

DMT GmbH & Co. KG · Postfach 13 01 01 · 45291 Essen

STORAG ETZEL GmbH
z.H. Herrn H.-J. Schweinsberg
Beim Postweg 2
26446 Friedeburg

DMT GmbH & Co. KG
Geo Engineering & Exploration
Geotechnik & Umweltengineering

Am TÜV 1
45307 Essen, Deutschland

Unser / Ihr Zeichen
GEE5-2016-00558

Absender / Kontakt
Heinz-Jörg Benning
Heinz-Joerg.Benning@dm-tgroup.com

Telefondurchwahl / Fax
Tel +49 201 172-1877
Fax +49 201 172-1777

Datum
02.05.2019

Seite
1/6

Kavernenspeicher Etzel – Auswirkungsanalyse für insgesamt 99 Kavernen Ergänzung zum Gutachten DMT GEE5-2016-00558 vom 22.11.2018

Sehr geehrte Damen und Herren,
sehr geehrter Herr Schweinsberg,

nach Vorlage der o.a. Auswirkungsanalyse hat das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie des Landes Niedersachsen (LBEG) die STORAG ETZEL GmbH zur Ergänzung des Gutachtens aufgefordert. Mit diesem Schreiben wird auf die einzelnen Punkte eingegangen.

Erweiterung des Betrachtungsraums auf 0,25 mm/m für „normale“ Bauobjekte und auf 0,10 mm/m bzw. 0,2 mm/m für Baudenkmäler

Die Reduzierung der bergschadensrelevanten Einwirkungsgrenze von 0,5 mm/m auf 0,1 mm/m ergibt rund 1.200 weitere Gebäude, die im Betrachtungsraums liegen. Diese Gebäude fallen üblicherweise in die Objektkategorien I und II. Die Bodenbewegungen liegen nach der Prognose der Bundesanstalt für Geowissenschaften (BGR) /18/¹

¹ Die Angaben in // beziehen sich auf das Verzeichnis der verwendeten Unterlagen in der Auswirkungsanalyse

Sitz der Gesellschaft
DMT GmbH & Co. KG
Am TÜV 1
45307 Essen, Deutschland

Tel +49 201 172-01
Fax +49 201 172-1462
info@dm-tgroup.com
www.dmt-group.com

Amtsgericht Essen HRA 9091
Vorsitzender des Aufsichtsrates:
Jürgen Himmelsbach

TÜV NORD GROUP

Geschäftsführung:
DMT Verwaltungsgesellschaft mbH, Essen
Amtsgericht Essen HRB 20420

Vertreten durch die Geschäftsführer:
Dr. Maik Tiedemann (Vorsitzender)
Jens-Peter Lux



DIN EN ISO
9001
zertifiziert

DIN EN ISO
14001
zertifiziert

Earth. Insight. Values.

unterhalb der Grenzwerte dieser Objektkategorien. Bergschäden sind daher für diese Objekte nicht zu erwarten.

Weiterhin liegen in diesem erweiterten Betrachtungsraum die folgenden Objekte, die vorsorglich der Objektkategorie 0 zuzuordnen sind:

- Burganlage Friedeburg
- Kirche Marx
- 2 Kirchen in Neustadtgödens
- Wassermühle südlich Neustadtgödens

Die Burganlage Friedeburg wurde um 1765 abgetragen, so dass heute nur noch in Teilbereichen Fundamentreste existieren. Unter bergschadenstechnischen Aspekten braucht diese Anlage daher nicht betrachtet zu werden.

Diese anderen Objekte sollten – in Abhängigkeit von den tatsächlich auftretenden Bodenbewegungen - rechtzeitig mit in das Monitoring-Programm der STORAG ETZEL GmbH aufgenommen werden.

Klassifizierung der Empfindlichkeit der Bebauung und Infrastruktur sowie der Baudenkmäler gegenüber bergbaulichen Einwirkungen – kurze Beschreibung und Darstellung des Standes der Technik.

Die Bergschadensrelevanz von Bodenbewegungen ist von der Empfindlichkeit des jeweiligen Objektes gegenüber den auftretenden Bodenbewegungen abhängig. Die Zuordnung des jeweiligen Bauobjektes erfolgt anhand von Objektattributen, die die Widerstandsfähigkeit des Gebäudes im Hinblick auf die abbauinduzierten Bodenbewegungen beschreiben. Bestimmt wird die Objektempfindlichkeit durch die folgenden Parameter:

- Länge des Baukörpers
- Gestalt des Baukörpers
- Gründung des Objektes
- Baugrund
- Konstruktion des Baukörpers
- Vorhandene Sicherungen

■ **Technischer Zustand**

Die einzelnen Parameter werden mit einer aus der Erfahrung resultierenden Punktzahl versehen. Die Zuordnung der Bauobjekte in die jeweilige Objektkategorie erfolgt anhand der Gesamtpunktzahl aller Parameter. Zur Veranschaulichung wird hier auf die beispielhafte Bewertung einzelner Objekte unter dem nächsten Punkt dieser Stellungnahme verwiesen (vgl. Anlage 1). Historische Bauwerke werden vorsorglich – unabhängig von ihrer Gesamtpunktzahl – der Objektkategorie 0 zugeordnet.

Die Verbindung zwischen der ermittelten Gebäudeempfindlichkeit und den Grenzwerten der einzelnen bergschadensrelevanten Bodenbewegungselemente ergibt sich aus der nachfolgenden Tabelle:

Tabelle 1: Schadensgrenzen nach Objektkategorie

| Objekt-kategorie | Beispiele | Schiefelage in mm/m | Krümmungs- radius in km | Längen- änderung in mm/m |
|-------------------------|--|--------------------------------|--|---|
| 0 | Historische Bauwerke, Chemieanlagen, Kraftwerke | 1,0 | 50 | 0,5 |
| I | Industrieanlagen, Denkmäler | 2,5 | 20 | 1,5 |
| II | städtische Bebauung, Bahngleise, Rohrleitungen | 5,0 | 12 | 3,0 |
| III | Flachbauten, Straßen, Kabel | 10,0 | 6 | 6,0 |
| IV | Lagerhallen, Massivbauwerke | 15,0 | 4 | 9,0 |

An dieser Stelle sei nochmal darauf hingewiesen, dass die verwendeten Schadensgrenzen aus dem Steinkohlenbergbau stammen, in dem die Bodenbewegungen wesentlich schneller als im hier vorliegenden Fall ablaufen. In der Auswirkungsanalyse wurden die Bodenbewegungen zugrunde gelegt, die nach etwa 300 Jahren auftreten. Im Steinkohlenbergbau sind die Bodenbewegungen aus dem Abbau schon nach etwa 7 Jahren abgeschlossen. Die verwendeten Schadensgrenzen stellen also ein deutlich „auf der sicheren Seite liegendes“ Beurteilungskriterium dar.

Detaillierte Bewertung von ausgewählten Objekte. Empfehlungen zur Überwachung und zu notwendigen prophylaktischen Sicherungsmaßnahmen. Graphische Darstellung des zeitlichen Verlaufs der horizontalen Längenänderung für die bewerteten Objekte mit Kennzeichnung der ermittelten Empfindlichkeit und der absoluten Einwirkungsgrenze

Einer detaillierten Bewertung wurden die Kirchen in Etzel und Horsten, die Mühle in Horsten sowie die Wohngebäude Moorstricher Weg 7 und Conradsweg 2 unterzogen (vgl. Anlage 1). Alle Objekte sind schon seit geraumer Zeit im Monitoring-Programm der STORAG ETZEL GmbH enthalten.

Bautechnisch fallen die Kirche in Etzel und das Wohngebäude Moorstricher Weg 7 in die Objektkategorie I, die Kirche in Horsten in die Objektkategorie II das Wohngebäude Conradsweg 2 in die Objektkategorie III und die Mühle in Horsten in die Objektkategorie IV.

Aufgrund ihrer Bedeutung wurden die beiden Kirchen und die Mühle in Horsten schon in der Auswirkungsanalyse (DMT GEE5-2016-00558 vom 22.11.2018) vorsorglich in die Objektkategorie 0 eingeordnet. Die Grenzwerte der Objektkategorie 0 werden an allen drei Objekten überschritten, die Grenzwerte der Objektkategorie I werden in keinem Fall erreicht. Aufgrund der bautechnischen Einstufung (s.o.) werden Bergschäden an diesen Gebäuden nicht erwartet.

Am Wohngebäude Conradsweg 2 (Objektkategorie III) werden im Jahr 2110 (3,03 mm/m) erstmals die Grenzwerte der Objektkategorie III erreicht und nur leicht überschritten, maximal werden zum Ende des Prognosezeitraums im Jahre 2317 3,08 mm/m erreicht. Bergschäden damit allenfalls ab 2110 zu erwarten.

Im Jahre 2016 wurden im Bereich des Wohngebäude Moorstricher Weg 7 (Objektkategorie I) erstmals mehr als 0,5 mm/m Pressungen prognostiziert. Sie steigen bis zum Jahr 2317 auf 3,4 mm/m. Daher kann es hilfreich sein, das Fundament durch Torfpolster gegen den auftretenden Erddruck zu sichern (Ausweichprinzip /34/).

Die graphische Darstellung der bewerteten Objekte findet sich in Anlage 2.

Bestimmung der zulässigen Werte der horizontalen Längenänderung für die Gasleitungen

Im Bereich der B 436 (Horster Straße) verläuft eine Gasleitung der EWE, die durch die Bodenbewegungen beansprucht wird. Exemplarisch wird die zulässige Spannung für diese Rohrleitung nach der Gestaltänderungs-Energie-Hypothese² berechnet:

$$\sigma_{Z,P\ zul} \leq \frac{P_0 \cdot d}{4 \cdot s} \pm \sqrt{\left(S_N \cdot \frac{\sigma_{St}}{S_F}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{\Delta s + k}{s}\right)^2 - 0,75 \cdot \left(\frac{P_0 \cdot d}{2 \cdot s}\right)^2}$$

Tabelle 2: Erläuterung zu Formelzeichen

| Formelzeichen | Erläuterung | Verwendet |
|----------------|-----------------------|---------------------------|
| $\sigma_{Z/P}$ | Zulässige Spannung | |
| E | Elastizitätsmodul | 210.000 N/mm ² |
| P_0 | Betriebsdruck | 40 bar |
| σ_{St} | Streckgrenze | 360 N/mm ² |
| S_N | Schweißnahtfaktor | 1 |
| S_F | Sicherheitsfaktor | 1,5 |
| Δs | Wanddickenabweichung | 0,35 mm |
| k | Korrosionszuschlag | 0,0 mm |
| s | Rohrwanddicke | 7,1 mm |
| d | Rohraussendurchmesser | 323,9 mm |

Die zulässigen Spannungen liegen bei den gewählten Parametern bei $\sigma_Z = 259,7 \text{ N/mm}^2$ bzw. $\sigma_P = -168,4 \text{ N/mm}^2$.

² Spielberg, Sroka: Ein Verfahren zu Festlegung von Dehnerabständen für Stahlrohrleitungen im Bergbaugebiet; Markscheidewesen 03/2004, Verlag Glückauf GmbH, Essen

Aus den zulässigen Spannungen lassen sich mit der nachfolgenden Formel die zulässigen Längenänderungen berechnen:

$$\varepsilon_{Z,P\ zul} = \frac{\sigma_{Z,P\ zul}}{E} \cdot 10^3$$

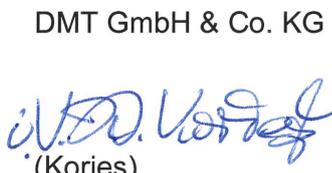
Dieses ergibt zulässige axiale Längenänderungen von $\varepsilon_{Z, zul} = 1,24$ mm/m bzw. $\varepsilon_{P, zul} = 0,80$ mm/m.

Erläuterung warum die Infrastruktur der einzelnen Kavernenbetreiber bei der Auswirkungsanalyse nicht analysiert wurde

Den Betreibern wurde im August 2017 die auftretenden Bodenbewegungen vorgestellt und erläutert. Im Nachgang wurden ihnen Karten und Dateien, aus denen der zeitliche Verlauf der Bodenbewegungen bis in das Jahr 2120 hervorgeht, zur Verfügung gestellt.

Nach Angaben der Betreiber werden diese ihre eigenen Berechnungen durchführen und gegebenenfalls erforderliche Gegenmaßnahmen bzw. Sicherungen durchführen.

Mit freundlichen Grüßen
DMT GmbH & Co. KG


(Kories)


(Benning)

Anlage