

SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
BAUDYNAMIK & BAUPHYSIK
TECHNISCHE AKUSTIK

Messstelle zur Ermittlung der
Emission und Immission von
Geräuschen und Erschütterungen

Schallschutzprüfstelle DIN 4109
Zertifikat: VMPA-SPG-203-00-HE

Fehlheimer Str. 24 □ 64683 Einhausen
Telefon (06251) 9646-0
Telefax (06251) 9646-46

E-Mail: info@fritz-ingenieure.de
www.fritz-ingenieure.de

ERSCHÜTTERUNGSTECHNISCHE STELLUNGNAHME

Vorhaben:

Umbau der Haltestelle Hauptbahnhof

Untersuchungsumfang:

Prüfung der Planung auf mögliche Ansprüche
für erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen

Bericht Nr.: **14246-VVE-1**
Datum: **03.08.2016**

Auftraggeber:

**Stadtwerke
Ulm/Neu-Ulm GmbH
Karlstraße 1- 3
89073 Ulm**

Sachbearbeiter:

Dipl.-Ing. Klaus Dietrich

Qualitätskontrolle:

Dipl.-Ing. Mario Graefen

Umfang des Dokumentes

Textteil: 12 Seiten

Anhang 1: 1 Seite

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Sachverhalt und Aufgabenstellung	4
3	Bearbeitungsgrundlagen	5
3.1	Rechtsgrundlagen und Regelwerke	5
3.2	Planunterlagen	5
4	Anforderungen an den Erschütterungsschutz	6
4.1	Beurteilung	7
4.2	Kriterien für eine wesentliche Änderung	9
5	Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise	9
6	Untersuchungsergebnisse	10
7	Abschließende Bemerkungen	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen 8

Anhang

Anhang 1 Übersichtslageplan

Abkürzungsverzeichnis

16. BImSchV	Verkehrslärmschutzverordnung
24. BImSchV	Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung
A	Anhaltswert
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BVerwG	Bundes-Verwaltungsgericht
dB(A)	Dezibel (A-bewertet)
ΔL_{ri}	Änderung des Beurteilungspegels [dB(A)]
Δr	Änderung des Abstandes [m]
F	Faktor
r	Abstand zur Gleisachse [m]
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz

1 Zusammenfassung

Im Zuge des Umbaus der Haltestelle „Hauptbahnhof“ in Ulm wurde untersucht, ob aus den erforderlichen Gleislageverschiebungen um bis zu 1,70 m Ansprüche auf erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen resultieren können.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Aus den geplanten Umbaumaßnahmen resultieren keine „wesentlichen“ Erhöhungen der Immissionen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall. Ein Erfordernis für erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen ergibt sich daher aus der geplanten Baumaßnahme nicht.

2 Sachverhalt und Aufgabenstellung

Die Stadtwerke Ulm / Neu-Ulm GmbH (SWU) beabsichtigt den Umbau der Haltestelle „Hauptbahnhof“. Zur Schaffung von Tiefgaragenzufahrten erfolgt eine Verschiebung der Fahrbahnen für den Individualverkehr sowie der Gleislage der Stadtbahn. Die Anzahl der Fahrstreifen sowie der Gleise bleibt erhalten.

Bei Eingriffen, bei denen die Gleislagen verändert werden, kann eine Erhöhung der Erschütterungsimmissionen für die nächstgelegenen Gebäude mit schutzwürdigen Nutzungen nicht ausgeschlossen werden. In der vorliegenden Untersuchung ist daher anhand von Plausibilitätsbetrachtungen darzulegen, ob es infolge der geplanten baulichen Eingriffe zu einer „wesentlichen Erhöhung“ der Erschütterungsimmissionen kommen kann und somit ein Erfordernis für erschütterungstechnische Vorsorgemaßnahmen besteht. In Ermangelung konkreter Regelungen durch den Gesetzgeber wird hierbei auf in Fachkreisen allgemein anerkannte Regelwerke und Vorgehensweisen zurückgegriffen.

3 Bearbeitungsgrundlagen

3.1 Rechtsgrundlagen und Regelwerke

Der durchgeführten erschütterungstechnischen Untersuchung liegen die folgenden Gesetze, Verordnungen und Richtlinien zugrunde:

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der aktuell gültigen Fassung
- /2/ Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) in der aktuell gültigen Fassung
- /3/ 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014
- /4/ 24. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 24. BImSchV) vom 04. Februar 1997 in ihrer berichtigten Fassung vom 23. September 1997
- /5/ Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 21.12.2010, BVerwG 7 A 14.09
- /6/ DIN 4150, Teil 1 „Erschütterungen im Bauwesen: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Juni 2001
- /7/ DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden“, Juni 1999

3.2 Planunterlagen

Zur Bearbeitung standen nachfolgende Planunterlagen und Schriftsätze zur Verfügung:

- /8/ Ausbau Friedrich-Ebert-Straße, Zentraler Omnibusbahnhof, Vorplanung, Lageplan 1 und 2, Maßstab 1:250, SWU Verkehr GmbH, Stand 28.04.2016
- /9/ Rechtskräftige Bebauungspläne im Untersuchungsgebiet, Stadt Ulm
- /10/ Auskunft zu Verkehrszahlen, Fahrzeugtypen und Geschwindigkeiten der Stadtbahn: Fahrpläne Linien 1 und 2 Mitfall 1, zur Verfügung gestellt von der SWU GmbH

4 Anforderungen an den Erschütterungsschutz

Beim Betrieb schienengebundener Fahrzeuge kommt es im Kontaktbereich zwischen Rad und Schiene zu Schwingungsanregungen, die auf Störungen des stationären Abrollvorganges zurückzuführen sind. Verantwortlich hierfür sind einerseits Inhomogenitäten der Schiene, andererseits auch das Rad selbst, das in der Regel einen ungleichmäßigen Verschleiß erfährt. Die impulsförmige Anregung des Radsatzes und des Gleiskörpers wiederum hat die Anregung von Eigenschwingungen des Gesamtsystems zur Folge.

Die aus den dynamischen Lasten resultierenden Schwingungen des Gleisoberbaus werden über den Untergrund auf nahe stehende Gebäude übertragen, die ihrerseits zu Schwingungen angeregt werden. Die auftretenden Schwingungsamplituden sind in der Regel so gering, dass Bauwerksschäden als Folge der dynamischen Beanspruchung ausgeschlossen werden können. Dennoch können Schwingungen bereits bei geringen Schwingstärken zu Beeinträchtigungen des Wohlbefindens von Menschen in Gebäuden führen. Über die Geschosdecken werden Schwingungen des Gebäudekörpers auf den Menschen übertragen, die vom Körper direkt als mechanische Schwingungsmissionen wahrgenommen werden. Weiterhin führen die in ein Bauwerk eingeleiteten Schwingungen zu einer Schallabstrahlung der Raumbegrenzungsflächen in Form von hörbarem (sekundärem) Luftschall. Selbst Immissionen, die als mechanische Schwingungen nicht mehr spürbar sind, können dann akustisch wahrnehmbar sein.

Die Rechtsgrundlage für Ansprüche auf Erschütterungsschutzmaßnahmen ist in **§ 74 (2)** des Verwaltungsverfahrensgesetzes (**VwVfG**) /2/ begründet. Hiernach sind dem Träger eines Vorhabens Vorkehrungen oder die Einrichtung und Unterhaltung von Anlagen aufzuerlegen, die zum Wohl der Allgemeinheit oder zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf rechte anderer erforderlich sind. Sind solche Vorkehrungen oder Anlagen mit angemessenem Aufwand zum Schutzzweck nicht realisierbar, so besteht ein entsprechender Entschädigungsanspruch für die Betroffenen.

4.1 Beurteilung

Im Gegensatz zur schalltechnischen Problemstellung existieren derzeit keine gesetzlichen Bestimmungen, in denen Grenzwerte für Erschütterungsimmissionen festgelegt sind. Daher werden die in Fachkreisen anerkannten Anhaltswerte gemäß **DIN 4150-2** /7/ herangezogen. Bei Einhaltung dieser Anhaltswerte kann davon ausgegangen werden, dass die Erschütterungen keine erheblich belästigenden Einwirkungen darstellen, die als niedrigste Qualifikationsstufe schädlicher Umwelteinwirkungen anzusehen sind.

Da die **DIN 4150-2** und die darin ausgewiesenen Anhaltswerte nicht direkt auf Erschütterungsereignisse aus dem schienenengebundenen Verkehr ausgerichtet sind und die Grenze der Zumutbarkeit von Erschütterungszunahmen bisher gesetzlich nicht definiert ist, muss das Erfordernis von Erschütterungsschutzmaßnahmen im Einzelfall geprüft werden. Eine gegebenenfalls vorhandene **Vorbelastung** durch bereits bestehende Schienenverkehrswege ist hierbei zu berücksichtigen.

Die Beurteilung erfolgt anhand der Kriterien **A_u** für die maximale bewertete Schwingstärke **KB_{Fmax}** und **A_r** für die Beurteilungsschwingstärke **KB_{FTr}**. Ist **KB_{Fmax}** kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert **A_u**, so werden die Anforderungen der Norm erfüllt. Dann gilt als nachgewiesen, dass die schienenverkehrsinduzierten Erschütterungsimmissionen nicht als „erheblich belästigend“ einzustufen sind. Übersteigt die maximale bewertete Schwingstärke den unteren Anhaltswert, erfolgt die Beurteilung in einem weiteren Prüfschritt auf Basis der Beurteilungsschwingstärke **KB_{FTr}** im Vergleich zu dem Beurteilungsanhaltswert **A_r**.

Die Anhaltswerte **A** zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen werden in der **DIN 4150-2** jeweils in Abhängigkeit von der Art der baulichen Nutzung der Umgebung des Einwirkungsortes sowie für den Tag- und den Nachtzeitraum unterschieden. In **Tabelle 1** sind die Anhaltswerte angegeben.

Tabelle 1: Anhaltswerte A für die Beurteilung von Erschütterungen

Zeile	Einwirkungsort	tags		nachts	
		A _U	A _R	A _U	A _R
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichtspersonal und Bereitschaftspersonen untergebracht sind	0,40	0,20	0,30	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	0,30	0,15	0,20	0,10
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0,20	0,10	0,15	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	0,15	0,07	0,10	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. in Krankenhäusern, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,10	0,05	0,10	0,05

Für oberirdisch geführten Schienenverkehr des ÖPNV nennt die **DIN 4150-2** eine Sonderregelung. Gemäß Ziffer 6.5.3.3 dürfen dann die A_U- und A_R-Werte nach **DIN 4150-2** um den **Faktor 1,5** angehoben werden. Dieser Faktor ist bei den in **Tabelle 1** angegebenen Anhaltswerten noch nicht berücksichtigt.

4.2 Kriterien für eine wesentliche Änderung

Nach anerkannter Praxis ist im Zusammenhang mit baulichen Eingriffen in Schienenverkehrswege – ähnlich zur Vorgehensweise bei der Beurteilung des primären Luftschalls nach der Verkehrslärmschutzverordnung (**16. BImSchV**) /3/ – zunächst zu prüfen, ob sich aus dem Vorhaben eine „wesentliche Erhöhung“ der Erschütterungsimmissionen ergibt. Gemäß einschlägiger Studien zur Wahrnehmbarkeitsschwelle der Veränderung von Erschütterungsimmissionen bedarf es der Erhöhung einer bestehenden Vorbelastung um mindestens

$$\Delta \geq 25 \%,$$

so dass nach allgemeinen Erfahrungsgrundsätzen von einer „wesentlichen Erhöhung“ ausgegangen werden kann. Diese wesentliche Erhöhung ist notwendige Voraussetzung für Vorsorgemaßnahmen. Soweit darüber hinaus die gebietsspezifischen Anhaltswerte gemäß **DIN 4150-2** /7/ überschritten werden, ergibt sich hieraus das Erfordernis erschütterungstechnischer Vorsorgemaßnahmen.

Für den sekundären Luftschall wird in Anlehnung an die schalltechnische Problemstellung bei der Bewertung nach **16. BImSchV** /3/ eine Erhöhung der Beurteilungspegel von mindestens

$$\Delta L_{ri} \geq 3 \text{ dB(A)}$$

als wesentlich erachtet. Ein Anspruch auf Vorsorgemaßnahmen ergibt sich demgemäß infolge einer „**wesentlichen**“ Erhöhung der Beurteilungspegel bei gleichzeitiger Immissionsrichtwertüberschreitung.

Die beschriebene Vorgehensweise bei der Beurteilung von Erschütterungen wurde inzwischen höchstrichterlich durch das Bundesverwaltungsgericht in seinem Urteil vom 21.12.2010 /5/ bestätigt.

5 Arbeitsgrundsätze und Vorgehensweise

Für die erschütterungstechnischen Belange genügt im Rahmen dieser erschütterungstechnischen Stellungnahme eine verbalargumentative Aufbereitung der Sachverhalte, da auf Grund der sehr geringen Änderungen der Gleislage im Zuge der Gleiserneuerung keine signifikanten Ände-

rungen der Erschütterungseinwirkungen und des sekundären Luftschalls, die zu einer Verschlechterung der Situation führen, zu erwarten sind.

6 Untersuchungsergebnisse

Faktoren, die zu einer Erhöhung der Schwingungsimmissionen in den umliegenden Gebäuden mit schutzwürdigen Nutzungen führen können, sind einerseits Veränderungen der Abstandsverhältnisse zwischen Gleisachsen und Baukörpern, andererseits betriebliche Veränderungen, beispielsweise die Erhöhung des Verkehrsaufkommens. Betriebliche Veränderungen sind derzeit nicht absehbar.

Im Rahmen der geplanten Gleiserneuerung erfolgt an 2 Stellen in der Nähe schutzwürdiger Nutzungen eine Gleislageverschiebung. Bei ca. km 0+250 rückt das Richtungsgleis Nord um

$$\Delta r = 1,40 \text{ m}$$

und das Richtungsgleis Süd um

$$\Delta r = 0,50 \text{ m}$$

an die Bebauung Bahnhofplatz 1/1 heran. Die mittlere Entfernung des Gleispaares reduziert sich von ca. **47,40 m** auf ca. **46,35 m**.

Bei ca. km 0+335 erfolgt ein Heranrücken des Richtungsgleises Nord um

$$\Delta r = 0,60 \text{ m}$$

und das Richtungsgleis Süd um

$$\Delta r = 1,70 \text{ m}$$

an die derzeit noch nicht existierende Bebauung Sedelhöfe. Die mittlere Entfernung des Gleispaares reduziert sich von ca. **22,10 m** auf ca. **21,45 m**.

Die bestehenden Gleise sind in aller Regel bituminös untergossen und mit Zwischenbeton bis zur Oberkante der Spurstangen eingedeckt. Das bedeutet, dass von 0,0 mm Einsenkung auszugehen ist. Die Schienenkammern sind jeweils ausbetoniert und außen schließt der Asphalt an die Schienen auf ganzer Schienenhöhe an. Die Schienenfugen sind bituminös vergossen.

In der Olgastraße besteht die Gleiseindeckung aus Pflaster (auf Splitt, ohne Beton), mit ebenfalls bituminösem Unterguss.

Nach Auskunft des technischen Planers (sweco GmbH) ist für den Umbau die gleiche Lagerung vorgesehen, so dass im vorliegenden Fall keine Änderungen zu erwarten sind.

Insofern kann sich eine Änderung der Erschütterungseinwirkung nur auf Grund eines unterschiedlicher Abstands in Bestand und Planung zu nächstgelegenen schutzwürdigen Nutzungen ergeben. Dieser Abstand wird mit Hilfe des Faktors

$$F = \log r / \log r_1$$

berücksichtigt.

r Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse in der Bestandssituation

r₁ Abstand zur nächstgelegenen Gleisachse nach der Baumaßnahme

Für das vorhandene Gebäude Bahnhofplatz 1/1 lässt sich ein Faktor von

$$F = \log 47,40 / \log 46,36 = 1,006$$

berechnen. Dies würde eine prozentuale Erhöhung um **0,6 %** bedeuten. Für den geplanten Gebäudekomplex Sedelhöfe ergibt sich ein Faktor von

$$F = \log 22,10 / \log 21,45 = 1,010.$$

Dies würde eine prozentuale Erhöhung um **1,0 %** bedeuten. Die Beurteilungspegel des sekundären Luftschalls erhöhen sich um ca.

$$\Delta L_{ri} = + 0,1 \text{ dB(A)}.$$

Erhöhungen in dieser Größenordnung sind als **nicht** „wesentlich“ einzustufen. Ein Anspruch auf erschütterungstechnische Vorsorge-
maßnahmen besteht somit **nicht**.

7 Abschließende Bemerkungen

Aus der vorliegenden erschütterungstechnischen Betrachtung resultiert,
dass es durch die Umbaumaßnahmen im Bereich des Bahnhofplatzes
nicht zu einer signifikanten Erhöhung der Immissionen aus Erschütterun-
gen oder aus sekundärem Luftschall kommen wird.



Dipl.-Phys. Peter Fritz

Dipl.-Ing. Klaus Dietrich

ANHANG



Legende

- Gebäude
- geplante Gebäude
- Gleisachse vorhanden
- Gleisachse geplant

Maßstab 1:1000

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 m

üb05

FRITZ GmbH
 Fehlleimer Straße 24
 64683 Einhausen
 Telefon (06251) 96 46-0
 Fax (06251) 96 46-46
 E-Mail: info@Fritz-Ingenieure.de

BERATENDE INGENIEURE VBI

Projekt 14246: Schalltechnische Untersuchung - 28.07.2016

Stadtwerke Ulm
Ulm, Haltestelle Hauptbahnhof

- ÜBERSICHTSPLAN -

Gleislagen vorhanden und künftig

ANHANG 1