

Schwingungstechnik und
Erschütterungen im
Bauwesen

baudyn.de

Messung
Berechnung
Beratung
Gutachten

Gutachten

Projekt 2018604
Inhalt Bebauungsplan Hafencity 10
Schienenverkehrs-Erschütterungen und sekundärer Luftschall
Dokument 2018-12-08-2018604-N1-2-GA

Erschütterungstechnische Untersuchung der Schienenverkehrs-
Erschütterungen und des sekundären Luftschalls im Rahmen des
Bebauungsplanverfahrens Hafencity 10 in Hamburg

Auftraggeber Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen
Amt für Landesplanung und Stadtentwicklung
Neuenfelder Straße 19
D-21109 Hamburg

Anmerkung Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen
Das Gutachten umfasst 18 Seiten
Datum 08.12.2018

baudyn GmbH

baudyn GmbH
Baudynamik &
Strukturmonitoring

Alsterdorfer Straße 245
D-22297 Hamburg
Fon +49 40 54 80 291-00
Fax +49 40 54 80 291-29

www.baudyn.de

Geschäftsführer
Dipl.-Ing. M.O. Rosenquist
Dr.-Ing. K. Holtzendorff

Sitz der Gesellschaft
Hamburg HRB 110933

USt-IdNr.: DE266720694

Inhaltsverzeichnis

1 Untersuchungsgebiet und erschütterungstechnische Fragestellung.....	3
2 Erschütterungstechnische Untersuchungen.....	5
3 Anforderungen.....	6
3.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden.....	6
3.1.1 Erschütterungen.....	7
3.1.2 Sekundärer Luftschall.....	9
4 Erschütterungstechnische Bewertung.....	10
4.1 Fernbahn.....	10
4.2 U-Bahn.....	14
5 Zusammenfassung.....	17

1 Untersuchungsgebiet und erschütterungstechnische Fragestellung

Für den Entwurf zum Bebauungsplan (B-Plan) HafenCity 10 haben wir in Ihrem Auftrag erschütterungstechnische Untersuchungen zu Schienenverkehrs-Erschütterungen und strukturinduziertem sekundären Luftschall durchgeführt.

Als Planungsunterlagen liegen ein Entwurf zum Bebauungsplan der Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen vom 09.11.2018 sowie die Zugverkehrszahlen der oberirdischen Bahnstrecke für den Prognosehorizont für das Jahr 2030 vor.

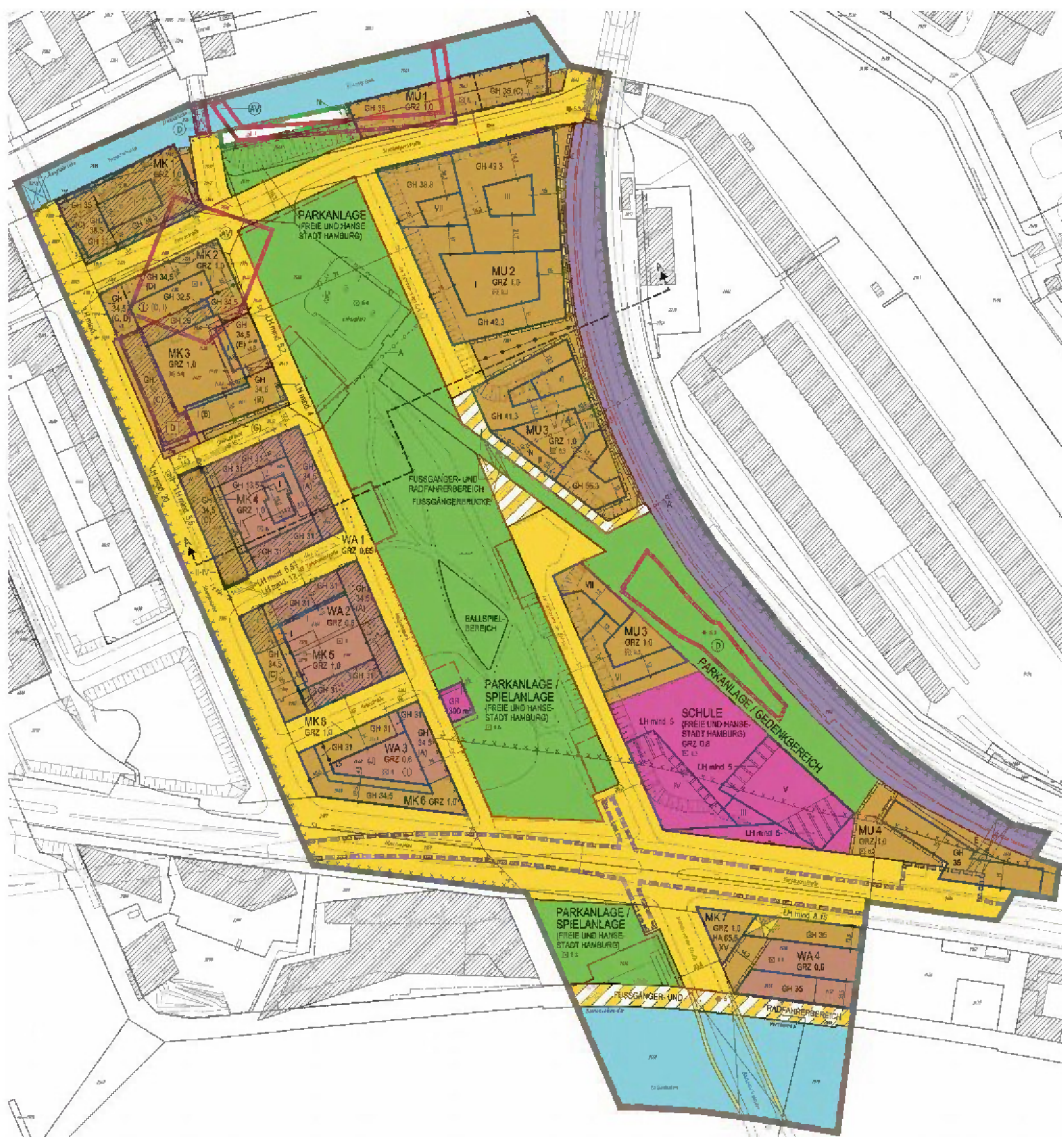


Abbildung 1: Entwurf zum Bebauungsplan HafenCity 10, 09.11.2018

Das Plangebiet befindet sich zwischen der Shanghaiallee im Westen und der oberirdischen Bahnstrecke im Osten. Im Norden wird das Plangebiet durch den Brooktorhafen bzw. den Ericusgraben und im Süden durch die Überseeallee / Versmannstraße bzw. den Baakenhafen begrenzt.

Die Bahnstrecke verläuft oberirdisch als Viadukt mit der zweigleisigen Strecke 2200 vom Hamburger Hauptbahnhof in Richtung Elbbrücken über die Veddel in Richtung Süden sowie der zweigleisigen Strecke 1250 vom Hamburger Hauptbahnhof in Richtung Rothenburgsort. Auf der Strecke 2200 werden für das Jahr 2030 insgesamt 399 Personenzüge und 4 Güterzüge tags (06-22 Uhr) sowie insgesamt 51 Personenzüge und 2 Güterzüge nachts (22-06 Uhr) angegeben. Für die Strecke 1250 werden 6 Güterzüge tags und 4 Güterzüge nachts genannt. Es handelt sich damit um eine äußerst stark frequentierte Bahnstrecke. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 80 km/h. Im Süden des Plangebietes befinden sich auf der Bahnstrecke Weichen.

Am südlichen Rand des Plangebietes verläuft die HafenCity U-Bahn der Linie U4 mit der Haltestelle HafenCity-Universität. Die U-Bahnstrecke verläuft unter der Überseeallee / Versmannstraße in einem zweigleisigen Stahlbeton-Rechtecktunnel. Für die U-Bahnverkehrshäufigkeit ist gemäß den Angaben der Hamburger Hochbahn AG zur Berücksichtigung der zukünftigen, langfristigen Verkehrsentwicklung je Fahrtrichtung von einem 90 s-Takt tagsüber (06:00-22:00 Uhr) sowie nachts (22:00-06:00 Uhr) von einem 90 s-Takt zwischen 22:00-00:30 Uhr und zwischen 04:30-06:00 Uhr sowie von einem 150 s-Takt zwischen 00:30-04:30 Uhr auszugehen.

Der Schienenverkehr verursacht Lärm und Erschütterungen. Die Schienenverkehrserschütterungen werden über den Boden in die Gebäudefundamente übertragen und von dort über die aufgehenden Wände in Stockwerksdecken eingeleitet. Die Bauteileigenfrequenzen von Decken und Wänden in einem Gebäude befinden sich grundsätzlich in dem vom Schienenverkehr anregbaren Frequenzbereich.

Im Falle einer Übereinstimmung der Anregungsfrequenzen durch Verkehr und Eigenfrequenzen von Bauteilen wie Decken im Gebäude, einer so genannten Reso-

nananzregung oder einer resonanznahen Anregung, können auf Menschen oder technische Anlagen störende Deckenschwingungen einwirken. In der vorliegenden Untersuchung werden Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden betrachtet.

Grundlage des Erschütterungsschutzes ist der zur Konkretisierung der Ziele im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) beschlossene „Erschütterungsleitfaden“ bzw. der aktuelle Stand der Norm DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“.

Darüber hinaus ist infolge der übertragenen Schienenverkehrserschütterungen grundsätzlich infolge von Bauteilschwingungen abgestrahlter, so genannter strukturinduzierter sekundärer Luftschall als akustische Einwirkung auf den Menschen zu berücksichtigen. In vielen Fällen von unterirdischen Schienenstrecken ist der sekundäre Luftschall gegenüber den Erschütterungen von größerer Bedeutung.

Für Wohnnutzung gelten insbesondere nachts hohe erschütterungstechnische Anforderungen, wobei für Kern- und Mischgebiete geringere Anforderungen gelten als für allgemeine Wohngebiete. Für eine Büro- und Gewerbenutzung werden in der Regel die tags geltenden, geringeren Anforderungen angesetzt.

2 Erschütterungstechnische Untersuchungen

In der VDI 2038 „Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen“ wird der Ablauf einer erschütterungstechnischen bzw. baulastdynamischen Beratung beschrieben. Die dort genannten Phasen sind in Abhängigkeit der Aufgabenstellung unterschiedlich abgegrenzt und gehen ineinander über.

Anders als in der Statik gibt es in der Baudynamik keine sichere Seite sowie eine große Streuung der dynamischen Parameter und damit eine große Streuung der Ergebnisse von baulastdynamischen Berechnungen und Prognosen. Aus diesen Gründen ist die baulastdynamische Beratung ein alle Planungs- und Realisierungsphasen begleitender Prozess. Aufgrund der weitreichenden Konsequenzen von baulastdynamischen Maßnahmen für die Gebäudekonzeption sind die baulastdynamischen Erfor-

dernisse möglichst frühzeitig in der Planung zu berücksichtigen und in enger Abstimmung zu den anderen Planern vorzunehmen.

Im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans handelt es sich bei den erschütterungstechnischen Untersuchungen um eine Bewertung zur Einstufung der Situation und um grundsätzliche Hinweise für Gebäudekonzepte und Maßnahmen. Die maßgeblichen Ergebnisse werden im Bebauungsplanverfahren zu dokumentieren und bei Bedarf Festsetzungen zum Erschütterungsschutz zu treffen sein.

Nach Abschluss des Bebauungsplanverfahrens sind die Anforderungen zum Schutz vor Einwirkungen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall in der individuellen Gebäudeplanung zu konkretisieren und nachzuweisen.

In der Planungsphase für die einzelnen Gebäude sind ggf. Messungen sowie eine Prognose der Erschütterungen mit einem Detailmodell unter Berücksichtigung maßgeblicher Eigenschaften individuell geplanter Gebäude einschließlich Maßnahmen erforderlich. Die Dimensionierung von Maßnahmen wird ebenfalls in dieser Phase vorgenommen und erfordert ein iteratives Vorgehen, um die Maßnahmen und den erforderlichen Aufwand zu optimieren.

In der Ausführungsphase sind für die einzelnen Gebäude die Annahmen und Prognosen während der Gebäudeerstellung durch Kontrollmessungen zu prüfen und ggf. Maßnahmen zu detaillieren oder endgültig festzulegen. Während der Bauphase erfolgt eine gutachterliche Beratung der örtlichen Bauüberwachung. Die baudynamische Begleitung endet mit Abnahmemessungen.

3 Anforderungen

3.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Einwirkungen aus Erschütterungen und sekundärem Luftschall können als störend wahrgenommen werden. Eine störende Wahrnehmung kann nur für den Fall ausgeschlossen werden, dass die Erschütterungen nicht spürbar sind und der sekundä-

re Luftschall nicht hörbar ist. Bei Einhaltung der Anforderungen liegen erhebliche Belästigungen im Allgemeinen nicht vor.

3.1.1 Erschütterungen

Grundlage des Erschütterungsschutzes ist der zur Konkretisierung der Ziele im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) beschlossene „Erschütterungsleitfaden“ bzw. der aktuelle Stand der Norm DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“. Im Hinblick auf die Einwirkung von Schienenverkehrserschütterungen ist die DIN 4150, Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ maßgeblich.

Die Anforderungen zum Erschütterungsschutz sind in der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2, „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 1 in Abhängigkeit von der Nutzung des Gebietes, in dem sich die Bebauung befindet, gegeben. Für Wohnbebauung kommt i.d.R. aus der Tabelle 1 der Norm die Zeile 3 für Gebiete mit weder vorwiegend gewerblichen Anlagen noch vorwiegend Wohnungen (u.a. Misch- und Kerngebiete) oder die Zeile 4 für Gebiete mit vorwiegend bzw. ausschließlich Wohnungen (u.a. allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete) in Betracht.

DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tabelle 1 (Ausgabe Juni 1999)							
Zeile	Einwirkungsort	Tags			Nachts		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vergleiche Industriegebiete BauNVO, § 9)	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleiche Gewerbegebiete BauNVO, § 8)	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 (vergleiche Kerngebiete BauNVO, § 7, Mischgebiete BauNVO, § 6, Dorfgebiete BauNVO, § 5)	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleiche Wohngebiet BauNVO, § 3, allgemeine Wohngebiete BauNVO, § 4, Kleinsiedlungsgebiete BauNVO, § 2)	0.15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z.B. in Krankenhäusern, 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 bis 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkungen vorgenommen ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Tabelle 1: Anhaltswerte DIN 4150 Teil 2 Einwirkung auf Menschen in Gebäuden

Die Anordnung der Baugebiete wurde im Entwurf des Bebauungsplans unter Berücksichtigung des Lärmschutzes gegenüber dem oberirdischen Schienen- und Straßenverkehr vorgenommen. Daher sind die allgemeinen Wohngebiete von der oberirdischen Fernbahnstrecke und den größeren Straßen abgewandt.

Im vorliegenden Fall sind im Entwurf zum Bebauungsplan HafenCity 10 auf unterschiedlichen Flächen folgende Gebietsausweisungen vorgesehen und dort gelten die betreffenden Anforderungen:

- Allgemeines Wohngebiet: DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 4,
- Kerngebiet: DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 3,
- Urbanes Gebiet¹: DIN 4150 Teil 2 Tabelle 1 Zeile 3.

3.1.2 Sekundärer Luftschall

Die Anforderungen zum strukturinduzierten sekundären Luftschall aus Schienenverkehrserschütterungen sind in Deutschland nicht allgemeingültig festgelegt und stehen zwischen den Bahnbetreibern und den Betroffenen i.d.R. in der Diskussion.

Bei oberirdischen Fernbahnstrecken fordern die Bahnbetreiber den sekundären Luftschall wie den gleichzeitig auftretenden primären Luftschall gemäß 16. BImSchV in Verbindung mit der 24. BImSchV auf Grundlage eines Mittelungspegels für Schlafräume nachts von 30 dB(A) und für Wohnräume tags von 40 dB(A) zu bewerten. Diese Vorgehensweise wurde durch das Bundesverwaltungsgericht bestätigt (2010) und ist durch Eisenbahn-Bundesamt bei Planfeststellungen zur Anwendung verfügt worden. Die Betroffenen erwarten insbesondere in Fällen von geringem primären Luftschall – etwa unmittelbar hinter einer Lärmschutzwand – eine Bewertung der individuellen Situation auf Basis der aus der TA-Lärm abgeleiteten Immissionsrichtwerte.

Im Rahmen von Bebauungsplänen an oberirdischen und unterirdischen Bahnstrecken (u.a. Neue Mitte Altona, HafenCity) und Planfeststellungen für und unterirdische Bahnstrecken des ÖPNV wurden die Anforderungen in Hamburg (AKN, Flughafen-S-Bahn, HafenCity-U-Bahn) aus der TA-Lärm Abschnitt 6.2 abgeleitet. Es handelt sich um die Immissionsrichtwerte (Mittelungspegel) tags 35 dB(A) bzw. nachts 25 dB(A) respektive Geräuschspitzen zzgl. 10 dB (Maximalpegel). Für eine Büronutzung kommen die tags geltenden Immissionsrichtwerte in Betracht.

¹ Das Urbane Gebiet (§ 6a BauNVO) ist erst durch die Baurechtsnovelle im Mai 2017 eingeführt worden und wird durch die DIN 4150 noch nicht explizit bestimmten Anhaltswerten zugeordnet. Aufgrund des gemischten Gebietscharakters des Baugebietes wird hilfsweise eine Einordnung analog der Misch- und Kerngebiete bei der Beurteilung der Schutzbedürftigkeit vorgenommen.

Bei unterirdischen Bahnstrecken liegt kein gleichzeitiger primärer Schienenverkehrslärm vor, so dass die Störwirkung des sekundären Luftschalls größer ist als bei oberirdischen Strecken und daher bei neuen Wohngebäuden auch erhöhte Anforderungen im Einklang mit anderen schalltechnischen Anforderungen, z.B. an die Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen und Maximalpegeln von 27 dB(A) oder weiter gesteigerte Anforderungen, angestrebt werden.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens sind für die zu erwartende Nutzung im Plangebiet gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse maßgeblich. Demnach sind die Mindestanforderungen an den Komfort zu gewährleisten. Als Anforderungen an den strukturinduzierten sekundären Luftschall können für die oberirdische Fernbahnstrecke sowie für unterirdische U-Bahnstrecke die aus der TA-Lärm abgeleiteten Immissionsrichtwerte angesetzt werden. Im Rahmen der konkreten Planungen können von den Beteiligten höhere Anforderungen angestrebt werden.

Die Anforderungen bzw. Immissionsrichtwerte unterscheiden sich für unterschiedliche Lärmquellen bei gleichem Immissionsort teilweise deutlich. Aus diesem Grund sind die Lärmquellen unabhängig von einander zu bewerten und nicht kumulativ. Die messtechnische Erfassung von sekundärem Luftschall ist lediglich für unterirdischen Schienenverkehr bei geringem Hintergrundschallpegel, etwa in Abend- oder Nachtstunden, zuverlässig möglich.

Für eine besondere Nutzung, z.B. mit sehr erschütterungsempfindlichen Geräten oder Entertainment mit sehr hohen Anforderungen, können besondere Anforderungen zu angestrebt werden, die nicht im Rahmen dieser Untersuchung betrachtet werden.

4 Erschütterungstechnische Bewertung

4.1 Fernbahn

Die Bewertung der erschütterungstechnischen Situation im Untersuchungsgebiet des Bebauungsplans HafenCity 10 erfolgte für die Fernbahn-Erschütterungen ausgehend von den Erfahrungen mit den Bebauungsplänen HafenCity 11 und 13. Die

erschütterungstechnischen Untersuchungen für die Bebauungspläne HafenCity 11 und HafenCity 13 wurden u.a. mit Schwingungsmessungen bei Fernbahnvorfahrten und darauf basierenden Prognosen vorgenommen. Diese Ergebnisse lassen sich für die grundsätzlichen Fragestellungen im Bebauungsplan HafenCity 10 übertragen.

In dem Entwurf zum Bebauungsplan HafenCity 10 sind unmittelbar entlang der oberirdisch verlaufenden Fernbahnstrecke

- der Häuserblock nördlich der Stockmeyerstraße mit dem urbanen Gebiet MU 1 mit einem geringsten Abstand von 27 m zum nächstgelegenen Fernbahngleis,
- der Häuserblock südlich der Stockmeyerstraße mit dem urbanen Gebiet MU 2 mit einem geringsten Abstand von 11 m zum nächstgelegenen Fernbahngleis,
- die zwei durch eine Parkanlage getrennte Häuserblöcke in der Mitte der Straße Am Hannoverschen Bahnhof mit dem urbanen Gebiet MU 3 mit einem geringsten Abstand von 13 m zum nächstgelegenen Fernbahngleis,
- die Schule nördlich der Versmannstraße mit einem geringsten Abstand von 35 m zum nächstgelegenen Fernbahngleis sowie
- das urbane Gebiet MU 4 mit einem geringsten Abstand von 8 m zum nächstgelegenen Fernbahngleis

geplant. Aufgrund des geringen Abstands zur Fernbahnstrecke sind die Immissionen für diese Bebauung hier maßgeblich.

Für die südlich der unterirdischen U-Bahnstrecke geplante Bebauung betragen die Abstände zur Fernbahnstrecke zwischen 90 m und 100 m. Für die weiter westlich geplanten Flächen betragen die Abstände zur Fernbahnstrecke zwischen 160 m und bis zu 220 m. Aufgrund des deutlichen Abstands zu der Fernbahnstrecke sind die Immissionen für die dortige Bebauung als nicht maßgeblich zu bewerten.

Für die erst genannten Gebäude mit einem geringen Abstand zur Fernbahnstrecke kann ausgehend von den Schienenverkehrs-Erschütterungen mit einem Standard-Schotteroberbau ohne Maßnahmen zum Erschütterungsschutz an der Quelle, dem Übertragungsweg und bei dem Empfänger eine Einhaltung der Anforderungen für Erschütterungen gemäß DIN 4150 Teil 2 und für den sekundären Luftschall die aus der TA-Lärm Abschnitt 6.2 abgeleiteten Immissionsrichtwerte nicht ohne weiteres erwartet werden.

Bei den Gebäuden mit einer Wohnnutzung bzw. wohnähnlichen Nutzung ist wegen der hohen Zugverkehrshäufigkeit und aufgrund der hohen Anforderungen nachts von einer Überschreitung der Anforderungen auszugehen.

Bei den Gebäuden ohne Wohnnutzung bzw. wohnähnliche Nutzung, wovon z.B. für die Schule auszugehen ist, wären genauere Untersuchungen für das konkret geplante Gebäude erforderlich, um die Einhaltung der dann dort tags geltenden Anforderungen erforderlichenfalls mit Maßnahmen zum Erschütterungsschutz nachzuweisen.

Gebiet	Lage	Abstand zum nächstgelegenen Fernbahngleis
MU 1	Nordseite Stockmeyerstraße	27 m
MU 2	Südseite Stockmeyerstraße	11 m
MU 3	Mitte Am Hannoverschen Bahnhof	13 m
Schule	Nordseite Versmannstraße	35 m
MU 4	Nordseite Versmannstraße	8 m

Tabelle 2: Bereiche mit Untersuchungsbedarf an der Fernbahnstrecke

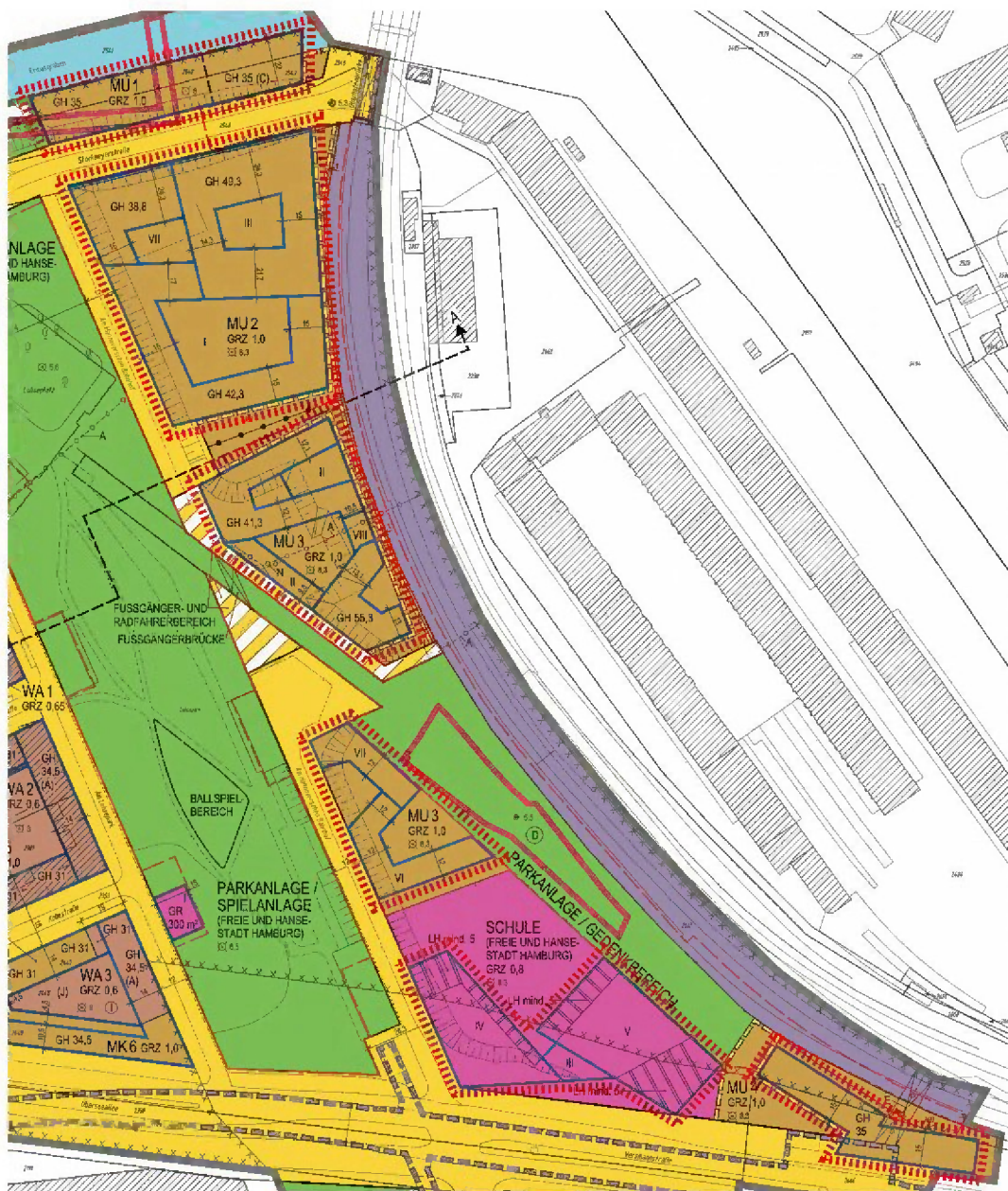


Abbildung 2: Bereiche mit Untersuchungsbedarf an der Fernbahnstrecke rot-gestrichelt umrandet

In diesen Gebieten (siehe Tabelle 2, Abbildung 2) ist die Einhaltung der, in Abhängigkeit der tatsächlichen Nutzung angestrebten Anforderungen erforderlichenfalls mit Maßnahmen zur Verminderung der Immissionen nachzuweisen.

Maßnahmen kommen an der Erschütterungsquelle auf der Bahnstrecke, auf dem Übertragungsweg sowie am Gebäude in Betracht. An oberirdischen Fernbahnstrecken sind wirksame Maßnahmen allgemein schwierig umsetzbar. Bei diesen Maß-

nahmen handelt es sich z.B. um besohlte Schwellen oder in Abhängigkeit vom Aufbau des Bahnviaduktes ggf. um Unterschottermatten. Es ist davon auszugehen, dass im Rahmen der Bebauung keine Maßnahmen an der Fernbahnstrecke vorgenommen werden können. Auf dem Übertragungsweg zwischen der Bebauung an und dem Bahnviadukt kommen elastische Zwischenlagen zur Verminderung der Erschütterungsübertragung in Betracht. Im Gebäude sind u.a. die dynamischen Bauteileigenschaften wie die Gründung einschließlich Bodenplatte, Deckeneigenfrequenzen und die Eigenfrequenz des schwimmenden Estrichs maßgebliche Parameter sowie Maßnahmen bis hin zu einer elastischen Gebäudelagerung auf Polyurethan- bzw. Elastomer oder Stahlfeder-Dämpfer-Elementen denkbar. Im Rahmen der Konkretisierung der Gebäudeplanung ist von dem Bauherrn ein Konzept für den Erschütterungsschutz zu erarbeiten und mit den geplanten Maßnahmen die Einhaltung der Anforderungen und damit ein ausreichender Immissionsschutz nachzuweisen.

4.2 U-Bahn

Die Bewertung der erschütterungstechnischen Situation im Untersuchungsgebiet Bebauungsplan HafenCity 10 erfolgte für die U-Bahn-Erschütterungen ausgehend von den Erfahrungen mit den Bebauungsplänen HafenCity 6, 7, 11 und 13. Die erschütterungstechnischen Untersuchungen für die Bebauungspläne HafenCity 6 und HafenCity 11 wurden u.a. mit Schwingungsmessungen bei U-Bahnvorbeifahrten und darauf basierenden Prognosen vorgenommen. Diese Ergebnisse lassen sich für die grundsätzlichen Fragestellungen im Bebauungsplan HafenCity 10 übertragen.

In dem Entwurf zum Bebauungsplan HafenCity 10 sind unmittelbar entlang der unterirdisch verlaufenden U-Bahnstrecke

- der Häuserblock nördlich der Überseeallee mit den Kerngebieten MK 6, MK 8 und dem allgemeinen Wohngebiet WA 3 mit einem geringsten Abstand von 9 m zum U-Bahntunnel,

- die Schule nördlich der Versmannstraße mit einem geringsten Abstand von 12 m zum U-Bahntunnel,
- das urbane Gebiet MU 4 als Überbauung des U-Bahnausgangs der Haltestelle HafenCity-Universität und mit einem geringsten Abstand von 9 m zum U-Bahntunnel sowie
- der Häuserblock südlich der Versmannstraße mit dem Kerngebiet MK 7 und dem allgemeinen Wohngebiet WA 4 mit einem geringsten Abstand von 7 m zum U-Bahntunnel

geplant. Aufgrund des geringen Abstands zum U-Bahntunnel sind die Immissionen für diese Bebauung hier maßgeblich.

Für die weiter nördlich geplanten Flächen betragen die Abstände zum U-Bahntunnel zwischen 65 m und bis zu 350 m, sodass die dortige Bebauung einen deutlichen Abstand zu der U-Bahnstrecke aufweist und die Immissionen sind daher dort als nicht maßgeblich zu bewerten.

Für die erst genannten Gebäude mit einem geringen Abstand zum U-Bahntunnel kann ausgehend von den U-Bahnerschütterungen mit einem Standard-Schotteroberbau ohne Maßnahmen zum Erschütterungsschutz an der Quelle, dem Übertragungsweg und bei dem Empfänger eine Einhaltung der Anforderungen für Erschütterungen gemäß DIN 4150 Teil 2 und für den sekundären Luftschall die aus der TA-Lärm Abschnitt 6.2 abgeleiteten Immissionsrichtwerte nicht ohne weiteres erwartet werden.

Bei den Gebäuden mit einer Wohnnutzung oder wohnähnlichen Nutzung ist wegen der hohen für die Zukunft zu berücksichtigenden U-Bahnverkehrshäufigkeit und aufgrund der hohen Anforderungen nachts von einer Überschreitung der Anforderungen auszugehen.

Bei den Gebäuden ohne Wohnnutzung bzw. wohnähnliche Nutzung, wovon z.B. für die Schule auszugehen ist, wären genauere Untersuchungen für das konkret geplante Gebäude erforderlich, um die Einhaltung der dann dort tags geltenden

Anforderungen erforderlichenfalls mit Maßnahmen zum Erschütterungsschutz nachzuweisen.

Gebiet	Lage	Abstand zum U-Bahntunnel
MK 6, MK 8, WA 3	Nordseite Überseeallee	9 m
Schule	Nordseite Versmannstraße	12 m
MU 4	Nordseite Versmannstraße	12 m und Überbauung U-Bahn-Ausgang
MK 7, WA 4	Südseite Versmannstraße	7 m

Tabelle 3: Bereiche mit Untersuchungsbedarf an der U-Bahnstrecke

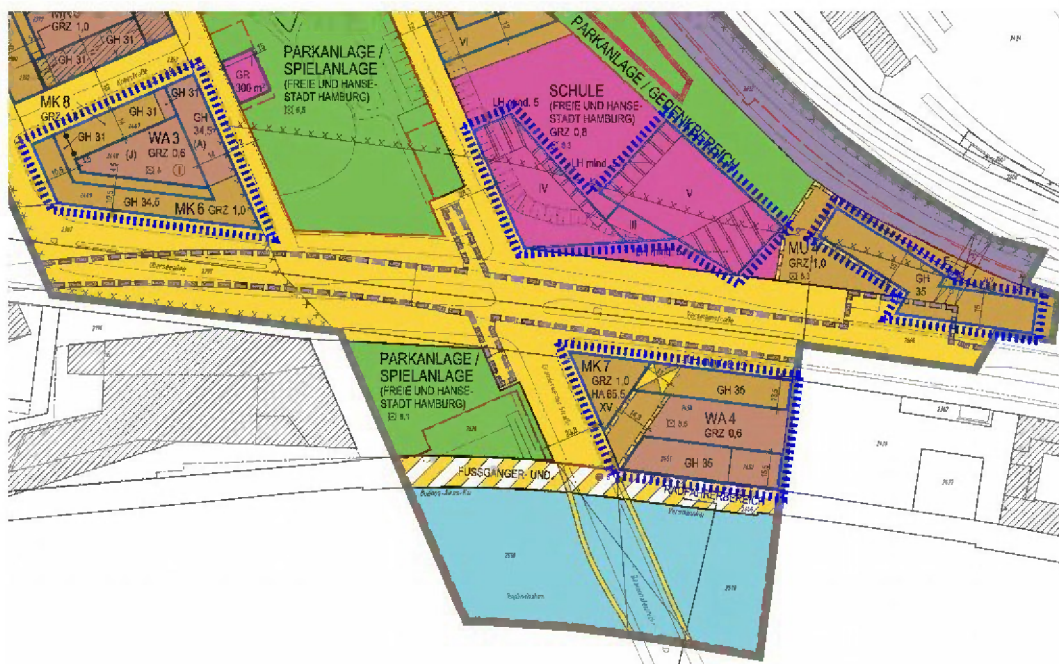


Abbildung 3: Bereiche mit Untersuchungsbedarf an der U-Bahnstrecke blau-gestrichelt umrandet

In diesen Gebieten (siehe Tabelle 1, Abbildung 3) ist die Einhaltung der, in Abhängigkeit der tatsächlichen Nutzung angestrebten Anforderungen erforderlichenfalls mit Maßnahmen zur Verminderung der Immissionen nachzuweisen.

Maßnahmen kommen an der Erschütterungsquelle im U-Bahntunnel, auf dem Übertragungsweg sowie am Gebäude in Betracht. An der Erschütterungsquelle im U-Bahntunnel ist der Einsatz von Unterschottermatten mit unterschiedlicher Wirksamkeit möglich. Auf dem Übertragungsweg zwischen der Bebauung an und über dem U-Bahntunnel kommen elastische Zwischenlagen zur Verminderung der

Erschütterungsübertragung in Betracht. Im Gebäude sind u.a. die dynamischen Bauteileigenschaften wie die Gründung einschließlich Bodenplatte, Deckeneigenfrequenzen und die Eigenfrequenz des schwimmenden Estrichs maßgebliche Parameter sowie Maßnahmen bis hin zu einer elastischen Gebäudelagerung auf Polyurethan- bzw. Elastomer oder Stahlfeder-Dämpfer-Elementen denkbar. Im Rahmen der Konkretisierung der Gebäudeplanung ist von dem Bauherrn ein Konzept für den Erschütterungsschutz zu erarbeiten und mit den geplanten Maßnahmen die Einhaltung der Anforderungen und damit ein ausreichender Immissionsschutz nachzuweisen.

Für alle unmittelbar an bzw. neben der U-Bahnstrecke zu errichtenden Gebäude sind zur Gewährleistung des Ausbreitungsabstands zwischen dem U-Bahntunnel und der Bebauung u.a. Rückverankerungen des Baugrubenverbaus erschütterungstechnisch wirksam vollständig zu trennen und Bodenzwischenräume sind durch eine reguläre Verfüllung mit Sand vorzunehmen. In den Bereichen der unmittelbaren Bebauung an und über dem U-Bahntunnel kann eine erschütterungstechnisch wirksame elastische Zwischenlage zur Verminderung der Erschütterungsübertragung vom U-Bahntunnel auf die Bebauung erforderlich sein.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen der Erarbeitung des Bebauungsplans HafenCity 10 in Hamburg wurden erschütterungstechnische Untersuchungen von Schienenverkehrs-Erschütterungen vorgenommen.

Im Plangebiet verläuft am östlichen Rand auf einem Fernbahnviadukt mit einer sehr hohen Zugverkehrshäufigkeit u.a. der Personenverkehr von Hamburg Hauptbahnhof Richtung Süden. Am südlichen Rand des Plangebietes verläuft die unterirdische HafenCity-U-Bahn mit einem sehr engen, für die Zukunft zu berücksichtigenden 90 s-Takt tags und einem 90 s- bzw. 150 s- Takt nachts.

Es wurden die grundsätzliche Vorgehensweise zur Untersuchung sowie die Anforderungen an den Immissionsschutz bei Erschütterungen und strukturinduziertem, sekundären Luftschall erläutert.

Die Immissionen sind im vorliegenden Fall für die unmittelbar zur Fernbahnstrecke und zur U-Bahnstrecke benachbarte Bebauung maßgeblich. Es werden die Bereiche angegeben, in denen eine Einhaltung der Anforderungen tags und nachts für eine Wohnnutzung bzw. der Anforderungen tags für eine gewerbliche Nutzung oder Büronutzung nicht ohne weiteres zu erwarten sind. Für diese, in den betreffenden Bereichen geplante Bebauung sind zur Einhaltung der Anforderungen für die konkreten Bauvorhaben erschütterungstechnische Untersuchungen vorzunehmen und erforderlichenfalls Maßnahmen zu ergreifen.