Neuer Markt sind mehrheitlich Gebäude mit Betondecken vorhanden bzw. geplant. Die stärksten Auswirkungen von Erschütterungen treten bei Gebäuden erfahrungsgemäß im Deckenbereich auf. Laut Prognose werden die höchsten Schwinggeschwindigkeiten aus dem zukünftigen Stadtbahnverkehr Bereiche von ca. 1,3 mm/s erreichen. Der Anhaltswert für Gebäudedecken, der für empfindliche Bauten in der DIN 4150/3 genannt wird, beträgt 8 mm/s. Dieser Wert wird beim zukünftigen Stadtbahnbetrieb mit deutlichem Abstand eingehalten. Gebäudeschäden sind demzufolge nicht zu erwarten.

8 Zusammenfassung

Die Stuttgarter Straßenbahnen AG plant den Ausbau der Linie U 5, in Leinfelden-Echterdingen bis 200 m über die Endhaltestelle Neuer Markt hinaus. Im Ausbaubereich soll ein Rasenbahnkörper zum Einsatz kommen. Auf der Strecke wird die Stadtbahn, Typ DT 8 verkehren. Die Gleise werden auf eigener Gleistrasse verlaufen.

Die Stuttgarter Straßenbahnen AG beauftragte die ACCON GmbH im Jahre 2013 mit einer vorläufigen erschütterungstechnischen Untersuchung, die wegen Änderungen an Planungen überarbeitet werden mußte. Das hier erstellte Gutachten berücksichtigt die aktuellen Verkehrsprognosen für diesen Streckenabschnitt.

Das Berechnungssystem zur Erstellung der Prognosen von Erschütterungs-immissionen und sekundärem Luftschall basiert auf entsprechenden Emissions-werten, die an bestehenden Streckenbereichen der SSB AG mit Schotteraufbau ermittelt werden konnten, berücksichtigt die Schwingungsübertragung im Boden und die Schwingungsübertragungseigenschaften auf unterschiedliche Gebäudetypen.

Es wurden für 8 repräsentative Gebäude Prognosen der Erschütterungsimmissionen und des sekundären Luftschalls erstellt. Es zeigte sich anhand der Prognoseergebnisse, dass die zu erwartenden Erschütterungen die Anhaltswerte der DIN 4150-2 durchgehend einhalten. Die Orientierungswerte der 24.BImSchV für den sekundären Luftschall werden ebenfalls eingehalten. Es sind demzufolge keine rechtlichen Bedingungen vorhanden die Erschütterungsschutzmaßnahmen zur Einhaltung der Anhalts- und Orientierungswerte erforderlich machen würden.

Der Ausbau der U5 bis Endhaltestelle Neuer Markt plus zusätzlicher 200m Strecke führt nach derzeitigem Kenntnisstand in keinem Bereich zu einer unzulässig hohen Gesamtbelastung durch Erschütterungseinwirkungen, die als gesundheitsgefährdend einzustufen wäre und damit Erschütterungsschutzmaßnahmen an der Ausbaustrecke U5 auslösen würde.

Die Planungen der SSB sehen ein Rasengleis auf fester Fahrbahn vor, von dem geringere Erschütterungsemissionen erwartet werden. Damit sind auch im Bereich der Immissionsorte IO 04, IO 06 und IO 07 eventuell vorhandene Schlafräume mit Ausrichtung zur Bahntrasse gegen unzulässig hohen sek.Luftschall gesichert.

Greifenberg, den 08.10.2019

ACCON GmbH

Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Anlagen

Zugzahlen auf der Ausbaustrecke

Planungsstand 10.08.2017

Fahrplanentwurf C (10-min-Takt)

Frühverkehrszeit	15-min-Takt
Hauptverkehrszeit	**10-min-Takt**
Normalverkehrszeit	**10-min-Takt**
Spätverkehrszeit	15-min-Takt

Montag - Freitag

	Ankunft Neuer Markt	Abfahrt Neuer Markt
06-22 Uhr	94	94
22-06 Uhr	18	18

Samstag

	Ankunft Neuer Markt	Abfahrt Neuer Markt
06-22 Uhr	84	84
22-06 Uhr	15	15

Sonntag

	Ankunft Neuer Markt	Abfahrt Neuer Markt
06-22 Uhr	75	75
22-06 Uhr	15	15