



Öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Erschütterungen  
im Bauwesen und in der Sprengtechnik  
Dr.-Ing. Ulf Lichte, IHK München

Sachverständigen- und Ingenieurbüro  
Dr.-Ing. Ulf Lichte  
Heimteichstraße 6  
04179 Leipzig

Telefon: 0341 / 4413523  
Telefax: 0341 / 4511606  
Email: [info@Lichte.de](mailto:info@Lichte.de)  
Internet: [www.Lichte.de](http://www.Lichte.de)

# 1. Ergänzung Gutachten

## Erschütterungseinwirkungen infolge des Schienenverkehrs

Objekt:

Holthusen

Auftraggeber:

Amt Stralendorf 19073

### Erschütterungsprognose

auf der Grundlage von Unterlagen,  
Erfahrungen und Messergebnissen

Bauvorhaben: B-Plan Nr. 10.1."Ortszentrum" der Gemeinde Holthusen

Objekt: Holthusen

Auftrags/Kunden-Nr.: E882 / KH22

Bericht Nr.: E882\_GA\_003

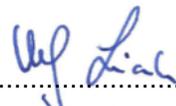
Auftraggeber: Amt Stralendorf 19073  
Dorfstraße 30  
19073 Stralendorf

Ergänzungsmessung: 24.02.2020 durch Tom Kaminski und Stefan Milteha

Ort und Datum: München, den 10. März 2020



.....  
Projektbearbeiter  
Tom Kaminski



.....  
Dr.-Ing. Ulf Lichte

### Revisionen

| Rev | Datum      | Dokument-Nr. | Bemerkung                       |
|-----|------------|--------------|---------------------------------|
| 1   | 12.07.2019 | E882_GA_001  | Erschütterungsprognose          |
| 2   | 12.12.2019 | E882_GA_002  | Konkretisierung Schutzmaßnahmen |
| 3   | 10.03.2020 | E882_GA_003  | 1. Ergänzung                    |



## Inhaltsverzeichnis

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Unterlagen                                       | 3  |
| 2   | Aufgabe  | 5  |
| 3   | Veranlassung                                     | 5  |
| 4   | Anlage und Durchführung der Schwingungsmessungen | 7  |
| 4.1 | Erschütterungsquellen                            | 7  |
| 4.2 | Messgeräte                                       | 8  |
| 4.3 | Messorte und Messpunkte                          | 8  |
| 5   | Begutachtung                                     | 10 |

## 1 Unterlagen

### **Tabelle U – Verträge, Pläne, Berichte**

|      |  |
|------|--|
| U(1) | Auftrag 19.03.2019                                       |
| U(2) | Luftbild 1500  |
| U(3) | Luftbild 2500  |
| U(4) | d2018-10-04Holthusen_B10-1_Teil-B_Entw                   |
| U(5) | d2018-10-05Holthusen_B10-1_BV-Entwurf_A3A4               |
| U(6) | d2018-10-02_Holthusen_B10-1_BG_Entw_7-Arbeitsstand+DB    |
| U(7) | 07 Stellungnahme LUNG diercksE_2019-04-02_14-46-14 (003) |
| U(8) | 6442 Holthusen -IB-HASSE -17-25                          |



**Tabelle R – Gesetze, Normen, Richtlinien, Vorschriften**

|                       |   |
|-----------------------|---|
| [BlmSchG]             | BlmSchG:2013-05-17<br>Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge   |
| [TA Lärm]             | TA Lärm:1998-08<br>Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz  |
| [DIN 4150-1]          | DIN 4150-1:2001-06<br>Erschütterungen im Bauwesen – Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen   |
| [DIN 4150-2]          | DIN 4150-2:1999-06<br>Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden   |
| [DIN 45669-1]         | DIN 45669-1:2010-09<br>Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 1: Schwingungsmesser-Anforderungen und Prüfungen   |
| [DIN 45669-2]         | DIN 45669-2:2005-06<br>Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 2: Messverfahren   |
| [DIN 45672-1]         | DIN 45672-1:2009-12<br>Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen – Teil 1: Messverfahren   |
| [DIN 45672-2]         | DIN 45672-2:1995-07<br>Schwingungsmessung in der Umgebung von Schienenverkehrswegen – Teil 2: Auswertverfahren  |
| [VDI 2038 Blatt 1]    | VDI 2038 Blatt 1:2012-06<br>Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen - Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik – Grundlagen – Methoden, Vorgehensweisen und Einwirkungen                               |
| [VDI 2038 Blatt 2]    | VDI 2038 Blatt 2:2013-01<br>Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen - Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik – Schwingungen und Erschütterungen – Prognose, Messung, Beurteilung und Minderung       |
| [VDI 2038 Blatt 3]    | VDI 2038 Blatt 3:2013-11<br>Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken bei dynamischen Einwirkungen - Untersuchungsmethoden und Beurteilungsverfahren der Baudynamik – Sekundärer Luftschall – Grundlagen, Prognose, Messung sowie Beurteilung und Minderung |
| [VDI 3837]            | VDI 3837:2013-01<br>Erschütterungen in der Umgebung von oberirdischen Schienenverkehrswegen - Spektrales Prognoseverfahren  |
| [DB Leitfaden Planer] | Körperschall- und Erschütterungsschutz - Leitfaden für den Planer, DB AG, August 1996   |



## **2 Aufgabe**

- Ergänzung des Gutachtens E882\_GA\_001 vom 12.12.2019 hinsichtlich der Definition, bis zu welchem Abstand zur Bahnstrecke schwingungsmindernde Maßnahmen notwendig sind und Definition des erforderlichen Minderungsmaßes.

## **3 Veranlassung**

Das Gutachten E882\_GA\_002 wurde für die Flurstücke 42/7 und 42/6 eine Erschütterungsprognose durchgeführt mit der Schlussfolgerung, dass für die dort geplante Bebauung erschütterungsmindernde Maßnahmen notwendig sein werden.

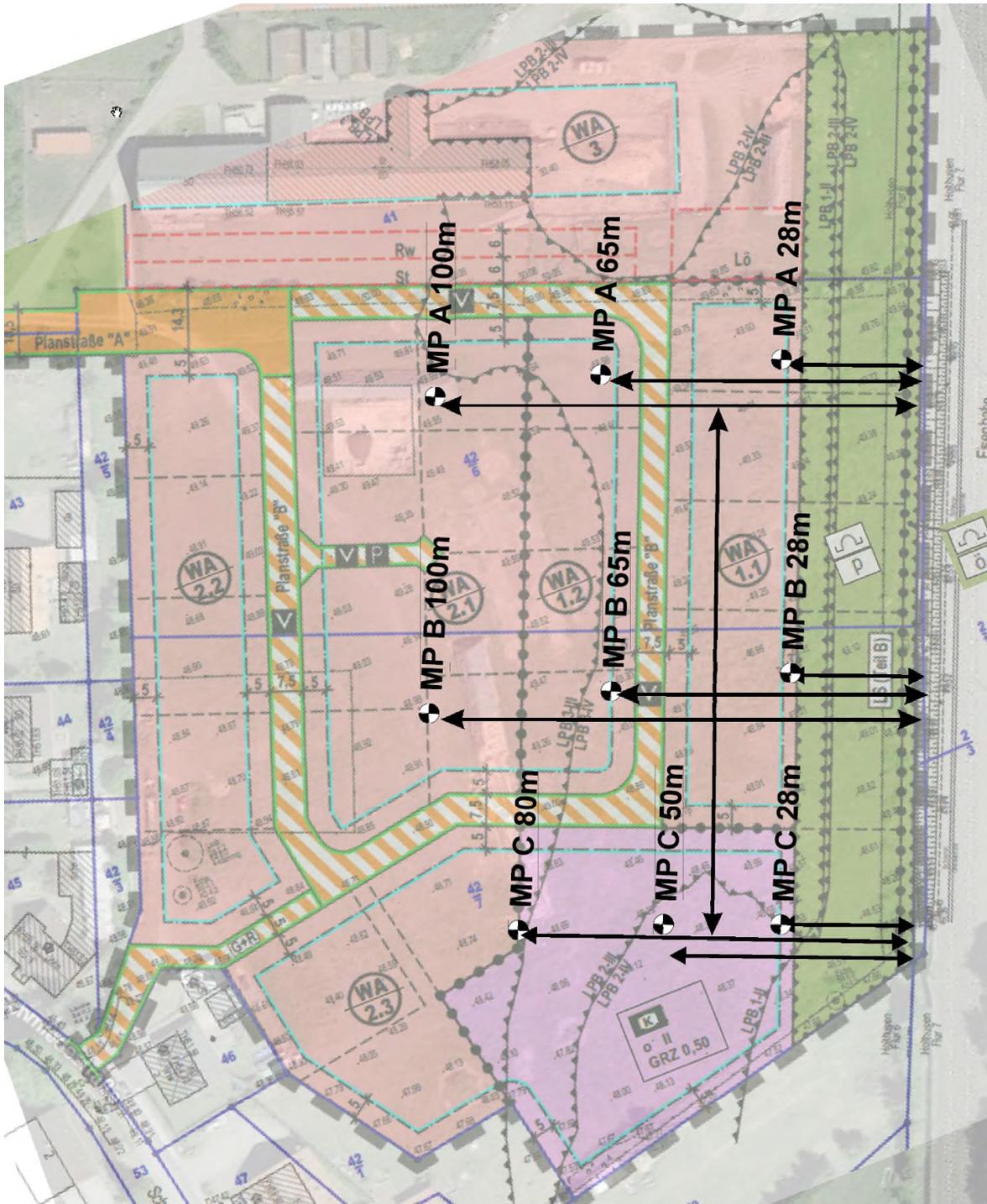
Mit dieser gegenständlichen Ergänzung wurden erneute Messungen durchgeführt, um eine Aussage in der Hinsicht zu präzisieren, bis zu welchem Abstand schwingungsmindernde Maßnahmen durchzuführen sind und mit welcher erforderlichen Minderung.

Die grundsätzliche Vorgehensweise ist im Bericht E882\_GA\_002 beschrieben und wird nicht nochmals wiederholt.

Die Messungen wurden bis 100 m Abstand von den Bahngleisen durchgeführt, in der Erwartung, dass die Erschütterungswirkung ausreichend abgeklungen ist.

Die örtlichen Gegebenheiten und die Lage der Messpunkte sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Messpunktbezeichnung enthält die Entfernungsangaben zur Grenze der Baufläche.

Abbildung 1 Lageplan mit Messpunkten



## 4 Anlage und Durchführung der Schwingungsmessungen

### 4.1 Erschütterungsquellen

Während der Schwingungsmessungen wurde der Deutsche-Bahnverkehr auf der Bahnstrecke 6442 Zachun – Holthusen, Abschnitt Holthusen, Dorfstraße messtechnisch erfasst. Der Umfang der während der Messkampagne erfassten Züge sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Der maßgebliche ICE-Verkehr fuhr auf den Gleisen 1 und 2, welche dem zu bebauenden Grundstück am Nächsten sind.

Tabelle 1 Erfasster Deutsche-Bahnverkehr Detaildarstellung

| Nr. | Datum/Zeit          | Richtung | Richtung | auf Gleis                    | GÜ | ICE | IC | Regio | Schleifzug |
|-----|---------------------|----------|----------|------------------------------|----|-----|----|-------|------------|
|     |                     | <= <=    | => =>    |                              |    |     |    |       |            |
|     |                     | <=       | =>       |                              |    |     |    |       |            |
|     |                     | Nordost  | Südwest  |                              |    |     |    |       |            |
| 1   | 24.02.2020 11:27:00 |          | X        | 2                            |    | 1   |    |       |            |
| 2   | 24.02.2020 12:26:00 | x        |          | 1                            |    |     | 1  |       |            |
| 3   | 24.02.2020 13:37:00 | X        |          | 1                            |    |     |    | 1     |            |
| 4   | 24.02.2020 13:44:00 |          | X        | 2                            |    |     |    | 1     |            |
| 5   | 24.02.2020 13:55:00 |          |          | LKW Rückwärtig               |    |     |    |       |            |
| 6   | 24.02.2020 14:20:00 |          | X        | 2                            |    |     |    | 1     |            |
| 7   | 24.02.2020 14:30:00 | X        |          | 1                            |    | 1   |    |       |            |
| 8   | 24.02.2020 14:50:00 | X        |          | Güterzug auf anderer Strecke | 1  |     |    |       |            |
| 9   | 24.02.2020 15:04:00 | X        |          | 1                            |    |     |    |       |            |
| 10  | 24.02.2020 15:08:00 |          | X        | 2                            |    |     |    | 1     |            |
| 11  | 24.02.2020 15:27:00 |          | x        | 2                            |    | 1   |    |       |            |
| 12  | 24.02.2020 15:41:00 | X        |          | 1                            |    |     |    | 1     |            |

**Tabelle 2** Erfasster Deutsche-Bahnverkehr Gesamtübersicht

|         | Anzahl auf Gleis | GÜ | ICE | IC | Regio | Schleifzug | Kontrollsumme |
|---------|------------------|----|-----|----|-------|------------|---------------|
| Gleis 1 | 5                | 0  | 2   |    | 2     | 1          | 5             |
| Gleis 2 | 5                | 0  | 2   |    | 3     |            | 5             |
|         |                  |    |     |    |       |            |               |
|         | Summe            | 0  | 4   | 0  | 5     | 1          | 10            |

## 4.2 Messgeräte

Die Messungen erfolgten mit zwei 8-kanaligen Präzisions-Schwingungsmessern SMK-4812 der Dr. Kebe Scientific Instruments GmbH und Registrierung auf einem Rechner vom Typ HP Elitebook 8560p unter Verwendung eines 16-bit A/D-Wandlers des Herstellers National Instruments mit der Software MEDA 2019 der Wölfel Messsysteme Software GmbH + Co. KG.

Die Apparaturen entsprechen den Anforderungen der DIN 45669-1 und liefern schwinggeschwindigkeitsproportionale Signale mit einer Bandbegrenzung von 1-315 Hz.

Für die Erschütterungsbeurteilung wurde nur der Frequenzanteil 4-80 Hz berücksichtigt. Für die Beurteilung des sekundären Luftschalls wird der Frequenzbereich 20-250 Hz berücksichtigt.

## 4.3 Messorte und Messpunkte

Die Schwingungsmessungen erfolgten auf dem Grundstück in der Dorfstraße in Holthusen simultan an neun Messpunkten. Die Messpunkte sind im Lageplan in Abbildung 1 eingezeichnet und in Tabelle 3 näher beschrieben.

Mit dem Messaufbau wurde die Erschütterungsausbreitung im Freifeld erfasst. Um eine bestmögliche Ankopplung der Messaufnehmer zu erreichen, wurden diese eingegraben. Hierzu wurden kleine Schurfe hergestellt bis auf Gründungstiefe. Aufgrund der örtlichen Bedingungen zum Zeitpunkt der Messung war eine Applizierung der Aufnehmer in 100 cm bis 80 cm Bodentiefe möglich.

Besonderheit: An dem Messtag war der Untergrund vergleichsweise nass und ein hoher Grundwasserstand vorhanden.

**Tabelle 3** Messorte und Messpunkte  
 Grundstück „Ortszentrum“ Dorfstraße

| Messpunkt und Komp. | Messort  | Standort                          | Aufnehmer | Ankopplung  |
|---------------------|----------|-----------------------------------|-----------|-------------|
| A28 z               | Freifeld | 28 m vom Abstand vom Bahngleis 2  | SM 6      | eingegraben |
| A65 z               | Freifeld | 65 m vom Abstand vom Bahngleis 2  | SM 6      | eingegraben |
| A100 z              | Freifeld | 100 m vom Abstand vom Bahngleis 2 | SM 6      | eingegraben |
| B28 z               | Freifeld | 28 m vom Abstand vom Bahngleis 2  | SM 6      | eingegraben |
| B65z                | Freifeld | 65 m vom Abstand vom Bahngleis 2  | SM 6      | eingegraben |
| B100z               | Freifeld | 100 m vom Abstand vom Bahngleis 2 | SM 6      | eingegraben |
| C28z                | Freifeld | 28 m vom Abstand vom Bahngleis 2  | SM 6      | eingegraben |
| C50z                | Freifeld | 50 m vom Abstand vom Bahngleis 2  | SM 6      | eingegraben |
| C80z                | Freifeld | 80 m vom Abstand vom Bahngleis 2  | SM 6      | eingegraben |

x-Komponente: horizontal in Richtung zur Bahn-Strecke, siehe Abbildung 1

y-Komponente: horizontal, senkrecht zu x

z-Komponente: vertikal

## 5 Begutachtung

Mit den wiederholten Schwingungsmessungen wurde die Schwingungsausbreitung bis zu 100 m Abstand zum Bahngleis erfasst. Über diesen Bereich hinaus wurde nicht damit gerechnet, dass hinsichtlich der Bahnerschütterungen Handlungsbedarf besteht.

Die Schwingungsmessungen erfassten zusätzlich zu den bereits durchgeführten Messungen die in Tabelle 2 Zugvorbeifahrten. Diese zeigten – für jeden Einzelfall gesehen keine ausgeprägte Abnahme der Erschütterungen mit der Entfernung. Die Abnahme der Erschütterungen mit der Entfernung konnte erst bei der Mittelung der Zugkollektive ermittelt werden.

Aus diesem Grunde wurde für die Prognose auf einem modifizierten Weg durchgeführt. Nach der Extraktion der Zugvorbeifahrten und der Ermittlung der Terzspektren an den Messpunkten, wurde das mittlere Terzspektrum aller Vorbeifahrten sowie das Maximal-Einhüllende Spektrum ermittelt. Auf Basis dieser Spektren wurden anschließend für unterschiedliche Deckeneigenfrequenzen von 25 Hz bis 40 Hz die zu erwartenden Deckenreaktionen berechnet.

Für die Profile A und B ergab sich daraus, dass es in allen Entfernungsbereichen (28 m bis 100 m) rechnerische Überschreitungen der Anhaltswerte  $A_r$  bzw.  $A_o$  vorliegen.

Es bestätigt sich daraus die Aussage aus der Erstbegutachtung, welche für den Entfernungsbereich bis 50 m getroffen wurde. Entgegen der Erwartung zeigen die Ergebnisse, dass bei Berücksichtigung von Sicherheitsfaktoren auch in Entfernungen über 100 m, die Nachweis auf Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2 bzw. VDI 2038 nicht durchgängig erfüllt werden.

Es wird daher folgende erweiterte Empfehlung abgegeben:

Die Gebäude auf den Baugebieten sind in Abhängigkeit der Entfernung mit schwingungsisolierenden Maßnahmen zu versehen, um die Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2 bzw. den Vorgaben der VDI 2038 zu genügen. Dem entgegen ist zu berücksichtigen, dass an der Bahnstrecke bereits Bestandsgebäude existieren, welche ohne Schwingungsisolierende Maßnahmen errichtet wurden. In Abwägung dessen, ist eine Schwingungsminderung in der Tabelle 4 in dem angegebenen Maße erforderlich.

**Tabelle 4** Schwingungsminderung

| Abstand 1. Bahngleis – Bebauung | notwendiger Abminderungsfaktor der Erschütterungen (mindestens .. empfohlen) |
|---------------------------------|--|
| 28 m                            | 0,79 – 0,50  |
| 50 m                            | 0,83 – 0,57  |
| 100 m                           | 0,95 – 0,68  |
| 150 m                           | 1,00 – 0,82  |

Die Hauptanregung durch Güterzüge erfolgt im Frequenzband 10 Hz. Der insgesamt dominierende Personenzugverkehr hat seine Hauptanregungsfrequenz zwischen 12 Hz und 20 Hz. Die Deckenfrequenzen sollten oberhalb 25 Hz liegen.

Die Ausbildung einer massiven Bodenplatte wird nicht als ausreichend betrachtet. Daher die Planung und Ausführung einer elastischen Lagerung. (a) Anordnung von Elastomerlagern 9 zwischen UG und EG oder (b) Anordnung von Elastomerlagern unterhalb der Gründung und senkrecht an der Außenwand zur Bahnstrecke.

Zu empfehlen ist zum Beispiel die Ausführung eines erprobten Systems der Firma Calenberg-Ingenieure (Cibatur). Dieses ist vergleichsweise unabhängig von den Bodenpressungen unter der Fundamentierung.

Davon unbeschadet ist bleibt eine individuelle Schwingungsuntersuchung im Einzelfall.