



Schwingungstechnik und
Erschütterungen im
Bauwesen

baudyn.de

Messung
Berechnung
Beratung
Gutachten

baudyn GmbH – Mühlenkamp 43 – D-22303 Hamburg

Stadt Bad Oldesloe - Der Bürgermeister -
Planung und Umwelt
Stadthaus
Markt 5
23843 Bad Oldesloe

Ihr Zeichen/ Ihre Nachricht vom	Dokument	Unser Zeichen	Datum	E-Mail
	2015-11-09-2015353-N1-2-GA	P 20151023	09.11.2015	rosenquist@baudyn.de

Bebauungsplan 107 Bad Oldesloe: Schienenverkehrs-Erschütterungen und sekundärer Luftschall

Sehr geehrte Damen und Herren,

in dem Projekt Bebauungsplans 107 Kampstraße, Pölitzer Weg in Bad Oldesloe erhalten Sie hiermit die gutachterliche Stellungnahme zu der Erschütterungstechnischen Untersuchung mit Schienenverkehrs-Erschütterungen und sekundärem Luftschall.

Untersuchungsgebiet und erschütterungstechnische Fragestellung

Das Untersuchungsgebiet des Bebauungsplans 107 Kampstraße, Pölitzer Weg in Bad Oldesloe befindet sich im Einflussbereich der nordwestlich verlaufenden Bahnstrecke Hamburg-Lübeck. Auf der Bahnstrecke verkehren Personen- und Güterzüge zwischen Hamburg und Lübeck. Das Untersuchungsgebiet ist in der Anlage dargestellt.

Der Schienenverkehr verursacht unter anderem Erschütterungen. Die Schienenverkehrserschütterungen werden über den Boden in die Gebäudfundamente 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 Frequenzen, einer so genannten Resonanzanregung oder einer resonanznahen Anregung, wirken auf Menschen oder technische Anlagen störende Deckenschwingungen ein.

Darüber hinaus ist grundsätzlich infolge von Bauteilschwingungen raumbegrenzender Flächen (Wände, Decken, Fenster/Fassade) abgestrahlter, so genannter strukturinduzierter sekundärer Luftschall als akustische Einwirkung auf den Menschen zu berücksichtigen.

In dem Untersuchungsgebiet ist Wohnbebauung mit der Ausweisung eines allgemeinen Wohngebiet vorgesehen.

baudyn GmbH
Baudynamik &
Strukturmonitoring

Mühlenkamp 43
D-22303 Hamburg
Fon +49 40 460 911 38
Fax +49 40 460 911 39

www.baudyn.de

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

Sitz der Gesellschaft
Hamburg HRB 110933

USt-IdNr.: DE266720694

Erschütterungstechnische Untersuchungen

In der VDI 2038 „Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen“ wird der Ablauf einer erschütterungstechnischen bzw. baudynamischen 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 baudynamischen Berechnungen und Prognosen. Aus diesen Gründen ist die baudynamische Beratung ein alle Planungs- und Realisierungsphasen begleitender Prozess. Aufgrund der weitreichenden Konsequenzen von baudynamischen Maßnahmen für die Gebäudekonzeption sind die baudynamischen Erfordernisse möglichst frühzeitig in der Planung zu berücksichtigen und in enger Abstimmung zu den anderen Planern vorzunehmen.

Im Rahmen der Erarbeitung des Bebauungsplans handelt es sich bei den erschütterungstechnischen Untersuchungen um eine Grundlagenermittlung. Im vorliegenden Fall werden in dieser Phase Randbedingungen und Anforderungen ermittelt, Schwingungsmessungen und darauf basierende prognostische Abschätzungen der Immissionen vorgenommen sowie grundsätzliche Hinweise für Gebäudekonzepte und Maßnahmen abgeleitet. Die Ergebnisse werden im Bebauungsplans dokumentiert.

Nach Abschluss der Erarbeitung des Bebauungsplans 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. ergänzende 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 für die einzelnen Gebäude sind 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.

Anforderungen

Grundlage des Erschütterungsschutzes ist die zur Konkretisierung der Ziele im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) beschlossene „Erschütterungs-Leitlinie“ bzw. der aktuelle Stand der Normen DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ und DIN 45669 „Messung von Schwingungsimmissionen“. 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.

Im vorliegenden Fall ist ein Bebauungsplan in Bearbeitung, in dem für die Wohnblöcke im Untersuchungsgebiet grundsätzlich die Ausweisung eines allgemeinen Wohngebietes vorgesehen ist und demnach die Anhaltswerte der o.g. Zeile 4 gelten würden.

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

Im Rahmen von Planfeststellungen für unterirdische Bahnstrecken des ÖPNV werden i.d.R. bzw. wurden in Hamburg (AKN, Flughafen-S-Bahn, Hafen-City-U-Bahn) die Richtwerte (Beurteilungspegel) der TA-Lärm tags 35 dB(A) bzw. nachts 25 dB(A) respektive Geräuschspitzen zzgl. 10 dB (Maximalpegel) angesetzt. Bei unterirdischen Bahnstrecken liegt kein primärer Schienenverkehrslärm vor, so dass die Störwirkung des sekundären Luftschalls größer ist als bei oberirdischen Strecken und daher bei neuen Wohngebäuden auch schon erhöhte Anforderungen im Einklang z.B. mit den schalltechnischen Anforderungen an die Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen mit Mindestanforderungen, Maximalpegel von 27 dB(A), angestrebt wurden.

Bei oberirdischen Strecken fordern die Bahnbetreiber den sekundären Luftschall wie den gleichzeitig auftretenden primären Luftschall gemäß 16. BImSchV in Verbindung mit der 24. BImSchV auf Grundlage eines Beurteilungspegels für Schlafräume nachts von 30 dB(A) und für Wohnräume tags von 40 dB(A) zu bewerten, während die Betroffenen insbesondere in Fällen von geringem primären Luftschall – etwa unmittelbar hinter einer Lärmschutzwand – eine Bewertung der individuellen Situation auf Basis der TA-Lärm erwarten.

Als grundsätzliche Vorgehensweise wird zur Bewertung des sekundären Luftschalls empfohlen, die individuelle Situation und die oben beschriebenen Anforderungen zu berücksichtigen. Bei oberirdischen Bahnstrecken sollten die Immissionsrichtwerte der 16. BImSchV in Verbindung mit der 24. BImSchV sowie der TA-Lärm herangezogen werden. Bei unterirdischen Bahnstrecken sollten für neue bzw. maßgeblich veränderte Bahnstrecken, also beim Erfordernis einer Planfeststellung, mindestens die Immissionsrichtwerte der TA-Lärm und in Abhängigkeit der Situation zur Vermeidung von Belästigungen möglichst höhere Anforderungen, wie schalltechnische Anforderungen an Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen, als Bewertungsgrundlage dienen.

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 sekundären Luftschall ist lediglich für unterirdischen Schienenver-

kehr bei geringem Hintergrundschallpegel, etwa in Abend- oder Nachtstunden, zuverlässig zu erfassen.

Im vorliegenden Fall mit oberirdischen Bahnstrecken wird empfohlen, zunächst die Relevanz des prognostizierten, sekundären Luftschalls gegenüber dem primären Luftschall zu bewerten.

Schwingungsmessungen und Prognose

Die Prognose der Einwirkung von Erschütterungen und sekundären Luftschall erfolgte im vorliegenden Fall ausgehend von Schwingungsmessungen im Untersuchungsgebiet bei Schienenverkehr.

Ausgehend von den Schwingungsmessungen wurden für die geplanten Gebäude gemäß DB-Richtlinie 800.25-01 bis 05 Immissionen aus Erschütterungen und sekundären Luftschall mit einer Parametervariation der Standard-Übertragungsfunktionen Boden-Bauteileigenfrequenz vorgenommen. In dieser Prognosevorgehensweise werden die dynamischen Eigenschaften eines schwimmenden Estrichs nicht berücksichtigt.

Die Schwingungsmessungen wurden auf Messpunkten mit Erdspießen im Gelände vorgenommen. Die Position der Messpunkte wurde in Anlehnung an die Lage der geplanten Bebauung mit den geringsten Abständen zur Bahnstrecke festgelegt. Die Bahnstrecke besteht aus mehreren Gleisen. Die Abstände werden zum 1. Hauptgleis zum Untersuchungsgebiet angegeben. Die Messpunkte wurden in Abständen von 80 m, 140 m und 180 m vom 1. Hauptgleis eingerichtet.

Während der Schwingungsmessungen wurden die Erschütterungen infolge von Zugvorbeifahrten von Güterzügen, Personen-Regionalzügen (Doppelstockwagen) sowie Personen-Schnellzügen (ICE, IC) gemessen.

Bei den Zugvorbeifahrten auf dem 1. Hauptgleis mit Schienenverkehr von Hamburg in Richtung Lübeck traten erheblich höhere Schwingungsamplituden auf, als in der Gegenrichtung. Diese Feststellung bezieht sich auf einige Vorbeifahrten, nicht um einzelne, sodass die Ursache für die höheren Schwingungsamplituden in den Eigenschaften des Fahrwegs von Hamburg in Richtung Lübeck zu vermuten ist. Der geringfügig größere Ausbreitungsabstand von dem Gegengleis von Lübeck in Richtung Hamburg kommt als Ursache nicht in Betracht.

In Abhängigkeit von der Zuggattung und der Fahrtrichtung bzw. des befahrenen Gleises wurden auf den Messpunkten Terzschnellepegel mit maßgeblichen Pegeln zwischen der 5 Hz- und 40 Hz-Terz ermittelt. Bei den maßgeblichen Zugvorbeifahrten auf dem Gleis von Hamburg in Richtung Lübeck wurden sehr ausgeprägte Pegelspitzen in der 10 Hz-Terz festgestellt.

Zunächst werden die Prognosen ausgehend von den Messpunkten MP1 bis MP3 in 80 m Gleisabstand betrachtet.

Ausgehend von den Messpunkten MP1 bis MP3 in 80 m Gleisabstand ist bei den Zugvorbeifahrten auf dem Gleis von Hamburg in Richtung Lübeck für eine Wohnbebauung mit Deckeneigenfrequenzen zwischen der 8 Hz- und 12.5 Hz-Terz für die mittlere maxi-

male bewertete Schwingstärke $KB_{F_{max,m}}$ (Maximalwertgröße) von einer Überschreitung des oberen Anhaltswertes $A_{r,nachts}$ gemäß DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 4 für allgemeine Wohngebiete auszugehen. Für die geringeren Anforderungen gemäß DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 3 für Kern- und Mischgebiete ist dagegen von einer Einhaltung auszugehen.

Der tags gültige Anhaltswert gemäß DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 4 bzw. 3 liegt mit $A_{o,tags}=3$ bzw. 5 eine Größenordnung höher als nachts und wird eingehalten.

Für die Beurteilungs-Schwingstärke (Mittelwertgröße) ist von einer deutlichen Einhaltung des tags gültigen Anhaltswertes $A_{r,tags}$ gemäß DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 4 für allgemeine Wohngebiete sowie einer knappen Einhaltung des nachts gültigen Anhaltswertes des $A_{r,nachts}$ auszugehen.

Ausgehend von den Messpunkten MP4 und MP5 in 140 m und 180 m Gleisabstand ist eine Einhaltung der Anhaltswerte gemäß DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 4 für allgemeine Wohngebiete zu erwarten.

Zusammenfassend ist für die Erschütterungen aus dem Schienenverkehr festzustellen, dass zur Einhaltung der Anforderungen gemäß DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 4 für allgemeine Wohngebiete für Wohngebäude mit einem Abstand von bis zu 120 m Gleisabstand eine Hochabstimmung der Deckeneigenfrequenzen gegenüber der Anregungsfrequenzen des Schienenverkehrs auf eine Mindesteigenfrequenz von 16 Hz empfohlen wird.

Zur Realisierung hoher Deckeneigenfrequenzen sind möglichst geringe Deckenspannweiten sowie durchgehend tragende, anstelle von nicht tragenden Wänden erforderlich, darüber hinaus ist eine ausreichende Aussteifung des Gebäudes zwischen den unter Umständen sehr unterschiedlichen Grundrissen Tiefgarage bzw. Keller und den Obergeschossen zu berücksichtigen. Die berechnungstechnische Ermittlung bzw. der Nachweis der Deckeneigenfrequenzen ist anhand der Gebäudekonstruktion vorzunehmen und lässt sich nicht allgemein auf Spannweiten und Deckendicken reduziert angeben. Der Wert einer Deckeneigenfrequenz von 16 Hz ist unter den o.g. Randbedingungen erreichbar und stellt beim Verzicht auf große Deckenspannweiten eine moderate Anforderung dar.

Die in einem Abstand von mehr als 120 m von der nächstgelegenen Gleisachse geplanten Gebäude weisen einen ausreichend hohen Ausbreitungsabstand auf, so dass in diesen Gebäuden zur Einhaltung der Anforderungen gemäß DIN 4150 Teil 2 Tab. 1 Zeile 4 für allgemeine Wohngebiete keine Maßnahmen erforderlich sind.

Aufgrund der geringen Hörsamkeit des Menschen zu sehr tiefen Frequenzen sind für den sekundären Luftschall bei Schienenverkehr höhere Frequenzen maßgeblich, als bei den Erschütterungen. Aufgrund der kürzeren Wellenlängen von Erschütterungen mit höheren Frequenzen werden diese bei dem hier vorliegenden Ausbreitungsabstand von 80 m zur nächstgelegene Gleisachse stärker vermindert, als die oben beschriebenen Erschütterungen mit tiefen Frequenzen.

Aus diesem Grund liegt der aus den Schwingungsmessungen prognostizierte sekundäre Luftschall für die ungünstigste Zuggattung mit mittleren Maximalpegeln 24 dB(A) so-

wie Mittelungspegeln unter der Berücksichtigung aller Zuggattungen unterhalb von 10 dB(A) tags und nachts und damit deutlich unterhalb der oben beschriebenen Anforderungen.

Zusammenfassend ist für den sekundären Luftschall aus dem Schienenverkehr festzustellen, dass ohne Maßnahmen an den geplanten Gebäuden eine Einhaltung der üblicherweise herangezogenen Anforderungen zu erwarten ist.

Zusammenfassung

Im Rahmen der Erarbeitung des Bebauungsplans wurden erschütterungstechnische Untersuchungen zur Berücksichtigung von Schienenverkehrserschütterungen vorgenommen.

Zunächst wurden die grundsätzliche Vorgehensweise sowie die Anforderungen an den Immissionsschutz bei Erschütterungen und sekundären Luftschall erläutert.

Für den vorliegenden Fall wurden Schwingungsmessungen im Nordwesten des Untersuchungsgebietes vorgenommen und darauf basierende Prognosen mit einem Standardmodell angestellt.

Die Ergebnisse der Prognose zeigen, dass bei den Zugvorbeifahrten auf dem 1. Hauptgleis von Hamburg in Richtung Lübeck deutlich höhere Erschütterungsamplituden verursacht werden, als auf dem geringfügig weiter von der geplanten Bebauung entfernten Gegengleis.

Zur Einhaltung der Anforderungen gemäß DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ Teil 2 „Einwirkung auf Menschen in Gebäuden“ Tab. 1 Zeile 4 für allgemeine Wohngebiete wird für Wohngebäude bis zu einem Abstand von bis zu 120 m zur 1. Hauptgleisachse eine Hochabstimmung der Deckeigenfrequenzen der gegenüber der Anregungsfrequenzen des Schienenverkehrs auf eine Mindesteigenfrequenz von 16 Hz empfohlen. Die betroffenen Gebäude sind in der Anlage dargestellt.

Zur Einhaltung der Anforderungen zum Schutz vor sekundärem Luftschall sind keine Maßnahmen an den geplanten Gebäuden erforderlich.

gez.
baudyn GmbH

Dipl.-Ing. Marc Oliver Rosenquist
- Geschäftsführer baudyn GmbH -

Anlage Städtebaulicher Entwurf, Planlabor Stolzenberg, Stand 07.08.2015
Ausschnitt zur Darstellung Wohngebäude mit Maßnahmen
Dokument 2015-10-23-2015353-N1-1-ME-PE



