

2. S-Bahn-Stammstrecke München

Planfeststellung

Erläuterungsbericht

Erschütterungstechnische Untersuchung

Planfeststellungsabschnitt 3A

München, den 24.09.2004

Erstellt im Auftrag der
DB AG

Vorhabenträger:

11-



Die Bahn



DB ProjektBau GmbH
Niederlassung Süd

Beteiligte Planer und Gutachter:

OBERMEYER Planen+Beraten GmbH

Fachplaner, Gutachter

OBERMEYER Planen+Beraten GmbH
Institut für Umweltschutz und Bauphysik

ARGE RA
Meidert und Kollegen, Rechtsanwälte
RA Hartmut Heinrich

Inhaltsverzeichnis Seite

1	Allgemeines	2
2	Grundlagen der erschütterungstechnischen Untersuchung	4
2.1	Vorgehensweise	4
2.2	Anforderungen an Erschütterungen – KB-Werte	5
2.3	Anforderungen an den sekundären Luftschall	9
2.4	Ausgangsdaten	10
3	Ergebnisse, Beurteilung	13
4	Zusammenfassung	14
Anhang : Grundlagenverzeichnis.....		15

Tabellenverzeichnis Seite

Tabelle 1	Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingkräfte und subjektiver Wahrnehmung	8
Tabelle 2	Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 1 für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen	10
Tabelle 3	Korrektursummanden D gemäß 24. BImSchV (Ausgabe 1997)	13

Abkürzungsverzeichnis

A

ABS Ausbaustrecke

B

BauNVO Baunutzungsverordnung

Bf München Ost München Ostbahnhof Personenbahnhof

Bf Bahnhof

Bft Bahnhofsteil

BImSchG Bundesimmissionsschutzgesetz

BImSchV Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

C

D

dB (A) Dezibel A (bewerteter Schallpegel)

DB AG Deutsche Bahn AG

DIN® Verbandzeichen des Deutschen Instituts für Normung e.V.

E

EBA Eisenbahn-Bundesamt

F

G

Gl Gleis

H

Hbf Hauptbahnhof

Hz Einheit der Frequenz

I

K

KB-Wert Maß für Schwingstärke

L

M

MLEU Bft München Leuchtenbergring des Bf München Ost

MLM	Bf München Laim
MAMP	München Abzw. Max-Weber-Platz der 2.S-Bahn-Stammstrecke
MOPS	Bf München Ost Pbf - Bft München Ost (S-Bahn)
m	Meter (Einheit)

N**O**

OK	Oberkante
OL	Oberleitung
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr

P**R****S**

SBS	S-Bahn-Stammstrecke
SO	Schienenoberkante

T**U****V**

V	Einheit der Spannung
v_e, v	(Entwurfs-) Geschwindigkeit
v_{max}	Maximale Geschwindigkeit
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz

W**Z**

Begriffsdefinitionen

2. S-Bahn-Stammstrecke

Bezeichnet wird hiermit die neu zu errichtende zweigleisige S-Bahn-Stammstrecke, beginnend im Bf Laim und endend im Bf Ostbahnhof bzw. Bf Leuchtenbergring mit den dazwischen liegenden Stationen Hauptbahnhof und Marienhof.

Hauptast / Nebenast

Beide Äste sind Bestandteil 2. S-Bahn-Stammstrecke München. Als Hauptast werden die durchgehenden Gleise vom Bf Laim bis Bf Ostbahnhof bezeichnet. Als Nebenast werden die Gleise vom Abzweig Max-Weber-Platz bis zum Bf Leuchtenbergring bezeichnet.

1 Allgemeines

Die heutige S-Bahn-Stammstrecke zwischen Laim und Ostbahnhof ist mit rd. 1000 Fahrten täglich das Herzstück und gleichzeitig eine Engstelle im gesamten Münchener S-Bahn-Netz. Durch die Bündelung der S-Bahnlinien auf der Stammstrecke können sich Störungen im Betrieb auf das gesamte S-Bahnnetz auswirken.

Mit dem Ausbau des S-Bahnnetzes zur Realisierung eines 10 Minutentaktes auf bestimmten Linien wird auch die Leistungsfähigkeit der S-Bahn-Stammstrecke von 24 auf max. 30 Züge je Stunde und Richtung bis zum Beginn des Jahresfahrplanes 2005 erhöht. Ebenso wird im Ostbahnhof ein weiteres Gleis mit Bahnsteigkante (Gleis 5) künftig als S-Bahngleis genutzt werden.

Um weitere Linien mit Taktverdichtungen fahren zu können, sind über die zur Zeit geplanten und in der Umsetzung befindlichen Ausbaumaßnahmen hinaus zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Diese Baumaßnahmen im Planfeststellungsabschnitt 3A „Leuchtenbergring“ sind Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Der Planfeststellungsabschnitt 3A umfasst im wesentlichen:

- Neubau des Bahnsteiges C mit den Bahnsteiggleisen 5neu und 6neu, Schaffung eines barrierefreien Zuganges,
- Abbruch des bestehenden Bahnsteiges B (Gleis 3 und 4),
- Einbau mehrerer Weichenverbindungen am Ostkopf des Bf. Leuchtenbergring,
- Neubau des Gleises 6neu westlich des Bahnsteigs C mit teilweiser abgeenkter Gradienten und der somit notwendigen Stützbauwerke
- Neubau der Gleise 61neu/62neu als Zuführungsgleise für Gleisanschlüsse
- Trogbauwerk des Gleises MAMP – MLEU ab Tunnelportal.

In der vorliegenden Untersuchung werden die Erschütterungseinwirkungen des Projektes unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Planung ermittelt und nach anerkannten Regelwerken beurteilt. Beim Bau oder bei einer wesentlichen Änderung von Schienenwegen ist sicherzustellen, dass durch diese keine schädlichen Umwelteinwirkungen, z.B. durch Erschütterungseinwirkungen hervorgerufen werden, die nach dem Stand der Technik und mit vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand vermeidbar sind. Ziel der vorliegenden erschütterungstechnischen Untersuchung ist es festzustellen, welche Änderungen der Erschütterungssituation aufgrund des Projektes zu erwarten sind.

2 Grundlagen der erschütterungstechnischen Untersuchung

2.1 Vorgehensweise

Erschütterungsimmissionen bestehen aus - fühlbaren - mechanischen Schwingungen (Vibrationen, Erschütterungen), und - hörbarem - sekundärem Luftschall, der durch die Schallabstrahlung schwingender Raumbegrenzungsflächen entsteht.

Die physikalische Größe, die zur Beschreibung der Erschütterungseinwirkungen am meisten verwendet wird, ist die Schwinggeschwindigkeit (oder Körperschall-Schnelle), die i.d.R. als Pegel (Einheit: dB, bezogen auf $5 \cdot 10^{-8}$ m/s) angegeben wird. Sie ist in Festkörpern (Erdboden, Bausubstanz) stark frequenzabhängig und muss daher spektral betrachtet werden. Zur Beurteilung der - fühlbaren - Einwirkungen auf den Menschen wird nach DIN 4150, Teil 2 [4] eine Frequenzbewertung auf die Körperschall-Schnelle am Immissionsort angewendet und daraus die bewertete Schwingstärke KB ermittelt. Der Beurteilung von Erschütterungsimmissionen werden KB-Werte und sekundäre Luftschallpegel als aus der Körperschallschnelle abgeleitete Einzahlwerte zu Grunde gelegt.

Die Vorgehensweise bei Erschütterungsprognosen basiert auf Messungen und theoretischen Überlegungen, wobei das gesamte System in folgende, voneinander entkoppelte Teilsysteme unterteilt wird:

- Emission (Einleitung von Schwingungen in den Erdboden im Nahbereich der Erschütterungsquelle)
- Ausbreitung der Schwingungen im Boden bis zu den Gebäuden (entfernungsbedingte Pegelabnahme im Erdboden)
- Änderung der Schwingungen beim Übergang vom Erdboden in die Räume innerhalb der Gebäude (gebäudespezifische Übertragungsfaktoren)

Zur Durchführung von erschütterungstechnischen Untersuchungen müssen alle o. g. Größen als Körperschallschnelle spektral, d.h. getrennt für jedes Frequenzband, bekannt sein.

Von entscheidender Bedeutung ist die Abhängigkeit der Immissionen von individuellen Eigenschaften der Gebäude bzw. deren Bauart und Bausubstanz. Die

Streuung der Gebäude-Eigenschaften (Übertragungsfaktoren von Häusern in üblicher Bauweise) wurde in Untersuchungen messtechnisch ermittelt und in Abhängigkeit von der Bauweise und der Resonanzfrequenzlage statistisch ausgewertet [9].

Die Erschütterungsemission und die Ausbreitung im Boden sind ebenfalls aus umfangreichen Untersuchungen statistisch gesichert verwendbar.

Mit Hilfe dieser Ausgangsdaten können die zu erwartenden Erschütterungsimmissionen ermittelt werden. Aus diesen spektralen Körperschallschnelleimmissionen können die Einzahl-Beurteilungswerte ($KB_{F_{max}}$ -Werte und Vorbeifahrtpegel des sekundären Luftschalls) bestimmt und gemäß den festgelegten Beurteilungskriterien beurteilt werden.

2.2 Anforderungen an Erschütterungen – KB-Werte

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen werden sogenannte KB-Werte herangezogen, welche die frequenzabhängige Wahrnehmung des Menschen für Erschütterungen beschreiben. Der höchste auftretende KB-Wert eines Erschütterungsereignisses wird dabei als $KB_{F_{max}}$ -Wert bezeichnet.

Zur Veranschaulichung der $KB_{F_{max}}$ -Werte im Zusammenhang mit der subjektiven Wahrnehmung kann Tabelle 1 der VDI 2057, Blatt 3 [8], herangezogen werden:

$KB_{F_{max}}$ -Werte	Beschreibung der Wahrnehmung
< 0,1	nicht spürbar
0,1	Fühlschwelle
0,1 - 0,4	gerade spürbar
0,4 - 1,6	gut spürbar
1,6 - 6,3	stark spürbar

Tab. 1: Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung

Zur Prognose und Beurteilung der Erschütterungs-Immissionssituation existieren keine allgemein gültigen Regelungen. Die Beurteilung beruht auf der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts zum primären Luftschall vor Inkrafttreten der 16. BImSchV [2], wonach Betroffene sich Vorbelastungen aus vorhandenen Anlagen zurechnen lassen müssen. Wenn Erschütterungsvorbelastungen aus bestehenden Gleisanlagen bestehen, dürfen diese infolge von Ausbaumaßnahmen nicht wesentlich erhöht werden.

Die Erschütterungsimmissionen (KB-Werte) werden unter Berücksichtigung der Streckenbelastung (Zugzahlen) und der Erschütterungsvorbelastung durch den Betrieb der bestehenden Bahnanlage beurteilt.

Für die Bewältigung des Belanges der Erschütterungsimmissionen in der Planfeststellung bei Ausbaumaßnahmen ist die Erschütterungsbelastung der vorhandenen Schienenwege zu ermitteln, um im Vergleich mit der Prognose im ausgebauten Zustand eine wesentliche Änderung feststellen zu können.

Zur Klärung des Begriffes „spürbare Erhöhung“ oder „wesentliche Änderung“ der Erschütterungsimmissionen wurde eine Laborstudie an Probanden durchgeführt [10]. Ein Ziel dieser Laborstudie war, zu ermitteln, welche Änderung der Erschütterungsenergie mindestens erforderlich ist, um wahrgenommen zu werden. Im Labor wurde festgestellt, dass eine Änderung des KB_{Fmax} um 25% gerade noch als Unterschied erkannt wird. Diese Laborunterschiedsschwelle ist als untere Grenze zu verstehen und liegt auf der sicheren Seite.

Die Erschütterungseinflüsse werden nach den in der DIN 4150, "Erschütterungen im Bauwesen", Teil 2, vom Juni 1999 festgelegten Beurteilungsgrößen und Anhaltswerten für die Wahrnehmungsstärke (KB-Werte) beurteilt. DIN 4150, Teil 2 gibt Anhaltswerte an, bei deren Einhaltung eine erhebliche Belästigung von Menschen in Gebäuden vermieden wird. Bei diesen Anhaltswerten handelt es sich letztlich nicht um rechtlich abgesicherte Grenzwerte, sondern um empfohlene Anhaltswerte, deren Überschreitung nicht zu einer erheblichen Belästigung von Menschen in Gebäuden führen muss.

Zur Beurteilung der KB-Werte sind die bewerteten maximalen Schwingstärken KB_{Fmax} mit den Anhaltswerten A_U , (unterer Anhaltswert) und A_O (oberer Anhaltswert) nach Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2, zu vergleichen:

- Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_U , dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als der (obere) Anhaltswert A_O , dann ist die Anforderung dieser Norm nicht eingehalten.

Als weitere Beurteilungsgröße dient der Wert KB_{FTt} , der sowohl die Stärke als auch die Anzahl der Erschütterungsereignisse für die Beurteilungszeiträume Tag bzw. Nacht berücksichtigt. Bei der Ermittlung sind Werte $< 0,1$ als = 0 einzusetzen.

zen. KB_{FT_r} ist mit den Anhaltswerten A_r nach Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2, zu vergleichen:

- Ist $KB_{F_{max}}$ größer als der untere Anhaltswert A_u , sind die Anforderungen dieser Norm dann eingehalten, wenn die Beurteilungsschwingstärke KB_{FT_r} kleiner oder gleich dem Anhaltswert A_r (nach Tabelle 1 der DIN) ist.

Zeile	Einwirkungsort	Tag 6–22 Uhr			Nacht 22–6 Uhr		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vgl. Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. Reine Wohngebiete § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. Krankenhäuser, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05
In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung - BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 - 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen werden ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.							

Tab. 2: Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 1 für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen

Für Erschütterungen aus Schienenverkehr enthält die DIN 4150-2 besondere Regelungen. Damit wird dem Charakter des Schienenverkehrs mit regelmäßigen, weder dauernd noch selten einwirkenden Erschütterungsereignissen Rechnung

getragen. Nach Absatz 6.5.3.5 der Norm gilt für neu zu errichtende Schienenwege, Fernbahn-Strecken und öffentlichen Personen-Nahverkehr (ÖPNV) für den oberen Anhaltswert nachts gebietsunabhängig, oberirdisch: $A_O = 0,6$. Nach Absatz 6.5.3.1 sind Einwirkungen in Ruhezeiten nicht zusätzlich zu gewichten. Für reine ÖPNV-Strecken werden die Anhaltswerte A_U und A_r um den Faktor 1,5 höher angesetzt.

Entsprechend dem Vorstehenden werden in der vorliegenden Untersuchung folgende Beurteilungskriterien angewendet:

Die bestehenden Vorbelastungen aus dem Schienenverkehr dürfen sich nach dem baulichen Eingriff nicht wesentlich erhöhen (keine spürbare Erhöhung). Allerdings erfolgt diese Betrachtung nur dann, wenn die prognostizierten Erschütterungen eine relevante Mindeststärke erreichen. Dabei werden die Anhaltswerte A_r der DIN 4150, Teil 2 als untere Schwelle herangezogen. Erst nach deren Überschreitung ist zu prüfen, ob eine wesentliche Erhöhung stattfindet.

Für den Prognosefall werden die gesamten Erschütterungsimmissionen ermittelt, um zunächst die Überschreitung der Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2 zu überprüfen:

- Sind die ermittelten $KB_{FT,r}$ -Werte der Prognose kleiner als die A_r (Anhaltswerte der DIN 4150, Teil 2), dann sind die Anforderungen eingehalten.
- Sind die ermittelten $KB_{FT,r}$ -Werte der Prognose größer als A_r , dann erfolgt die Beurteilung auf Basis der wesentlichen spürbare Erhöhung, wie folgt:
 - Ist die Erhöhung des $KB_{FT,r}$ -Wertes im Ausbaufall kleiner als 25 % gegenüber der Belastung ohne Ausbau, dann liegt keine wesentliche Erhöhung vor und die Anforderungen sind eingehalten.
 - Wenn der $KB_{FT,r}$ sich im Ausbaufall um mehr als 25 % gegenüber der Belastung aus den bestehenden Anlagen erhöht, dann liegt eine wesentliche Erhöhung vor und es müssen Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen in Betracht gezogen werden.

2.3 Anforderungen an den sekundären Luftschall

Durch Körperschallübertragung bzw. -anregung der Raumbegrenzungsflächen kann in Gebäuden sogenannter „sekundärer Luftschall“ entstehen und einen nicht zu vernachlässigenden Anteil am gesamten Innenraumpegel erreichen. Dieser Effekt kann vor allem dort zu Belästigungen führen, wo der primäre Luftschall, der durch die Außenhaut des Gebäudes nach innen dringt, eine geringe Rolle spielt. Das trifft vor allem bei der Trasse abgewandten oder gut schalldämmten Räumen sowie bei Tunnelstrecken zu.

Eine Beurteilung des sekundären Luftschalls aus öffentlichen Verkehrsmitteln ist z.Zt. nicht ohne weiteres möglich, da gesetzliche Regeln und Grenzwerte fehlen. Als Anhaltspunkte für die Beurteilung des sekundären Luftschalls aus Schienenverkehr kommen z.Zt. aus der 24.BImSchV [3] abgeleitete Richtwerte in Betracht.

In der 24.BImSchV werden die Mittelungspegel bewertet, in den Bezugszeiträumen: Tag (6 bis 22 Uhr) und Nacht (22 bis 6 Uhr). Die sekundären Luftschallimmissionen werden errechnet über die Dauer der Geräusche während einer Vorbeifahrt als mittlere Maximalpegel und anhand der Häufigkeit über die Bezugszeiträume Tag und Nacht gemittelt.

Die 24. BImSchV macht Angaben über das erforderliche Schalldämm-Maß der Außenbauteile in Abhängigkeit vom Außenpegel (Direktschall) bei öffentlichen Verkehrswegen. Zur Bestimmung von Fenster-Schallschutzklassen (aus dem Fenster-Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$) zum Schutz vor Außenlärm (Direktschall) werden Korrektursummanden D angegeben. Die Korrektursummanden D sind um 3 dB(A) reduzierte, einzuhaltende Innengeräuschpegel (A-bewertete Mittelungspegel) gemäß den angegebenen Nutzungen für schutzbedürftige Aufenthaltsräume.

Raumnutzung	Korrektursummand D in dB(A)
Räume, die überwiegend zum Schlafen benutzt werden	27
Wohnräume	37
Behandlungs- und Untersuchungsräume in Arztpraxen, Operationsräume, wissenschaftliche Arbeitsräume, Leseräume in Bibliotheken, Unterrichtsräume	37
Konferenz- und Vortragsräume, Büroräume, allgemeine Laborräume	42
Großraumbüros, Schalterräume, Druckerräume von DV-Anlagen, soweit dort ständig Arbeitsplätze vorhanden sind	47
Sonstige Räume, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind	entsprechend der Schutzbedürftigkeit der jeweiligen Nutzung

Tab. 3: Korrektursummanden D gemäß 24. BImSchV (Ausgabe 1997)

Demnach betragen die höchstzulässigen Innengeräuschpegel (Mittelungspegel über die Beurteilungszeiten):

- in Wohnräumen 40 dB(A) am Tag
- in Schlafräumen 30 dB(A) in der Nacht
- in Behandlungs- und Unterrichtsräumen 40 dB(A)
- in Konferenz-, Vortrags- und Büroräumen 45 dB(A)

Wie bei der Erschütterungs-Beurteilung (KB-Werte) gilt auch beim sekundären Luftschall, dass bei Überschreitung dieser Anhaltswerte eine wesentliche Zunahme durch den Ausbau zu vermeiden ist. Für Luftschall gelten Erhöhungen um max. 3 dB(A) allgemein als zulässig bzw. nicht wesentlich. Werden für den Ausbau-Fall Überschreitungen der Anhaltswerte prognostiziert, ist die sekundäre Luftschall-Belastung im Lastfall ohne Ausbau zu ermitteln und dem Ausbau-Lastfall gegenüberzustellen.

2.4 Ausgangsdaten

Die Körperschalleinleitung in den Erdboden, die Ausbreitung im Erdboden und die Körperschalleinleitung in das Bauwerk sind jeweils wegen unterschiedlicher Bodeneigenschaften, Brechung und Reflexion von Wellen an Grenzschichten

und Übergängen mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand über Rechenmodelle nur näherungsweise zu erfassen.

Die unter Kap. 2.1 beschriebene Teilsysteme werden wie folgt betrachtet:

Als Emissionsdaten wurden Messungen von S-Bahn-Vorbeifahrten mit 80 km/h im Erdboden, an Messpunkten in 8 m Abstand vom Gleis an der Strecke der S-Bahnlinie in Vaterstetten verwendet. Diese Emissionsdaten zeigen ab 31.5 Hz deutliche Pegel, mit einem Maximum bei 40 Hz.

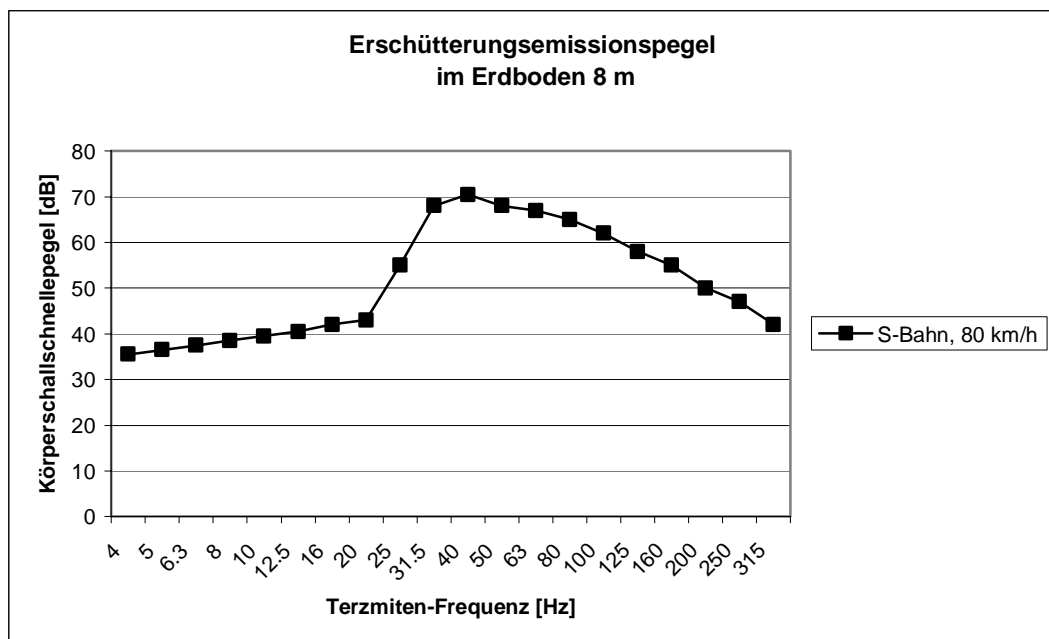


Abb. 1: Emissionsdaten im Erdboden, 8 m vom Gleis

Die Körperschallminderung durch die Ausbreitung an der Erdoberfläche wurde aus den bei Schienenverkehr ermittelten statistisch fundierten Untersuchungsergebnissen [9] angesetzt.

Die Übertragung der Körperschallschnelle vom Erdboden in die und innerhalb der Gebäude ist von individuellen Eigenschaften der Gebäude bzw. deren Bauart und Bausubstanz abhängig. Im Bereich der Einleitungsstelle zum Immissionsort (Erdboden/Gebäude) ist die dynamische Anregbarkeit des Bauwerks (Eingangsimpedanz - mechanischer Schwingwiderstand) für die Fortleitung der Schwingungen bestimmend. Im allgemeinen erfolgt hier eine Reduzierung der Schwingungsamplituden (wegen Brechung und Reflexion von Wellen an Grenzschichten und Übergängen) im Frequenzbereich ab 16 Hz um 5 bis 10 dB (entspricht einer Minderung etwa um einen Faktor 2 bis 3).

Die Anregung des Gebäudefundaments wird in der Regel bei normaler Bauausführung mit überhöhten Intensitätswerten an den Decken und Wänden der übrigen Stockwerksbereiche beantwortet. Erfahrungsgemäß ist bei Frequenzen ab ca. 10 Hz in einigen, bestimmten Bereichen (Eigenfrequenzen der Bauteile) mit einer Vergrößerung der Schwingungsamplituden durch Resonanzerscheinungen zu rechnen. Die durch Resonanz auftretenden Vergrößerungsfaktoren unterliegen großen Streuungen und erreichen erfahrungsgemäß an Fußböden Werte von 3 bis 18 (entspricht 10 dB bis 25 dB). Ebenso ist die Streuung der Frequenzlage zu berücksichtigen.

In der Information der DB AG „Körperschall und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer“ [9] wird dieser Zusammenhang angegeben, zusammengefasst für den Übertragungsweg Erdboden - Fundament - Decke. Für die vorliegende Untersuchung wurde von der kritischen Frequenzlage bei 40 Hz ausgegangen. Ab 31.5 Hz liegt die Verstärkung nahezu unabhängig von der Bauart bei 12 dB.

Das Zugprogramm wird für den Bestandfall und den Ausbau-Prognosefall gleich angesetzt. Betrachtet wird nur der S-Bahn-Betrieb. Auf 4 Gleisen verteilt sich der Verkehr wie folgt:

- Berg am Laim/Daglfing zum Ostbahnhof: 169 tags / 38 nachts
- Ostbahnhof nach Berg am Laim/Daglfing: 170 tags / 38 nachts
- Betriebswerk Steinhausen zum Ostbahnhof: 52 tags / 13 nachts
- Ostbahnhof zum Betriebswerk Steinhausen: 52 tags / 12 nachts

Die S-Bahn-Gleise in Richtung Ostbahnhof bleiben unverändert, die Gleise 3 und 4 werden als 5neu und 6neu nach Süden verschoben. Dies führt auf der Nordseite zu einer Abnahme der Erschütterungsimmissionen aus dem S-Bahn-Betrieb und auf der Südseite zu einer Zunahme.

Die S-Bahn-Gleise befinden sich im nördlichen Bereich des Gleisfeldes, das hier ca. 80 m breit ist. Südlich der S-Bahn-Gleise befinden sich mehrere Fernbahngleise, welche zur Vorbelastung der Gebäude auf der Südseite den größten Anteil beitragen. Diese Vorbelastung aus der Fernbahn wurde jedoch bei der Beurteilung nicht berücksichtigt.

3 Ergebnisse, Beurteilung

Die Berechnung ergibt ab einem Abstand von 24 m südlich vom zukünftigen Gleis 6neu (Ostbahnhof Richtung Berg am Laim/Dagfing) keine Überschreitung der Anhaltswerte A_r nach DIN 4150, Teil 2 durch den S-Bahn-Betrieb. In diesem maximalen Einwirkungsbereich der Umbaumaßnahme an der S-Bahn, welcher noch im Gleisfeld liegt, befinden sich keine Gebäude. Das nächste Gebäude in ca. 60 m Entfernung zu Gleis 6neu ist ein im Neubau befindliches Bürogebäude. In diesem Abstand werden die Erschütterungsimmissionen aus S-Bahn-Vorbeifahrten unterhalb der Fühlschwelle nach VDI 2057, Blatt 3 liegen und somit nicht zu den Erschütterungsimmissionen beitragen.

Die verwendeten Ausgangsdaten und die Vorgehensweise beinhalten Sicherheitszuschläge. Der Ansatz der Emissionsspektren bei 80 km/h, obwohl die S-Bahnen im Bereich der größten Abstandsveränderung langsamer fahren, sowie die Betrachtung bei der kritischen Deckenresonanzfrequenzlage, bei der die höchsten Erschütterungsimmissionen zu erwarten sind, stellt - wegen der bei Erschütterungsprognosen unvermeidlichen Unsicherheiten - eine „worst-case“-Betrachtung dar. Die Vorbelastung durch Fernzüge wurde nicht betrachtet und ist insofern nicht von Bedeutung, da der Beitrag der S-Bahnen zu den Erschütterungsimmissionen vernachlässigbar ist. Damit ist eine nennenswerte Zunahme der Vorbelastung durch den geplanten Umbau der S-Bahn im PFA 3A nicht gegeben.

Für den sekundären Luftschall werden im nächstgelegenen Gebäude (Bürogebäude) unter der Annahme ungünstiger Umstände Vorbeifahrtpegel aus der S-Bahn von 29 dB(A) prognostiziert. Die für den Vergleich mit den aus der 24. BImSchV abgeleiteten Richtwerten berechneten Beurteilungspegel liegen bei 12 dB(A) am Tag und 8 dB(A) in der Nacht. Für den sekundären Luftschall sind Zunahmen aus dem geplanten S-Bahn-Umbau von maximal 1,5 dB(A) zu erwarten, so dass selbst ohne Berücksichtigung der Vorbelastung aus der Fernbahn keine Überschreitungen der Beurteilungskriterien auftreten werden.

4 Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung werden die Änderungen der Erschütterungsimmis- sionen infolge des Umbaus der Bahnsteige und S-Bahn-Gleise im Bereich des S-Bahnhofes Leuchtenbergring untersucht.

Für die Gebäude nördlich des Gleisfeldes werden die Erschütterungsimmis- sionen aus dem S-Bahn-Betrieb infolge des Umbaus abnehmen, wobei die An- haltswerte eingehalten werden. Im Süden des Gleisfeldes führt der S-Bahn- Betrieb am Bahnhof Leuchtenbergring auch nach dem Umbau nicht zu Über- schreitungen der Beurteilungskriterien für Erschütterungen an den Gebäuden. Die prognostizierten $KB_{F_{max}}$ -Werte werden sogar unter der Fühlbarkeitsschwelle nach VDI 2057, Blatt 3, liegen, die Pegel des sekundären Luftschalls während der Vorbeifahrten liegen mit weniger als 30 dB(A) im Bereich der Grundge- räuschpegel innerhalb ruhiger Aufenthaltsräume.

Erschütterungsschutzmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Die Untersuchung umfasst 15 Seiten

OBERMEYER Planen + Beraten GmbH
Institut für Umweltschutz und Bauphysik

gez. i.V. Dr. rer. nat. W. Herrmann

gez. i.A. Dipl.-Ing. (FH) D. Fleischer

ANHANG : GRUNDLAGENVERZEICHNIS

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 14.05.1990
- [2] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 16. BImSchV vom 12.06.1990 – Verkehrslärmschutzverordnung
- [3] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 24. BImSchV vom 4.02.1997 - Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung (BGBl.I, ab S. 172)
- [4] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, vom Februar 1999
- [5] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen, vom Juni 1999
- [6] Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung-BauNVO) vom 23.01.1990
- [7] VDI-Richtlinie 2719: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen, vom August 1987
- [8] VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen, Beurteilung; vom Mai 1987 (zurückgezogen September 2002, da mit der Anpassung der Arbeitsrichtlinien an das europäische Recht sich für diesen Bereich die Bewertungsverfahren ändern. Der in der zurückgezogenen Richtlinie beschriebene Zusammenhang zwischen bewerteter Schwingstärke und der subjektiven Wahrnehmung von Erschütterungseinwirkungen kann aber weiterhin allgemein gültig betrachtet werden)
- [9] Information der DB AG, ZBT 511: Körperschall- und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, Stand Februar 1999; Entwurf der Überarbeitung Stand 23.03.2004
- [10] Said, A. ; Fleischer, D.; Kilcher, H.; Fastl, H.; Grütz, H.-P.: Zur Bewertung von Erschütterungsimmissionen aus dem Schienenverkehr, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (2001) Nr. 6, November 2001