

Erschütterungsuntersuchung BV Wohnbebauung Muggensturm - Überarbeitung



Dipl.-Phys. H.Venghaus

Bericht-Nr.: ACB-20151027-5386/4

27.10.2015

Titel: Erschütterungsuntersuchung
BV Wohnbebauung Muggensturm - Überarbeitung

Auftraggeber: Forum Bauträger-Immobilien GmbH
Am Schlossplatz 2/3
D-76437 Rastatt

Auftrag vom: 20.09.2015

Bericht-Nr.: ACB-20150923-5386/4

Umfang: 16 Seiten

Datum: 27.10.2015

Bearbeiter: Dipl.Phys. Helmut Venghaus

Zusammenfassung Das Bauvorhaben „Wohnbebauung Muggensturm“ auf dem Grundstück der ehemaligen Spedition Schiel zwischen der Vogensenstrasse und der Trasse der DB ist überplant worden. Die vorderste Front bewohnter Gebäude soll nun in ca. 16m Abstand zur Bahnlinie Karlsruhe – Rastatt errichtet werden. Auf der Basis der bereits zu diesem Gebiet erstellten Gutachten aus dem Jahre 2011 ist zu untersuchen, in welchem Maße die durch den Bahnverkehr bewirkten Erschütterungsimmissionen in den geplanten Gebäuden die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Erschütterungseinwirkungen, die oberhalb einer Schwinggeschwindigkeit von 8 mm/s liegen und damit Gebäudeschäden verursachen könnten, sind nicht zu erwarten.

Die Orientierungswerte für den sekundären Luftschall (Mittelungspegel) und den maximalen sekundären Luftschall werden in dem geplanten Gebäude (erste bahnliniennahe Gebäudezeile) überschritten. Es sind daher Erschütterungsschutzmaßnahmen zur Einhaltung der Orientierungswerte erforderlich. Entsprechende Erschütterungsschutzmaßnahmen werden beschrieben.

Diese Unterlage darf nur insgesamt kopiert und weiterverwendet werden.

Inhalt

1 Aufgabenstellung	4
2 Örtliche Gegebenheiten	4
3 Beurteilungsgrundlagen	4
3.1 Subjektive Wahrnehmungsstärke von Erschütterungen	5
3.2 Sekundärer Luftschall	6
4 Messergebnisse aus dem Jahre 2011	6
5 Erschütterungsprognose	6
6 Erschütterungsschutz	8
7 Zusammenfassung	9

1 Aufgabenstellung

In Muggensturm ist im Rahmen des Bauvorhabens „Wohnbebauung Muggensturm“ der Neubau von Gebäuden auf dem Grundstück der ehemaligen Spedition Schiel vorgesehen, das sich zwischen der Vogesenstrasse und der Bahnlinie Karlsruhe - Rastatt befindet. Im Zuge der Überplanung des Baugebietes ist zu untersuchen, wie weit Erschütterungsimmissionen durch den Bahnverkehr die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 in geplanten Gebäuden überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Die Forum Bauträger-Immobilien GmbH beauftragte die ACCON GmbH mit der Überarbeitung der erschütterungstechnischen Untersuchung aus dem Jahre 2011 (Wohnbebauung Muggensturm; ACB-20110214-5386/2) [6] für das Bauvorhaben zu aktualisieren.

Im Jahre 2011 wurden auf dem Baugebiet die durch den Bahnverkehr erzeugten Erschütterungen gemessen und darauf basierend, die in geplanten Gebäuden zu erwartenden Erschütterungen und deren Sekundärschall prognostiziert. Diese Immissionen werden mit den Anhaltswerten verglichen und beurteilt. Es mußten nach den alten Planungen für die vorderste Gebäudereihe erschütterungstechnische Schutzmaßnahmen vorgesehen werden.

Nach der Überplanung des Geländes rückt jetzt die vorderste Bebauungslinie näher an die Bahnstrecke heran. Zur Beurteilung der Immissionen wird deshalb auf Basis der vorhandenen Untersuchung die Prognose auf die neuen Abstände interpoliert.

2 Örtliche Gegebenheiten

Das Gelände des Bauvorhabens Wohnbebauung Muggensturm liegt südlich der Bahnlinie Karlsruhe - Muggensturm - Rastatt und westlich der Firma Pister (siehe Lageplan Anlage 1). Die Bahnlinie verläuft im Untersuchungsgebiet ebenerdig.

3 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen unterscheidet die DIN 4150 zwischen Einwirkungen auf den Menschen in Gebäuden und schädlichen 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.

Tabelle 1 Anhaltswerte der DIN 4150-2 für Menschen in Gebäuden

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	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
Gewerbegebiet	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
Mischgebiet	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
allgemeines und reines Wohngebiet	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
Sondergebiete Kliniken	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

Die Anforderungen der Norm sind eingehalten, wenn

- die maximale bewertete Schwingstärke kleiner oder gleich dem unteren Anhaltswert A_u ist, oder wenn
- die Beurteilungs-Schwingstärke kleiner oder gleich dem Anhaltswert A_r ist.

Die Anforderungen der Norm sind dagegen nicht eingehalten, wenn

- die maximale bewertete Schwingstärke größer als der obere Anhaltswert A_o ist, oder wenn
- die Beurteilungs-Schwingstärke größer als der Anhaltswert A_r ist.

Die Bedingungen für den unteren und oberen Anhaltswert gelten für Einzelereignisse (Zugvorbeifahrt, KB_{Fmax}), während sich der Anhaltswert A_r auf einen über die zu beurteilende Zeit zu bildenden Mittelwert bezieht (KB_{FTr}).

Bauliche Schäden durch Erschütterungen aus dem Bahnbetrieb sind im Allgemeinen nicht zu erwarten, da die auftretenden Schwinggeschwindigkeiten in an Bahnlinien gelegenen Wohngebäuden in der Regel zu gering sind.

3.1 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 2: 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

3.2 Sekundärer Luftschall

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. In der Regel sind die Immissionsrichtwerte der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm; August 1998) heranzuziehen. In der TA Lärm sind Richtwerte bei Geräuschübertragung innerhalb von Gebäuden und bei Körperschallübertragung angegeben. Danach gelten für Wohnräume, unabhängig von der Lage des Gebäudes und der Gebietseinstufung, folgende Richtwerte:

Tabelle 3: Richtwerte für Sekundärschall in Gebäuden

Beurteilungszeitraum	Tag (6 - 22 Uhr)	Nacht (22 - 6 Uhr)
Sekundärluftschall	35 dB(A)	25 dB(A)

Die Richtwerte in Tabelle 3 beziehen sich auf Mittelungspegel ($L_{m,sek}$) über die jeweilige Beurteilungszeit. Es soll vermieden werden, dass kurzzeitige Geräuschspitzen den Richtwert um mehr als 10 dB überschreiten.

4 Messergebnisse aus dem Jahre 2011

Die Erschütterungsmessung erfolgte am 27.01.2011 in der Zeit von 10.00 –13.00 Uhr. In diesem Zeitraum wurden insgesamt 32 Bahnvorbeifahrten messtechnisch erfasst.

Für die Messpunkte ist die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und die Schwinggeschwindigkeit v der Züge mit den Bahndaten in Anlage 2 eingetragen.

5 Erschütterungsprognose

Für die Berechnung der zukünftigen Erschütterungseinwirkung in den geplanten Gebäuden des Bauvorhabens Wohnbebauung Muggensturm fanden die Messergebnisse Verwendung, die an den Messpunkten MP 2 und MP 3 gewonnen wurden. Die Ermittlung der Erschütterungseinwirkung basiert auf den gemittelten Terzspektren der Zugvorbeifahrten. Mit diesen Terzspektren, und einer Übertragungsfunktion vom Erdreich in die Gebäudefundamente und in das Erdgeschoss bzw. Obergeschoss, werden die in geplanten Gebäuden auftretenden Terzspektren und Erschütterungseinwirkungen repräsentativ berechnet. Bei der Berechnung wird vorausgesetzt, dass die geplanten Gebäude in Massivbauart mit Decken aus Stahlbeton ausgeführt werden. Mit den ermittelten Terzschnellespektren wird die Schwinggeschwindigkeit v , die maximale, bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und der sekundäre Luftschall L_{sek} berechnet. Die Berechnungen des sekundären Luftschalls erfolgen nach dem Leitfaden Körperschall und

Erschütterungsschutz der Deutschen Bahn AG [5] bei Ansatz der auf dem Streckenabschnitt vorhandenen Zugzahlen (siehe Anlage 3).

Die Ergebnisse aus dem Untersuchungsbericht ACB-20110214-5386/2 [6] werden hier auf die neuen Abstände der Bebauung interpoliert.

Tabelle 4 Prognostizierte Schwingstärken in geplanten Gebäuden des überplanten Bauvorhabens Wohnbebauung Muggensturm

Immissionsort	Schwing-schnelle	Max.bew. Schwingstärke	Beurteilungsschwingstärke		Sekundärer Luftschall		Max.Sek. Luftschall
	V [mm/s]	KB _{Fmax}	KB _{FTr} Tag	KB _{FTr} Nacht	L _{sek,tags} [dB(A)]	L _{sek,nachts} [dB(A)]	L _{sek,max} [dB(A)]
Muggensturm IO 1a							
EG	0,71	0,189	0,041	0,043	32,1	33,7	51,3
1.OG	0,79	0,192	0,042	0,044	32,2	33,9	51,5
Anhaltswerte WA	8	A _{u,Nacht} = 0,1 A _{o,Nacht} = 0,2	A _r = 0,07	A _r = 0,05	35	25	35

Der Vergleich zwischen den prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten in Tabelle 4 und dem für mögliche Gebäudeschäden heranzuziehenden Anhaltswert der DIN 4150, Teil 3, zeigt, dass der Anhaltswert weit unterschritten wird. Gebäudeschäden sind deshalb durch Erschütterungen aus dem Bahnverkehr in den geplanten Gebäuden nicht zu erwarten.

Wie die Tabelle 4 zeigt, überschreiten die erwarteten Erschütterungsimmissionen bezogen auf die Einzelereignisse KB_{Fmax} den Anhaltswert A_u Nacht (Wohngebiet WA). Die Anforderungen der DIN 4150-2 sind somit nicht eingehalten. Ebenfalls wird am Immissionsort IO 1a der Orientierungswert für sekundären Luftschall (Mittelungspegel Nacht) und der Orientierungswert für den maximalen sekundären Luftschall (L_{sek, max} Nacht) wesentlich überschritten.

Es sind daher zur Einhaltung der Orientierungswerte für Gebäude in der ersten bahnliniennahen Gebäudezeile Erschütterungsschutzmaßnahmen erforderlich. Entsprechende Erschütterungsschutzmaßnahmen werden in Abschnitt 6 beschrieben.

Für die weiter entfernten Gebäude der zweiten Gebäudezeile kann von einer Einhaltung der Anhalts- und Orientierungswerte ausgegangen werden.

Anmerkung:

Die hier vorgenommene Beurteilung bezieht sich auf die Ausweisung des Bebauungsgebietes als allgemeines Wohngebiet WA. Sollte aus planungsrechtlichen Gründen diese Einstufung des Gebietes nicht zulässig sein nur einer Einstufung als Mischgebiet MI oder artver-

wandter Einstufung vorgenommen werden können, so sind auch hierfür Schutzmassnahmen in der vordersten Gebäudezeile einzuplanen, da auch bei dieser Gebietseinstufung die zulässigen Anhaltswerte der DIN 4150 Teil 2 überschritten werden.

6 Erschütterungsschutz

Aufgrund der in Abschnitt 5 prognostizierten Überschreitungen des Orientierungswertes für Erschütterungseinwirkungen und den sekundären Luftschall wird für das neu geplante Gebäude (erste bahnliniennahe Gebäudezeile) ein Erschütterungsschutz empfohlen, bei dem auf der Oberkante der Kellergeschosswände mit dem Einsatz von Elastomermatten der Wohnbereich schwingtechnisch entkoppelt wird (siehe Skizze in Anlage 4). Von der anderen Möglichkeit, den im Erdreich befindlichen Gebäudeteil mit Elastomermatten zu ummanteln, wird im vorliegenden Fall abgeraten, da diese Technik nicht den gewünschten Schutzeffekt bewirken wird.

Mit der empfohlenen Maßnahme wird eine Erschütterungsdämmung zwischen der Kellergeschosswand und den darauf gelagerten Gebäudeteilen hergestellt, so dass das Erdgeschoss und die darüber liegenden Gebäudeteile geschützt werden. Bei dieser Maßnahme sind alle starren Verbindungen wie Wasser-, Abwasser- und Heizungsrohre, elektrische Leitungen und die Treppe zwischen Kellergeschoss und Erdgeschoss schwingungstechnisch zu entkoppeln (flexible Rohrstücke usw.), damit keine Körperschallbrücken zwischen dem Kellerbereich und den darüber liegenden, entkoppelten Gebäudeteilen entstehen.

Für die Lagerung der Gebäude auf dem Elastomermaterial wurde eine Systemeigenfrequenz von $f_e = 10$ Hz angesetzt.

Mit den unter Berücksichtigung der Erschütterungsschutzmaßnahme prognostizierten Terzschnellepegeln wurde die Schwingschnelle v , die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und der sekundäre Luftschall L_{sek} berechnet. Die Prognoseergebnisse sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 5 Prognostizierte Schwingstärken in geplanten Gebäuden des Bauvorhabens Wohnbebauung Muggensturm mit Erschütterungsschutzmaßnahmen

Immissionsort	Schwing-schnelle	Max.bew. Schwingstärke	Beurteilungsschwingstärke		Sekundärer Luftschall		Max.Sek. Luftschall
	V [mm/s]	KB_{Fmax}	KB_{FTr} Tag	KB_{FTr} Nacht	$L_{sek,tags}$ [dB(A)]	$L_{sek,nachts}$ [dB(A)]	$L_{sek,max}$ [dB(A)]
Muggensturm IO 1a							
EG	0,260	0,091	0,041	0,043	19,2	20,9	34,7
1.OG	0,265	0,095	0,042	0,044	19,5	21,1	34,8
Anhaltswerte WA	8	$A_{u,Nacht} = 0,1$ $A_{o,Nacht} = 0,2$	$A_r = 0,07$	$A_r = 0,05$	35	25	35

Mit den vorzusehenden Erschütterungsschutzmaßnahmen bei der Gebäudeerstellung werden die geforderten Richtwerte sowohl für die Erschütterungsimmissionen als auch für den sekundären Luftschall sowohl tagsüber als auch nachts eingehalten.

7 Zusammenfassung

In Muggensturm ist im Rahmen des Bauvorhabens „Wohnbebauung Muggensturm“ der Neubau von Wohngebäuden auf dem Grundstück der ehemaligen Spedition Schiel in überplanter Form vorgesehen. Das Baugebiet befindet sich zum Teil im nahen Einflussbereich der Bahnlinie Karlsruhe - Rastatt. Es ist zu untersuchen, ob durch den Bahnverkehr in den geplanten Gebäuden Erschütterungsimmissionen auftreten, die die maßgeblichen Anhaltswerte der DIN 4150 überschreiten und damit zu Belästigungen führen können.

Zur Beurteilung der Erschütterungen in den zukünftigen Gebäuden wurden im Jahre 2011 an mehreren Entfernungspositionen (8 m, 28 m und 38 m) Erschütterungsmessungen mit vertikaler Schwingungserfassung durchgeführt und eine Prognose der zu erwartenden Immissionen erstellt.

Auf der Basis der im Jahre 2011 für den alten Bebauungsplan erstellten Prognoseberechnungen wurden für den neuen Bebauungsplan überarbeitet, mit dem Ergebnis, dass die erwarteten Erschütterungsimmissionen in dem geplanten Gebäude die Anhaltswerte der DIN 4150/2 (allgemeines Wohngebiet) überschritten werden, da dieses gegenüber der veralteten Planung näher an die Bahntrasse heran rückt. Erschütterungseinwirkungen, die oberhalb einer Schwinggeschwindigkeit von 8 mm/s liegen und damit Gebäudeschäden verursachen könnten, sind nicht zu erwarten.

Die Orientierungswerte für den sekundären Luftschall (Mittelungspegel) und den maximalen sekundären Luftschall werden in den geplanten Gebäuden (erste bahnliniennahe Gebäudezeile) überschritten. Es sind daher zur Einhaltung der Orientierungswerte Erschütterungsschutzmaßnahmen erforderlich. Entsprechende Erschütterungsschutzmaßnahmen werden in Abschnitt 6 beschrieben.

Greifenberg, den 27.10.2015
ACCON GmbH



Dipl.Phys. H.Venghaus

Quellenverzeichnis

Für die Untersuchung wurden folgende Grundlagen herangezogen:

- [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] DIN 45669-1 „Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung“, September 2010
- [4] DIN 45669-2 „Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 2: Messverfahren“, Juni 2005
- [5] Körperschall und Erschütterungsschutz, Leitfaden für den Planer, Deutsche Bahn AG, August 1996
- [6] Erschütterungsuntersuchung Wohnbebauung Muggensturm; ACCON GmbH ACB-20110214-5386/2; Greifenberg Februar 2011

Anlagen



Anlage 1: Neu-erstellter Bebauungsplan Muggensturm mit eingetragenen Messpunkten nach Bericht Wohnbebauung Muggensturm; ACB-20110214-5386/2 (schwarze Punkte) und neuem Immissionsort (roter Punkt)

Messergebnisse

Messort: Muggensturm
 Messtag: 27.01.2011

Maximale Schwinggeschwindigkeit

Zugdaten					MP 1 Erdmesspunkt	MP 2 Erdmesspunkt	MP 3 Erdmesspunkt
Messung	Uhrzeit	Typ	km/h	Gleis	vertikal v in [mm/s]	vertikal v in [mm/s]	vertikal v in [mm/s]
1	10:22	Fehlauslösung	-	-	-	-	-
2	10:29	Stadtbahn	65	2	0.269	0.077	0.059
3	10:34	GZ	75	2	0.569	0.184	0.091
4	10:34	Stadtbahn	70	1	0.159	0.043	0.033
5	10:38	DS	115	1	1.060	0.271	0.147
6	10:46	GZ	90	1	0.752	0.237	0.130
7	10:52	GZ	76	1	0.342	0.122	0.084
8	10:57	GZ	89	2	0.652	0.178	0.135
9	11:06	GZ	85	2	0.706	0.193	0.117
10	11:12	GZ	92	2	0.873	0.215	0.151
11	11:19	DS	91	2	0.712	0.172	0.118
12	11:25	GZ	85	1	0.934	0.232	0.146
13	11:29	Stadtbahn	75	2	0.252	0.057	0.045
14	11:31	Stadtbahn	69	1	0.207	0.059	0.042
15	11:34	GZ	78	2	1.476	0.241	0.139
16	11:35	Stadtbahn	68	1	0.279	0.067	0.050
17	11:42	GZ	92	2	0.715	0.163	0.099
18	11:47	GZ	94	2	1.640	0.337	0.220
19	11:57	GZ	94	1	0.513	0.213	0.155
20	11:58	Stadtbahn	74	2	0.229	0.058	0.044
21	12:17	GZ	94	1	0.767	0.159	0.101
22	12:19	DS	116	2	0.687	0.215	0.123
23	12:26	GZ	79	2	0.841	0.216	0.159
24	12:30	Stadtbahn	65	1	0.170	0.047	0.037
25	12:31	Stadtbahn	66	2	0.268	0.074	0.056
26	12:36	GZ	81	2	0.911	0.196	0.136
27	12:37	DS	130	1	1.405	0.355	0.185
28	12:47	DS	132	2	0.850	0.234	0.181
29	12:48	GZ	91	1	1.375	0.317	0.195
30	12:55	NZ	140	1	0.850	0.210	0.140
31	12:56	Fehlauslösung	-	-	-	-	-
32	12:59	Stadtbahn	67	2	0.279	0.066	0.049

Anlage 2: Messergebnisse aus den Messungen Februar 2011 Muggensturm

Zugverkehrszahlen

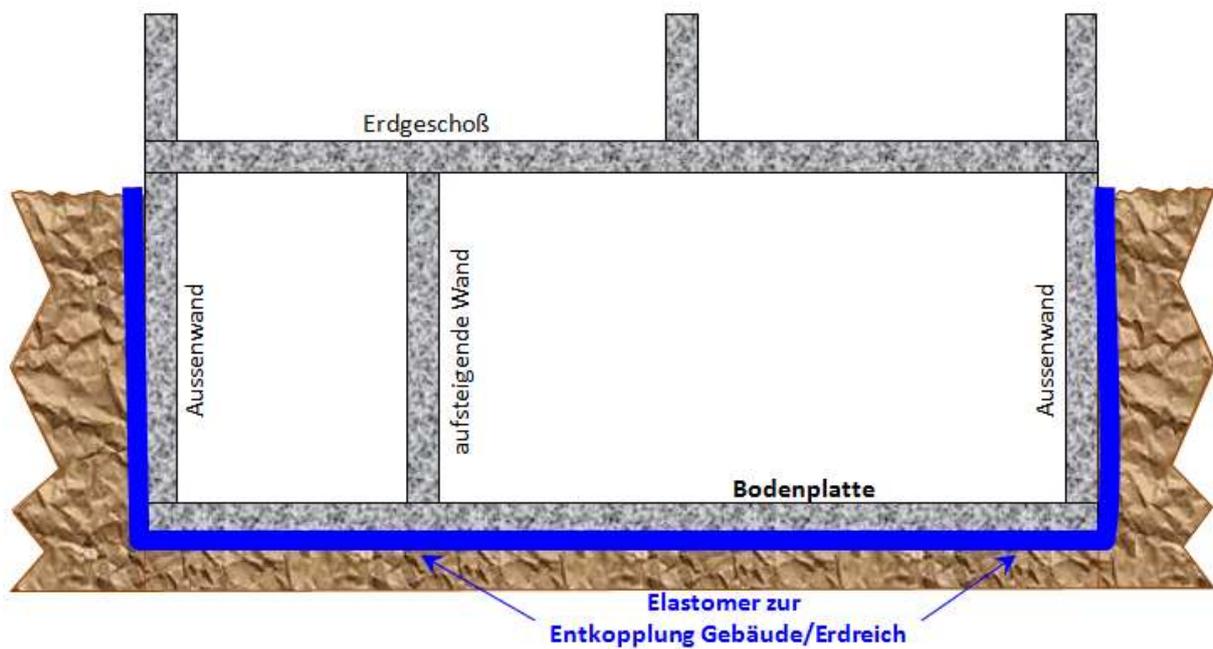
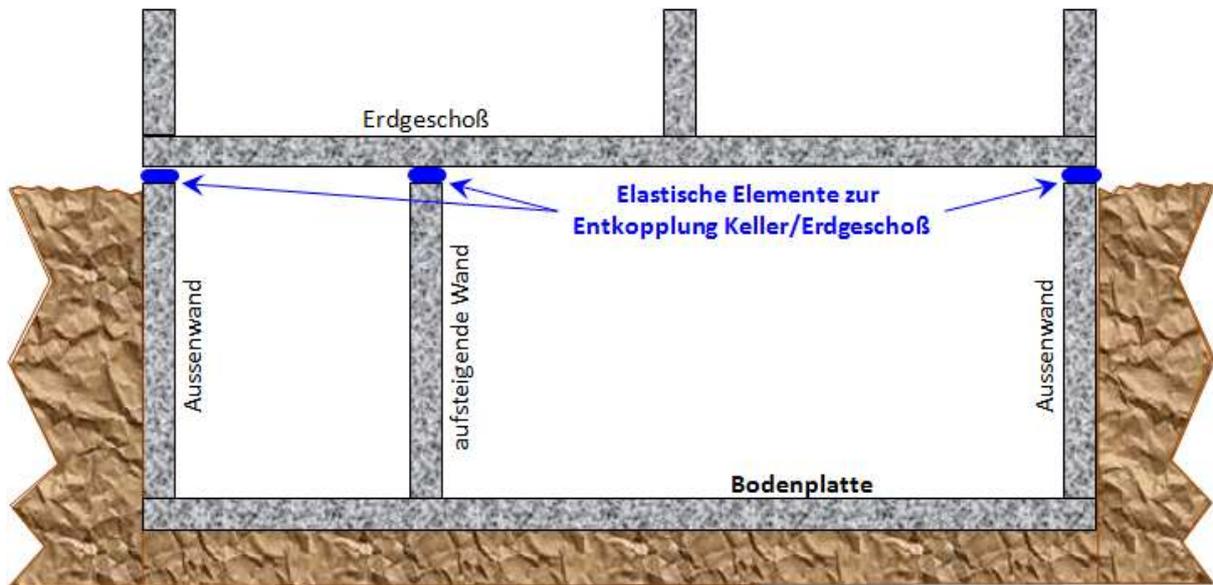
Zugzahlen Muggensturm

Stand: 2010

Streckenabschnitt: Karlsruhe - Muggensturm - Rastatt

Zuggattung	Anzahl der Züge	Scheibenbrems- anteil % (durchschn. Annahme)	HG [km/h]	Zuglänge (durchschn. Annahme) [m]
Tag				
NZ, ICE, EC, TGV	17	100	160	350
RE	35	100	160	135
Stadtbahn	51	100	90	74
GZ	82	18	100	670
Nacht				
NZ, ICE, EC, TGV	10	100	160	350
RE	5	100	160	135
Stadtbahn	8	100	90	74
GZ	76	18	100	670

Anlage 3: Prognostizierte Zugzahlen nach Auskunft der DB AG



Anlage 4: 2 Möglichkeiten zur Entkopplung des Wohnbereiches vom Keller eines Gebäudes zum Schutz gegen Erschütterungseinwirkungen (obere Darstellung wird für dieses Vorhaben favorisiert)