

Mess-Stelle nach §§ 26, 28 BImSchG

Dipl.-Ing. Manfred Bonk ^{bis 1995}Dr.-Ing. Wolf Maire ^{bis 2006}Dr. rer. nat. Gerke Hoppmann
öffentlich bestellt und vereidigt IHK H-Hi:
Schall- und SchwingungstechnikDipl.-Ing. Thomas Hoppe
öffentlich bestellt und vereidigt IngKN:
Schallimmissionen

Dipl.-Phys. Michael Krause

Dipl.-Geogr. Waldemar Meyer

Dipl.-Ing. Clemens Zollmann

Rostocker Straße 22
30823 Garbsen
05137/8895-0, -95Bearbeiter: Dipl.-Phys. M. Krause
Durchwahl: 05137/8895-23
m.krause@bonk-maire-hoppmann.de

05.08.2016

- 16122 -

Erschütterungstechnisches Gutachten

zum Baugebiet „östlich Fallsteinweg“ Wolfenbüttel

Einwirkung durch den Sprengbetrieb im benachbarten Steinbruch

Inhaltsverzeichnis.....	Seite
Anlagenverzeichnis.....	3
1. Auftraggeber	4
2. Aufgabenstellung dieses Gutachtens.....	4
3 Örtliche Verhältnisse.....	4
4 Beurteilungsverfahren nach Din 4150 Teil 2 und 3.....	5
5 Durchführung der Messungen.....	8
5.1 Datum	8
5.2 Messgeräte	8
5.3 Messpunkte	8
5.4 Sprengdaten.....	9
5.5 Messergebnisse.....	9
6 Verfahren zur Prognoseberechnung.....	11
7. Ergebnisse der Prognoseberechnung und Beurteilung der Einwirkung auf den Menschen	13
8 Ergebnisse und Beurteilung der Einwirkung auf die bauliche Substanz	15
9. Zusammenfassung der Ergebnisse	16
Quellen, Richtlinien, Verordnungen	18

Dieses Gutachten umfasst:

18 Seiten Text

Datei:16122_ga.doc, Autor: Dipl.-Phys. M. Krause

Anlagenverzeichnis

Anlage	
A	Lageplan, Photographische Dokumentation Messort, Messpunkte und Sprengarbeiten
E	Ergebnisse KB_{Fmax} der Messung
D	Terzfrequenzanalysen (Max-Hold)
D.1	Darstellung Zeitverlauf Sprengung
P	Ergebnisse der Prognoseberechnung
P.1	Exemplarische Darstellung Prognoseberechnung

1. Auftraggeber

INGENIEURBÜRO BGA GbR

**ZUCKERBERGWEG 22
38124 BRAUNSCHWEIG**

2. Aufgabenstellung dieses Gutachtens

Im Bereich des geplanten Baugebietes „Östlich Fallsteinweg“ in Wolfenbüttel werden in einem Steinbruch Gewinnungssprengung ausgeführt.

Durch die von den Sprengungen ausgelösten Erschütterungen ist möglicherweise eine störende Einwirkung von Erschütterungen in dem auf dem Baugebiet geplanten Wohnhäusern zu erwarten. Ggf. sind auch Schäden an den Gebäuden in Folge der Erschütterungen nicht auszuschließen.

Im Rahmen der vorliegenden erschütterungstechnischen Untersuchung sind damit die auf die geplante Bebauung einwirkenden Erschütterungsimmissionen aus dem Sprengbetrieb zu ermitteln und zu beurteilen. Die zu erwartenden Erschütterungen werden auf Grundlage von Messungen prognostiziert. Bei der Durchführung der Prognose sind auch mögliche Erweiterungen des Steinbruches mit zu bewerten.

In dem vorliegenden Messbericht werden die durchgeführten Messungen und Berechnungen erläutert, die Ergebnisse dokumentiert sowie die Auswirkungen auf die bauliche Substanz und den Menschen beurteilt. Grundlage der Beurteilung sind die DIN 4150 Teil 3; "Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf baulich Anlagen" sowie die DIN 4150 Teil 2, "Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf den Menschen im Gebäude".

3 Örtliche Verhältnisse

Die örtlichen Verhältnisse sind in dem Lageplan der Anlage A dargestellt. In dem Lageplan sind die Lage des geplanten Baugebietes, der Ort der Sprengung, die Messpunkte im Gelände sowie die zukünftig möglichen Sprengbereiche eingetragen. Die Sprengung erfolgte in einem Abstand von ca. 430 m zur Baugrenze des geplanten Baugebiets.

Bedingt durch eine mögliche Erweiterung des Steinbruchbetriebes ist von einem Minimalabstand von 300 m der Sprengungen zu der Baugrenze auszugehen.

Dieser Abstand entspricht dem erforderlichen Sicherheitsabstand bei Durchführung von Gewinnungssprengungen

4 Beurteilungsverfahren nach DIN 4150 Teil 2 und 3

a.) Einwirkung auf Gebäude

Anhaltswerte für zulässige Schwinggeschwindigkeitsamplituden zur Beurteilung der Einwirkungen auf Gebäude sind in der DIN 4150, Teil 3, "Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf bauliche Anlagen" angegeben. Im vorliegenden Fall sind zur Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen die Anhaltswerte für Wohngebäude und in ihrer Konstruktion bzw. Nutzung gleichartige Bauten heranzuziehen.

Es wird zwischen kurzzeitigen Bauwerkerschütterungen und stationären Bauwerksschwingungen unterschieden. Bei Erschütterungen aus Sprengungen ist von kurzzeitigen Bauwerkerschütterungen auszugehen.

Bei kurzzeitigen Bauwerkerschütterungen betragen die entsprechenden Anhaltswerte bei Frequenzen von 10 - 50 Hz im Fundamentbereich 5 - 15 mm/s bzw. 15 mm/s unabhängig vom Frequenzbereich für die horizontale Richtung der Deckenebene des obersten Vollgeschosses. Für vertikale Deckenschwingungen in Deckenfeldmitte wird ein Wert von 20 mm/s (unabhängig vom Frequenzbereich) angegeben.

b.) Einwirkung auf Menschen

Die Einwirkung von Erschütterungen auf den Menschen in Gebäuden werden nach der DIN 4150, Teil 2 beurteilt.

Die folgende Tabelle (s. DIN 4150, Teil 2) enthält die zum Vergleich heranzuziehenden Anhaltswerte *A* für die Beurteilung von Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen in Abhängigkeit von der Gebietsart entsprechend BauNVO.

Tabelle 1: Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Industriegebiete	0.4	6	0.2	0.3	0.6	0.15
2	Gewerbegebiete	0.3	6	0.15	0.2	0.4	0.1
3	Kerngebiete, Mischgebiete, Dorfgebiete	0.2	5	0.1	0.15	0.3	0.07
4	reine u. allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	0.15	3	0.07	0.1	0.2	0.05
5	Kurgebiete	0.1	3	0.05	0.1	0.15	0.05

Die Anhaltswerte A beziehen sich auf zwei Beurteilungsgrößen:

- $KB_{F_{max}}$ - die maximale bewertete Schwingstärke,
- $KB_{F_{Tr}}$ - die Beurteilungs-Schwingstärke, siehe unten.

Die beiden Beurteilungsgrößen sind in der Regel getrennt für die drei Richtungskomponenten x , y (horizontal) und z (vertikal) zu ermitteln, wobei die jeweils größte der drei der Beurteilung zu Grunde zu legen ist.

Der Vergleich mit den Anhaltswerten der Tabelle 1 geschieht folgendermaßen:

- - Ist $KB_{F_{max}}$ kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u , dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.
- - Ist $KB_{F_{max}}$ größer als der (obere) Anhaltswert A_o , dann ist die Anforderung dieser Norm nicht eingehalten.
Für selten auftretende kurzzeitige Einwirkungen ist die Anforderung der Norm eingehalten, wenn $KB_{F_{max}}$ kleiner als A_o ist.
- - Für häufigere Einwirkungen (i.d.R. bei mehr als drei Ereignissen am Tag), bei denen $KB_{F_{max}}$ größer als A_u aber kleiner als A_o ist, ist ein weiterer Prüfschritt für die Entscheidung erforderlich, nämlich die Bestimmung der Beurteilungs-Schwingstärke $KB_{F_{Tr}}$. Ist $KB_{F_{Tr}}$ nicht größer als der Anhaltswert A_r nach Tabelle 1 der DIN-Norm 4150, Teil 2, dann sind die Anforderungen der Norm ebenfalls eingehalten.

Zur Beurteilung von Erschütterungen sind in der Norm Sonderregelungen u.a. für selten auftretende, kurzzeitige Erschütterungen (z.B. Sprengerschütterungen) vorgesehen.

Danach gelten die Anforderungen der Norm bei kurzzeitig einwirkenden Erschütterungen bei bis zu drei Ereignissen am Tag als eingehalten, wenn die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem oberen Anhaltswert A_o nach Tabelle 1 ist. Eine Berechnung der Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} und Beurteilung nach dem A_r entfällt in diesem Fall.

Dies gilt auch für Erschütterungen, die von Gewinnungssprengungen herrühren. Für diese gelten noch folgende zusätzliche Regelungen. Hierzu ist in der Norm ausgeführt:

Folgen mehrere Sprengungen unmittelbar aufeinander, gelten diese im Sinne der Norm als ein Ereignis. Wird von dieser Regelung Gebrauch gemacht, dürfen nicht mehr als 15 Sprengungen in einer Woche stattfinden. Wenn die Sprengungen werktags mit Vorwarnung der unmittelbar Betroffenen in den Zeiten von 7:00 bis 13:00 oder von 15:00 bis 19:00 Uhr erfolgen, gelten in Gebieten nach Tabelle 1, Zeilen 3 und 4, auch die A_o - Werte nach Zeile 1, wenn nur ein Ereignis pro Tag stattfindet. In Ausnahmefällen (wenige Male pro Jahr) dürfen die KB_{Fmax} - Werte bis zu 8 betragen.

Für das geplante Baugebiet wird eine Gebietsausweisung als Allgemeines Wohngebiet WA angenommen. Da die Sprengungen nur am Tag vorgenommen werden wird, wird hier bei der Beurteilung der obere Anhaltswert für die maximale bewertete Schwingstärke von $A_o = 3.0$ nach Zeile 4 der Tabelle 1 der DIN 4150, Teil 2 zu Grunde gelegt. Von der Ausnahmeregelung bei Durchführung von nur einer Sprengung am Tag wird entsprechend den Auflagen bei anderen Gewinnungssprengungen hier kein Gebrauch gemacht.

5 Durchführung der Messungen

5.1 Datum

Die Messung erfolgte am 24.05.2016. Die Sprengung erfolgte um 12:19 Uhr.

5.2 Messgeräte

- 9 Kanal - Schwingungsmesssystem BEITZER S9000;

Zur Messung der Erschütterungen wurden *Schwingungsgeschwindigkeitsmesser* eingesetzt, die nach elektrodynamischen Verfahren zur Schwingungsgeschwindigkeit proportionale elektrische Werte liefern. Der Frequenzbereich des eingesetzten Messsystems liegt zwischen 1 Hz und 320 Hz. Die Erschütterungssignale werden von einem Messrechner aufgezeichnet, die Auswertung erfolgt durch den Rechner. Die Auswertung erfolgte nach Schwingungsgeschwindigkeitsamplituden und mit dem Messsystem über digitale Filterung bestimmten KB – Werten.

Zusätzlich wurden Frequenzanalysen (Terzfrequenzanalysen Max-Hold) zur Bestimmung der dominierenden Frequenzen bzw. Frequenzbereiche durchgeführt.

Das bei der Messung eingesetzte Messsystem BEITZER S9000 wird alle zwei Jahre durch den Hersteller kalibriert und überprüft. Die aktuelle Kalibrierung erfolgte im Oktober 2014.

5.3 Messpunkte

Zur Bestimmung der auf das vorgesehene Baugelände einwirkenden Erschütterungsemissionen wurden auf dem vorgesehenen Baugelände Messungen an folgenden Messpunkten durchgeführt. Die Messungen wurden für die vertikale Schwingungsrichtung durchgeführt, da diese beim Übergang von Erschütterungen vom Gelände auf das Gebäude maßgebend ist.

Tabelle 2: Messorte und Messpunkte

Messpunkt.	Beschreibung
MP Bz	ca. 100 m von Sprengung, Geländeoberfläche Ankopplung mit Erdspieß
MP Cz	ca. 200 m von Sprengung, Geländeoberfläche Ankopplung mit Erdspieß
MP A.1z	ca. 430 m von Sprengung, Geländeoberfläche Ankopplung mit Erdspieß an der Baugrenze
MP Az	ca. 430 m von Sprengung, Schürfgrube Aufstellung auf Fels an der Baugrenze

Die Lage der Messpunkt im Gelände ist in dem Lageplan der Anlage A dargestellt. Für die Messpunkte an der Baugrenze wurden die Messungen einmal an der Geländeoberfläche sowie in einer Schürfgrube auf der Felsoberfläche durchgeführt, um auch den Einfluss der tieferliegenden Bodenschichten, die im Falle einer Unterkellerung der geplanten Gebäude maßgebend sind, mit zu erfassen.

5.4 Sprengdaten

Der Lageplan mit Kennzeichnung der Sprengstelle ist in der Anlage A enthalten. Die eingesetzte Gesamtlademenge lag bei 500 kg, die auf 9 Bohrlöcher mit einer Tiefe von 13 m verteilt wurden. Bei der Sprengung wurden 1872 m³ Fels gelöst.

5.5 Messergebnisse

Die Ergebnisse der Erschütterungsmessungen sind für die untersuchten Messpunkte in der Tabelle der Anlage E aufgeführt. In der Tabelle sind aufgeführt:

- der Wert für die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} , für das gemessene Ereignis;
- Uhrzeit der Messung;

Die Ergebnisse, sind in der folgenden Tabelle 3 angegeben. In der Tabelle sind im einzelnen angegeben:

- der während der Sprengung aufgetretene Wert für die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} und die maximale Schwinggeschwindigkeit v_{max} .
- die Hauptfrequenz
- Sprengparameter (Gesamtlademenge, Abstand Sprengstelle – Messort, Tiefe Bohrloch)

Tabelle 3: Ergebnisse der Erschütterungsmessung BG „Östlich Fallsteinweg“ Wolfenbüttel

Messpunkt / Sprengparameter	Maximale bewertet Schwingstärke KB_{Fmax} [mm/s] / Sprengparameter	Maximale Schwinggeschwindigkeit v_{max} [mm/s]	Frequenz f [Hz]
Abstand	ca. 430 m	----	----
Gesamtlademenge	500 kg	----	----
Tiefe Bohrloch	ca. 13 m	----	----
Lademenge je Bohrloch (9 Bohrlöcher)	55 kg	----	----
MP Az Geländeoberfläche 430 m von Sprengung	0.23	0.58	6.3-8 / 12.5 - 20
MP A.1z Schürfgrube auf Feld 430 m von Sprengung Geländeoberfläche	0.20	0.44	6.3 – 8
MP Bz 100 m von Sprengung	2.59	6.55	20 – 40
MP Cz 200 m von Sprengung	0.67	1.47	16 - 40

In der Anlagen D sind die nach dem Max-Hold Verfahren im Terzbereich ermittelten Frequenzanalysen dargestellt. In der Anlage D.1 ist der Zeitverlauf des Erschütterungssignals der Sprengung dargestellt. Aus der Frequenzanalyse wurden die Hauptfrequenzen ermittelt.

6 Verfahren zur Prognoseberechnung

Ziel der Erschütterungsprognose ist die Ermittlung der in den geplanten Gebäuden zu erwartenden Erschütterungen hier des Wertes für die maximale bewertete Schwingstärke und der maximalen Schwinggeschwindigkeit. Die Prognose wird hier nur für die vertikalen Deckenschwingungen vorgenommen, da diese bei den Werten der maximalen bewerteten Schwingstärke maßgebend ist.

Die Prognose wird hier für die Abstände von 430 m und 200 m vorgenommen. Der Abstand von 200 m stellt dabei den ungünstigsten Fall dar, da der Minimalabstand zu den Gewinnungssprengungen durch den einzuhaltenden Sicherheitsabstand auf 300 m begrenzt ist.

Die Vorgehensweise bei Erschütterungsprognosen basiert auf den Messergebnissen sowie theoretischen Überlegungen. Das schwingungstechnische Gesamtsystem von der Erschütterungsquelle bis zum Immissionsort wird dabei in folgende entkoppelte Teilsysteme unterteilt:

- a. Quelle mit der Ankopplung an den Erdboden
- b. Ausbreitung der Erschütterungen über den Erdboden bis vor das Gebäude
- c. Übergang der Erschütterungen vom Erdboden auf das Gebäudefundament
- d. Übergang der Erschütterungen vom Gebäudefundament auf die Geschossdecke.

Für die Ermittlung der zukünftigen Schwingungsimmissionen werden hier folgende Kenngrößen berücksichtigt:

- (1) Das Spektrum der Erschütterungsemissionen für einen Abstand von 430 m und 200 m zu der Sprengung. Dieses wurde bei der am 24.05.2016 durchgeführten Sprengung ermittelt. Das bei den Berechnungen zu Grunde gelegte Terzspektrum für die Messpunkte ist in der Anlage D dargestellt. Für den Abstand von 430 m wurde an zwei Punkten gemessen. Ein Messpunkt befand sich auf dem Grund einer Schürfgrube direkt auf dem anstehenden Fels, der andere Messpunkt an der Geländeoberfläche. Der Messpunkt auf

dem Grund der Schürfgrube dient der Prognose bei unterkellerten Gebäuden. Mit den Ergebnissen des Messpunktes an der Geländeoberfläche wird die Prognose für nicht unterkellerte Gebäude ermittelt.

Für den 200 m Messpunkt an der Geländeoberfläche wird zur Berechnung für unterkellerte Gebäude eine Korrektur des gemessenen Spektrums mit der Differenz zwischen dem Messpunkt auf dem Grund der Schürfgrube und dem Messpunkt an der Geländeoberfläche vorgenommen. Dieses aus der Korrektur ermittelte Spektrum ist ebenfalls in der Anlage D dargestellt.

(2) Schwingungsausbreitung vom Baugrund auf die Geschossdecken der geplanten Gebäude:

Bestimmend für den Übergang der Schwingungen vom Gelände auf die Geschossdecken sind deren Eigenfrequenzen und Dämpfung. Hier werden die für das Bauvorhaben zu erwartenden Eigenfrequenzen von 8 – 40 Hz angenommen. Die entsprechenden Übertragungsfunktionen beruhen auf statistischen Ermittlungen und sind dem Leitfaden Körperschall und Erschütterung der DB AG entnommen. In diesen Übertragungsfunktionen ist der Einfluss der Teilsysteme c und d enthalten.

Durch Addition der beiden oben beschriebenen Spektren ergibt sich nunmehr das zukünftig zu erwartende Immissionsspektrum aus den Sprengung für die untersuchten Abstände. Die Prognosewerte werden durch energetische Addition über die Terzbänder des Prognosespektrums ermittelt. In der Anlage P.1 ist die Durchführung der Prognoseberechnung als Diagramm exemplarisch dargestellt.

Die Berechnungen werden für den Frequenzbereich von 8 – 40 Hz für unterkellerte / nicht unterkellerte Gebäude für eine Ausführung mit Beton bzw. Holzbalkendecken für die Abstände von 200 m bzw. 430 m durchgeführt.

Bei der Prognose entspricht der aus den MAX-Hold Spektren ermittelte Wert einem RMS-Wert über eine Integrationszeit von einer 1/8 s. Aus den Spektren wird durch die KB-Bewertung der einzelnen Terzbänder und deren energetischer Addition der KB-Wert berechnet. Zur Ermittlung des Wertes für die maximale Schwinggeschwindigkeit ist der KB-Wert mit einem Spitzenwertfaktor zu multiplizieren. Aus den Messungen wurde dieser Faktor je nach Messpunkt mit einem Wertebereich von 2.2 – 2.6 ermittelt. Aus Gründen der Prognosesicherheit wird hier der Maximalwert mit 2.6 angenommen.

Nach dem derzeitigen Erfahrungsstand ist bei dem oben beschriebenen Prognoseverfahren mit Fehlern von bis zu 25 % zu rechnen.

7. Ergebnisse der Prognoseberechnung und Beurteilung der Einwirkung auf den Menschen

Für die auf dem Baugebiet vorgesehenen Bauvorhaben wurden bei der Prognoseberechnung folgende Randbedingungen zugrunde gelegt:

- Unterkellertes Gebäude / nicht unterkellerte Gebäude;
- Zwei Geschosse (ohne Kellergeschosse);
- Betondecken für Deckeneigenfrequenzen von 8 – 40 Hz;
- Holzbalkendecken für Deckeneigenfrequenzen von 8 – 40 Hz;

In den Tabellen der Anlage P sind die Ergebnisse der auf Grundlage der oben dargestellten Randbedingungen durchgeführten Prognoseberechnungen in Abhängigkeit von der Eigenfrequenz für die untersuchten Abstände von 200 bzw. 430 m dargestellt. In den Tabellen sind folgende Angaben enthalten:

- Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} für jede Deckeneigenfrequenz;
- Angaben zur baulichen Ausführung des Gebäudes (unterkellert / nicht unterkellert; Beton- bzw. Holzbalkendecken);
- Anhaltswert A_o nach DIN 4150, Teil 2;
- Beurteilung nach DIN 4150, Teil 2, für den Tageszeitraum nach Zeile 4 für WA.

In der nachfolgenden Tabelle sind die für die Beurteilung maßgebenden Werte der maximale bewerteten Schwingstärke und die sich daraus ergebende Beurteilung in Abhängigkeit von der Deckeneigenfrequenz für die Abstände von 200 und 430 m angegeben. In der Tabelle wird für den jeweiligen Abstand der Maximalwert über alle möglichen Bauausführungen angegeben. Damit wird in der Beurteilung der ungünstigste Fall betrachtet. Bereiche für die die Anforderungen der DIN 4150, Teil 2 nicht eingehalten werden, sind grau unterlegt.

Tabelle 4: Prognose und Beurteilung nach DIN 4150, Teil 2, Beurteilung nach Zeile 4 von Tabelle 1 DIN 4150 Wohngebiet

Eigenfrequenz Decke [Hz]	Prognose Erschütterung Abstand 430 m		Prognose Erschütterung Abstand 200 m	
	KB_{Fmax}	Anforderungen DIN 4150 Teil 2 tags eingehalten ja/nein $A_0=3.0$	KB_{Fmax}	Anforderungen DIN 4150 Teil 2 tags eingehalten ja/nein $A_0=3.0$
8	0.54	ja	1.32	ja
10	0.38	ja	1.01	ja
12.5	0.49	ja	1.41	ja
16	0.49	ja	1.79	ja
20	0.44	ja	1.31	ja
25	0.35	ja	1.25	ja
31.5	0.27	ja	1.22	ja
40	0.24	ja	1.41	ja

In der Zusammenfassung lassen sich unter Bezug auf die durchgeführten Prognoseberechnungen folgende Aussagen in Hinsicht auf die Einwirkung von Erschütterungen für das geplante Ausstellungszentrum machen:

- Die Anforderungen der DIN 4150, Teil 2 für Wohngebiete werden für alle untersuchten Deckeneigenfrequenzen, baulichen Ausführungen sowie für die untersuchten Abstände von 430 und 200 m eingehalten. Eine störende Einwirkung der Erschütterungen im Sinne der DIN 4150, Teil 2 kann damit ausgeschlossen werden.
- Der Abstand von 200 m stellt dabei den ungünstigsten Fall dar, hier liegen die prognostizierten Werte frequenzabhängig um einen Faktor von 2.3 – 5.5 über den Prognosewerten für einen Abstand von 400 m.
- Da die Anforderungen der DIN 4150, Teil 2 für die untersuchten Abstände eingehalten werden, sind bezüglich der Einwirkung von Erschütterungen keine baulichen Beschränkungen für das geplante Baugebiet erforderlich.

- Die prognostizierten Erschütterungen liegen für den Abstand von 200 m in einem Bereich der sehr gut spürbar ist. Für den untersuchten Abstand von 430 m, bis auf Ausnahme von unterkellerten Gebäuden mit Betondecken, sind die Erschütterungen ebenfalls gut spürbar. Bei unterkellerten Gebäuden mit Betondecken liegen die Erschütterungen in einem Bereich der gerade spürbar ist.

8 Ergebnisse und Beurteilung der Einwirkung auf die bauliche Substanz

Die Beurteilung wird für den Abstand von 200 m und damit für den ungünstigsten Fall vorgenommen. Für die maximale Schwinggeschwindigkeit wurde an der Geländeoberfläche ein Wert von

$$v_{\max} = 1.47 \text{ mm/s}$$

gemessen. Dieser Wert wird hier für das Fundament geplanter Gebäude angenommen, da die Werte am Fundament i.d.R. unter den Werten an der Geländeoberfläche liegen, oder im ungünstigsten Fall gleich sind.

Der am Fundament zu erwartende Wert für die maximale Schwinggeschwindigkeit liegt mit $v_{\max} = 1.47 \text{ mm/s}$ unter dem nach der DIN 4150, Teil 3 für anzusetzenden Anhaltswert von 5 mm/sec für den Frequenzbereich $< 10 \text{ Hz}$.

Für die Ermittlung der horizontalen Schwingungen der obersten Deckenebene wird der für das Fundament ermittelte Wert auf die horizontalen Schwingungen der obersten Deckenebene hochgerechnet. Die Werte am Fundament werden bei Sprengerschütterungen für horizontale Schwingungen der obersten Deckenebene etwa um einen Faktor von 5 verstärkt. D.h der Wert für die horizontalen Schwingungen der obersten Deckenebene liegt um einen Faktor von 5 über dem Maximalwert am Fundament. Dieser Faktor beruht auf den Ergebnissen von Messungen bei Sprengerschütterungen, und stellt für zweigeschossige Gebäude den oberen Wert des ermittelten Wertebereiches, und damit den ungünstigsten Fall dar. Für die horizontalen Schwingungen der obersten Deckenebene kann damit eine maximale Schwinggeschwindigkeit von

$$v_{\max} = 1.47 * 5 = 7.4 \text{ mm/s}$$

angenommen werden.

Der Anhaltswert für horizontale Schwingungen der obersten Geschossebene von $v_{\max} = 15$ mm/s für Wohngebäude wird damit von dem ermittelten Wert eingehalten.

Der Maximalwert für die Schwinggeschwindigkeit für vertikale Deckenschwingungen wird unter Berücksichtigung des im Abschnitt 6 (Seite 12) beschriebenen Spitzenwertfaktors von 2.6 aus dem für einen Abstand von 200 m prognostizierten Maximalwert für die maximale bewertete Schwingstärke von $KB_{F\max} = 1.79$ ermittelt. Für den Maximalwert der vertikalen Deckenschwingungen ergibt sich damit ein Wert von

$$v_{\max} = 1.79 * 2.6 = 4.6 \text{ mm/s.}$$

Der Anhaltswert für vertikale Deckenschwingungen von $v_{\max} = 20$ mm/s wird von dem ermittelten Wert ebenfalls eingehalten.

Unter Berücksichtigung der Anhaltswerte nach der DIN 4150, Teil 3, "Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf bauliche Anlagen" kann eine Schadensentstehung in Folge der Erschütterungen aus den Gewinnungssprengungen für Abstand von 200 m mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Dies gilt damit auch für den möglichen Minimalabstand von 300 m.

9. Zusammenfassung der Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der auf Grundlage der durchgeführten Messungen durchgeführten Prognoseberechnungen für die in dem geplanten Baugebiet zu erwartenden Erschütterungen ist festzustellen:

- Die Anforderungen der DIN 4150, Teil 2 „Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkung auf den Menschen im Gebäude werden auch schon bei einem Abstand von 200 m zu den Gewinnungssprengungen, und damit auch für den minimal möglichen Abstand von 300 m eingehalten. Eine störende Einwirkung durch Erschütterungen im Sinne der DIN 4150, Teil 2 kann damit ausgeschlossen werden.
- Schäden an geplanten Gebäuden können unter Berücksichtigung der DIN 4150, Teil 3 „Erschütterungen im Bauwesen; Einwirkung auf bauliche Anlagen“ können bei einem Abstand von 200 m zu den Gewinnungssprengungen und damit für den minimal möglichen Abstand

von 300 m ausgeschlossen werden.

- Die vorstehenden Aussagen beziehen sich auf die Sprengparameter bei Durchführung der Messung (Gesamtlademenge 500 kg, Bohrlochtiefe 13 m, Lademenge je Bohrloch 55 kg).
- Die Ergebnisse der Prognose sollten nach Fertigstellung der Bebauung messtechnisch überprüft werden.

Bonk-Maire-Hoppmann GbR

(Dipl.-Phys. M. Krause)

Quellen, Richtlinien, Verordnungen

- ◇ DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen,
 - Vornorm Teil 1: Grundsätze, Vorermittlung und Messung; Entwurf Februar 1999;
 - Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen; Februar 1999;
- ◇ DIN 45669 Messung von Schwingungsimmissionen
 - Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung; September 2010
 - Teil 2: Messverfahren; Juni 2005
- ◇ „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen, Erschütterungs-Leitlinie“, Länderausschuss für Immissionsschutz; 10.Mai. 2000
- ◇ Runderlass des Niedersächsischen Umweltministeriums vom 27.08.2001 (Nds. MBl. Nr. 32/2001)