



# **Hauptbetriebsplan für seismische Messungen im bergrechtlichen Erlaubnisfeld „Seismik GIGA-M“ zur Aufsuchung von Erdwärme zu wissenschaftlichen Zwecken**

## **- 3D-Seismikkampagne GIGA M -**

Unternehmen:	SWM Services GmbH Emmy-Noether-Str. 2 80992 München
Aufsuchungserlaubnisfeld:	Seismik GIGA-M
Vorhaben:	Seismische Messkampagne zur großräumigen Untergrunderkundung und Lückenschließung in der Seismikabdeckung im Stadtgebiet München und unmittelbarem Umland
Genehmigungsbehörde:	Regierung von Oberbayern, Bergamt Südbayern Maximilianstraße 39, 80538 München
Planerstellung:	Dr. Andreas Schuck und Mario Vormbaum GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH Bautzner Str. 67A, 04347 Leipzig
	Dr. Dietfried Bruss SWM Services GmbH

München, den 09.07.2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "K. Thelen".

---

Dr. Karin Thelen  
Geschäftsführerin Ressort Regionale Energiewende  
Stadtwerke München GmbH

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "D. Bruss".

---

Dr. Dietfried Bruss  
Projektleiter Seismik GIGA-M  
SWM Services GmbH

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Kurzübersicht.....	4
2.	Beteiligte Verfahren .....	5
3.	Bergrechtlicher Unternehmer und Antragsteller.....	7
4.	Ausführende Unternehmen .....	7
5.	Bergrechtliche Bestellung verantwortlicher Personen.....	9
6.	Beschreibung der vorgesehenen Arbeiten .....	9
6.1.	Einholung von Genehmigungen (sog. Permitting) .....	9
6.2.	Vermessung und Markierung .....	10
6.3.	Auslage der Mess- und Registriereinheiten (Geophone).....	10
6.4.	Messvorgang und Anregungsequipment.....	12
6.5.	Nahlinienmessungen.....	15
7.	Messgebietssituation mit geplantem Messraster.....	16
8.	Zeitplan der Aufsuchungstätigkeiten .....	19
9.	Beteiligte Träger öffentlicher Belange .....	19
10.	Arbeitssicherheit .....	22
10.1.	Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte.....	22
10.2.	Arbeits- und Pausenzeiten .....	22
10.3.	Ausstattung der Arbeitskräfte mit persönlicher Schutzausrüstung.....	22
10.4.	Sicherheits- und Gesundheitsschutz .....	23
10.5.	Dienstanweisungen.....	23
10.6.	Vorübergehende Arbeitsstätten / Werkstätten .....	24
10.7.	Öffentlichkeitsarbeit und Umgang mit Besucherbetrieb .....	24
11.	Natur- und Umweltschutz.....	25
11.1.	Schutzgebiete und deren Behandlung .....	25
11.2.	Bereiche mit Kampfmittelbelastung .....	28
11.3.	Einwirkungen auf das Bodengefüge .....	28
11.4.	Einfluss auf Gebäude, Bauwerke und Versorgungsleitungen. Maßnahmen der Beweissicherung.....	29
11.5.	Abfallwirtschaft.....	30
11.6.	Betriebsstoffe .....	30
11.7.	Lärmimmission .....	31
11.8.	Sonstige Einwirkungen.....	31
12.	Gesetzliche Grundlage und Richtlinien .....	31

## Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Erdwärme-Bergbauberechtigungen im Erkundungsgebiet
- Anlage 2 Verwaltungsgrenzen im Erkundungsgebiet
- Anlage 3 Schutzgebiete im Messgebiet
- a. Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Naturdenkmale und geschützte Landschaftsbestandteile im Messgebiet
  - b. SPA- und FFH-Gebiete (NATURA 2000)
  - c. Biotope
- Anlage 4 Wasserschutzgebiete im Messgebiet
- Anlage 5 Denkmalschutz im Messgebiet: Bau- und Bodendenkmäler und Ensembles
- Anlage 6 Landschaftsökologische Begutachtung und FFH -Verträglichkeitsabschätzung
- a. Landschaftsökologische Begutachtung mit integrierter artenschutzrechtlicher Betrachtung zur seismischen Erkundung im Erlaubnisfeld GIGA-M (Längst die Landschaftsarchitekten, 02.09.2024)
  - b. FFH-Verträglichkeitsabschätzung mit integrierter artenschutzrechtlicher Betrachtung zur seismischen Erkundung im Erlaubnisfeld GIGA-M (Längst die Landschaftsarchitekten, 02.09.2024)

## 1. Einleitung und Kurzübersicht

Eine möglichst genaue Kenntnis der Untergrundverhältnisse bildet eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige Erschließung und Nutzung weiterer Geothermiepotenziale im Großraum München. Aus diesem Grund beabsichtigen die Stadtwerke München (SWM) und weitere Partner, im Rahmen eines Verbundforschungsprojektes mit dem Kürzel „GIGA M“, eine seismische Messkampagne zur weitgehenden Lückenschließung in der 3D-Seismikabdeckung im Stadtgebiet München und dem unmittelbaren Umland durchführen zu lassen. Die Messfläche umfasst ca. 1.073 km<sup>2</sup> und liegt vollständig im Erlaubnisfeld „Seismik GIGA-M“. Um eine gute Anbindung an vorliegende 3D-Seismikdatensätze (Bestandseismik) wie Unterhaching (2009), Holzkirchen (2010/2011), Freiham (2011), Isar-Loisach (2012), München Süd/GRAME (2015/2016), Pullach-Grünwald (2017/2018) und München-Südost (2019) zu ermöglichen, gibt es teilweise Messflächenüberlappungen.

Hauptziel der seismischen Erkundung ist der 500 – 600 m mächtige oberjurassische Weißjura (syn. Malm, im Weiteren verwendete Bezeichnung). Im Untersuchungsgebiet weist die Malmoberfläche einen Anstieg von SSE nach NNW auf, mit einer entsprechenden Tiefenlage zwischen ca. 4.250 m - 1.400 m unter der Geländeoberfläche, der durch mehrere Verwerfungen mit Sprunghöhen kleiner als 200 m unterbrochen wird.

Für die seismische Erkundung ist der Einsatz einer kabellosen Messtechnik mit Einzelgeophonen sowie Vibratorgruppen oder Einzelvibratoren vorgesehen. Das geplante seismische Erkundungsprogramm besteht im Wesentlichen aus folgenden Abschnitten:

- **3D-Seismikmessungen**  
Sukzessive Anregungen mit dem Vibroseis-Verfahren und Aufnahme mit Einzelsensoren.  
Fläche ca. 1.073 km<sup>2</sup>, variable Linienabstände von 500 m im Süden bis 250 m im Norden des Messgebiets, 25 m Messpunktabstände.
- **Nahlinienmessungen**  
Anregung mit beschleunigtem Fallgewicht, ca. 1 Nahlinie pro km<sup>2</sup>

## 2. Beteiligte Verfahren

Die SWM Services GmbH besitzt die vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie mit einer Befristung bis zum 31.03.2027 ausgestellte bergrechtliche Erlaubnis „Seismik GIGA-M“ zur Aufsuchung von Erdwärmesonden zu wissenschaftlichen Zwecken (Aktenzeichen StMWi-FstB-8114a/779/3; Anlage 1):

Die geplanten seismischen Untersuchungen finden innerhalb des oben genannten Erlaubnisfeldes der SWM statt und überschneiden nachfolgend aufgeführte Erdwärmesonden-Bergbauberechtigungen (siehe Tabelle 1 und Anlage 1).

Feldname	Art des erteilten Bergrechts	Rechtsinhaber	Berecht-sams-nummer	Befristet bis
AFK-Ascaim	Bergbaubewilligung	AFK-Geothermie GmbH, Aschheim	252157	28.02.2060
GPPoing	Bergbaubewilligung	Bayernwerk Natur GmbH, Unterschleißheim	400039	31.08.2062
Geothermie Garching	Bergbaubewilligung	Energie-Wende-Garching GmbH & Co. KG, Garching	400037	30.04.2062
Grünwald	Bergbaubewilligung	Erdwärme Grünwald GmbH, Grünwald	400024	31.05.2061
Geothermie Ismaning	Bergbaubewilligung	Gemeinde Ismaning	400056	31.12.2064
Großhesseloherfeld	Bergbaubewilligung	Gemeinde Pullach i. Isartal	252151	28.02.2056
feringeo	Bergbaubewilligung	Gemeinde Unterföhring, Unterföhring	252158	31.01.2060
Geothermie Taufkirchen	Bergbaubewilligung	GeoEnergie Taufkirchen GmbH & Co. KG, Grünwald	400074	30.09.2065
Erdwärme Holzkirchen	Bergbaubewilligung	Geothermie Holzkirchen GmbH	400100	30.06.2069
Unterhaching	Bergbaubewilligung	Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co KG, Unterhaching	252154	28.02.2058
Unterschleißheim	Bergbaubewilligung	GTU Geothermie Unterschleißheim AG, Unterschleißheim	252148	31.03.2055
Neu-Riem	Bergbaubewilligung	Stadtwerke München GmbH - SWM Services GmbH	252152	31.05.2056
München-Freiham	Bergbaubewilligung	Stadtwerke München GmbH, 80287 München	400092	31.12.2067
Dürrnhaar	Bergbaubewilligung	SWM Services GmbH, München	400015	31.10.2060
München-Sauerlach	Bergbaubewilligung	SWM Services GmbH, München	400017	30.11.2060
Neukirchstockach	Bergbaubewilligung	SWM Services GmbH, München	400025	31.07.2061
Gauting West	Bergbauerlaubnis gewerblich	1. ASTO Park Gauting Entwicklungs GmbH, 2. HEIZWERK Management GmbH, 3.Silenos Energy GmbH, Köln	400082	31.03.2025
Gauting-Ost	Bergbauerlaubnis gewerblich	1. ASTO Park Gauting Entwicklungs GmbH, 2. HEIZWERK Management GmbH, 3.Silenos Energy GmbH, Köln	400114	30.11.2025
BMW Milbertshofen	Bergbauerlaubnis gewerblich	Bayerische Motoren Werke AG, München	400125	31.05.2027
Wolfratshausen	Bergbauerlaubnis gewerblich	Enex Geothermieprojekt Geretsried Nord GmbH & Co. KG, Geretsried-Gelting, Eavor Erdwärme Geretsried GmbH, Frankfurt am Main	151074	30.09.2024
Planegg	Bergbauerlaubnis gewerblich	Gemeinde Gräfelfing, Ruffiniallee 2, 82166 Gräfelfing	151084	30.11.2025
Erdwärme Vaterstetten	Bergbauerlaubnis gewerblich	Gemeinde Vaterstetten	400157	30.09.2028
Geiselbullach	Bergbauerlaubnis gewerblich	Gemeinsames Kommunalunternehmen für Abfallwirtschaft Anstalt des öffentlichen Rechts der Landkreise Fürstenfeldbruck und Dachau (Kurzform: GfA A.d.ö.R.)	400137	30.04.2028
Pullach Süd	Bergbauerlaubnis gewerblich	Innovative Energie für Pullach GmbH (IEP), Pullach	400122	14.06.2027
Karlsfeld Ost	Bergbauerlaubnis gewerblich	MTU Aero Engines AG, München	400110	31.07.2025
Karlsfeld-Nord	Bergbauerlaubnis gewerblich	opportunities & friends GmbH,Jennerweg 11,85748 Garching;MAN Truck & Bus SE,Dachauer Straße 667,80995 München	400134	31.01.2028
Fürstenfeldbruck-Nord	Bergbauerlaubnis gewerblich	Stadtwerke Fürstenfeldbruck GmbH	400152	30.09.2028
Neuperlach	Bergbauerlaubnis gewerblich	SWM Services GmbH, München	151090	30.06.2025
München-Sendling	Bergbauerlaubnis gewerblich	SWM Services GmbH, München	151156	28.02.2026
Freimann	Bergbauerlaubnis gewerblich	SWM Services GmbH, München	400048	30.04.2025
München-Feldmoching	Bergbauerlaubnis gewerblich	SWM Services GmbH, München	400121	31.12.2026
Dingharting-Attenham	Bergbauerlaubnis gewerblich	SWM Services GmbH, München	400132	29.02.2028
Neufahrn-Eching	Bergbauerlaubnis gewerblich	Zweckverband Versorgungs- und Verkehrsbetriebe Neufahrn/Eching	400146	31.08.2027
GeoFwFreising	Bergbauerlaubnis grossräumig	FernwärmeverSORGUNG Freising GmbH	400151	31.07.2028
Seismik Giga-M	Bergbauerlaubnis wissenschaftlich	SWM Services GmbH	400156	31.03.2027

Tabelle 1: Von den seismischen Messungen betroffene Bergbauberechtigungen zum Bodenschatz Erdwärme.

### **3. Bergrechtlicher Unternehmer und Antragsteller**

Unternehmer i.S. § 58 BBergG ist die SWM Services GmbH, 80287 München, vertreten durch

Frau Dr. Karin Thelen  
(Geschäftsführerin Ressort Regionale Energiewende)  
Telefon: +49 89 2361 2300  
E-Mail: thelen.karin@swm.de

Herr Dr. Dietfried Bruss  
(Projektleiter Seismikkampagne)  
Telefon: +49 89 2361 2212  
E-Mail: bruss.dietfried@swm.de

Herr Richard Kretzschmar  
(Stellvertretender Projektleiter Seismikkampagne)  
Telefon: +49 89 2361 39524  
E-Mail: kretzschmar.richard@swm.de

### **4. Ausführende Unternehmen**

Mit der Durchführung, Begleitung und Überwachung der seismischen Messkampagne hat die SWM Services GmbH folgende Unternehmen beauftragt:

#### **Seismik-Kontraktor**

DMT GmbH & Co. KG  
Am TÜV 1  
45307 Essen  
  
Ansprechpartner: Dr. Rüdiger Misiek  
Telefon: 0201 1721971  
Mobil: 0151 14263880  
E-Mail: ruediger.misiek@dmt-group.com

#### **Weitere vom Seismik-Kontraktor beauftragte Firmen (Subkontraktoren)**

Vom Seismik-Kontraktor wurden für die Durchführung spezieller Aufgaben weitere Firmen beauftragt.

#### **Einhaltung der Zugangs- und Betretungsgenehmigungen (Permitting)**

Informations & Planungsservice GmbH  
Lärchenweg 7  
29227 Celle

Ansprechpartner: Kevin Brockert

Telefon: 05141 980936

E-Mail: k.brockert@ips-celle.de

### **Kampfmittelerkundung und -bergung**

SCHOLLENBERGER Kampfmittelbergung GmbH

Industriestraße 4a

29227 Celle

### **Datenbearbeitung**

DMT Petrologic GmbH & Co. KG

Karl-Wiechert-Allee 76

30625 Hannover

Ansprechpartner: Franco Rost

Telefon: 0511 5413917

E-Mail: franco.rost@dmtpetrologic.com

Sollte der Seismik-Kontraktor weitere Firmen zur Erfüllung wesentlicher Aufgaben (z.B. begleitende Erschütterungsmessungen, Nahlinienmessungen, Verkehrssicherung) als Nachunternehmer beauftragen (Subkontraktoren), so werden diese dem Bergamt Südbayern unmittelbar nach Auftragsvergabe bekanntgegeben.

### **Weitere vom Unternehmer beauftragte Firmen**

Vom Unternehmer wurden für spezielle Aufgaben weitere Firmen beauftragt:

### **Ökologische Begleitung**

LÄNGST die LANDSCHAFTSARCHITEKTEN

Am Kellenbach 21

84036 Landshut-Kumhausen

Ansprechpartner: Stefan Längst

Telefon: 0871 55751

E-Mail: info@laengst.de

### **Überwachung der Messkampagne („Client Representative“)**

GGL Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH

Bautzner Str. 67A

04347 Leipzig

Ansprechpartner: Dr. Andreas Schuck

Telefon: 0341 23416322

Mobil: 0151 14825131

E-Mail: andreas.schuck@ggl-gmbh.de

## 5. Bergrechtliche Bestellung verantwortlicher Personen

Die Anzeige der Bestellung verantwortlicher Personen nach § 60 Abs. 2 BBergG erfolgt rechtzeitig vor dem Beginn der Messungen in schriftlicher Form oder per Online-Verfahren beim Bergamt Südbayern.

## 6. Beschreibung der vorgesehenen Arbeiten

Die vorgesehenen Arbeiten untergliedern sich wie folgt:

- a) Einholen der erforderlichen Genehmigungen (sog. Permitting, s. Kap. 6.1)
- b) Einmessen und zeitweiliges Markieren der Messkonfiguration bzw. der Aufnahme- und Anregungspunkte (s. Kap. 6.2).
- c) Auslegen der Mess- und Registriereinheiten/Geophone (s. Kap. 6.3)
- d) Abfahren der vorbereiteten Strecke mit Vibrationsfahrzeugen und Anregung seismischer Wellen an den vorgesehenen Anregungspunkten (s. Kap. 6.4)
- e) Durchführung von Nahlinienmessungen zur Aufnahme der oberflächennahen Schichten (s. Kap. 6.5). Die Arbeiten finden gleichzeitig zu den eigentlichen seismischen Arbeiten statt.
- f) Einsammeln des Messequipments (s. Kap. 6.4)
- g) Rekultivierung des Geländes (s. Kap. 11.2).
- h) Schadensregulierung (s. Kap. 11.2).

### 6.1. Einholung von Genehmigungen (sog. Permitting)

In einem ersten Arbeitsschritt (sog. *Pre-Permitting*) werden alle von der Seismikkampagne betroffenen Träger öffentlicher Belange (TÖB), wie Behörden, Landkreise, Städte und Gemeinden informiert und die erforderlichen Genehmigungen und Unterlagen eingeholt. Dazu gehören u.a. Leitungspläne der Versorgungsunternehmen, Auflagenbelange des Umweltschutzes und Erlaubnisse zur Wege- und Straßen Nutzung. Gemäß § 39 BBergG ist vor Beginn der Aufsuchungstätigkeiten die Zustimmung aller von der Messung betroffenen Grundeigentümer und sonstigen Nutzungsberechtigten (z.B. Pächter) einzuholen (Betretungsgenehmigungseinhaltung, sog. *Permitting*). Sind dazu Gestattungsverträge zu schließen, so geschieht dies zwischen dem rechtlichen Vertreter einer Liegenschaft und dem Auftraggeber der Messungen, der SWM Services GmbH.

Die erforderlichen Genehmigungen werden von Fachbearbeitern (sog. *Permitter*) im Auftrag des Auftraggebers eingeholt. Während der Durchführung der seismischen Messkampagne begleiten sie die Ausführung der Arbeiten vor Ort (*Permit-Online*) und sind erste Ansprechpartner bei Fragen der Öffentlichkeit, zur Rekultivierung und zur Entschädigung bzw. Schadensregulierung.

## 6.2. Vermessung und Markierung

Die Lage und Höhe aller Registrierungs- und Anregungspunkte werden mithilfe satellitengestützter Vermessungseinrichtungen (D-GPS) eingemessen und bei Bedarf temporär durch Markierungsfarben und/oder Holzpfölcke gekennzeichnet (Abbildung 1). In Bereichen mit nicht ausreichendem Satellitenempfang erfolgt eine terrestrische Einmessung mittels Inertialsysteme oder Totalstationen (elektronische Tachymeter).

Das Einmessen erfolgt zu Fuß, so dass keine oder nur sehr geringe Flurschäden zu erwarten sind. Es werden für die Vermessung keine Sichtschneisen angelegt oder Unterholz entfernt.



Abbildung 1: Einmessung eines Anregungspunktes mittels D-GPS (links) und temporäre Kennzeichnung durch Markierungsfarbe.

## 6.3. Auslage der Mess- und Registriereinheiten (Geophone)

Für den Empfang und die Aufnahme der seismischen Wellen wird ein kabelloses Messsystem eingesetzt, bei dem jede Mess- und Registriereinheit (Geophon) eigenständig die seismischen Signale aufzeichnet, so dass untereinander keine Kabelverbindung benötigt wird. Jedes Geophon besteht dabei aus einer programmierbaren, autark arbeitenden Registriereinheit, die u. a. A/D-Wandler, Speichereinheit, Akku, GPS sowie ggf. eine kabellose Schnittstelle zur Übertragung von Statusdaten zur Qualitätskontrolle (z.B. WLAN) enthält und einem Einzelsensor zur Schallwellenmessung. Zum Einsatz kommen hier Beschleunigungssensoren auf Basis von Mikro-Elektro-Mechanischen Systemen (MEMS), die gewährleisten die seismischen Signale über einen großen Frequenzbereich (ab ungefähr 1 Hz) verzerrungsfrei zu registrieren (Abbildung 2).



Abbildung 2: Mess- und Registriereinheit Sercel WiNG auf Basis von MEMS als Einzelsensoren. Der an der Trageschlaufe befestigte Zettel enthält Informationen über den Eigentümer des Sensors, den Auftraggeber und die seismische Messung (z.T. per QR-Code).

Das Auslegen der kabellosen, autonomen Mess- und Registriereinheiten (Geophone) erfolgt sowohl entlang von Straßen und Wegen als auch abseits davon, auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen oder anderen Grünflächen. Diese und weitere Tätigkeiten wie Austausch, Überprüfung, Einsammeln werden weitestgehend zu Fuß ausgeführt. Die durchführenden Personen halten sich dabei regulär nur kurzzeitig an den jeweiligen Messpunkten im Gelände auf.

Die Registrierung der seismischen Wellen erfolgt auf Nordnordwest – Südsüdost ausgerichteten, möglichst parallel ausgelegten Messlinien, mit einem variablen Abstand von ca. 500 m im Süden bis ca. 250 m im Norden des Messgebiets. Der Abstand zwischen den Geophonen entlang der Linien sollte möglichst 25 m betragen. Von diesem theoretischen Messraster kann, z. B. in besonders sensiblen Schutzgebieten, flexibel abgewichen werden. Es werden fortlaufend jeweils ca. 50 – 160 km<sup>2</sup> große Teilflächen mit Geophonen bestückt. Die Auslagelinien werden sukzessive während der Messkampagne versetzt, so dass bis Messende die gesamte Messfläche mit Geophonen abgedeckt wurde. Zur Registrierung schalten sich alle Geophone täglich kurz vor dem Start der Messtätigkeiten (Kap. 10.2) automatisch an, registrieren während der Arbeitszeit kontinuierlich und schalten sich nach der Arbeitszeit wieder ab. Die Funktionsfähigkeit aller ausgelegten Sensoren wird täglich mindestens einmal mittels Funk-Netzwerk geprüft.

Nach Abschluss der Messtätigkeiten erfolgt eine ordnungsgemäße Wiederherrichtung des Geländes (Kap. 11.3). Alle ausgelegten Geophone sowie die Markierungen der Vermessung (Holzpfölcke, Bänder zur Kennzeichnung des Profilverlaufs) werden wieder eingesammelt.

## 6.4. Messvorgang und Anregungsequipment

Die großräumige Untergrunderkundung soll mit Hilfe einer minimalinvasiven Methode, der sogenannten Vibroseismik durchgeführt werden. Mit speziellen Vibratorfahrzeugen, bestückt mit einer absenkbarer Vibrationsplatte, werden an der Erdoberfläche elastische Wellen (Schallwellen) in einem bestimmten Frequenzspektrum erzeugt. Diese werden auf ihrem Laufweg im Untergrund an Grenzschichten zwischen Gesteinsformationen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften reflektiert oder gebrochen. In Abhängigkeit von der Tiefenlage der reflektierenden Grenzschicht und der gesteinsspezifischen Ausbreitungsgeschwindigkeit, erreichen die reflektierten Wellen nach einer gewissen Laufzeit wieder die Erdoberfläche und werden dort durch Geophone aufgezeichnet. Nach einer der Messung folgenden Datenbearbeitung und -interpretation soll schließlich ein dreidimensionales Abbild des Untergrundes entstehen, in dem geologische Strukturen räumlich und lagerichtig dargestellt sind.

Die Anregung der Schallwellen soll, entsprechend dem Messraster, punktförmig entlang von Linien mit einem variablen Abstand von ca. 500 m im Süden bis ca. 250 m im Norden des Messgebiets und möglichst senkrecht zu den Registrierlinien durchgeführt werden. Der Abstand zwischen den Anregungspunkten entlang der Linien sollte ebenfalls 25 m betragen. Von diesem Messraster kann flexibel abgewichen werden, um das vorhandene Straßen- und Wegenetz möglichst optimal, vor allem für die Anregungspunktlinien zu nutzen.

Jeder Anregungspunkt wird, dem Messraster entsprechend, während der gesamten Messkampagne jeweils nur einmal angefahren. Dabei können, je nach eingesetztem Verfahren, bis zu sechs einzelne Vibratorfahrzeuge bzw. Vibratorgruppen gleichzeitig an unterschiedlichen Stellen im Messgebiet aktiv sein. Weitere Vibratorfahrzeuge stehen in Reserve, um regelmäßige Wartungen bzw. Austausche zu ermöglichen.

Angekommen an den Anregungspunkten, senken die Vibratorfahrzeuge eine ca. 2,5 m<sup>2</sup> große Bodenplatte ab, über die dann ein oder mehrere Vibrationssignale über eine Dauer von maximal 60 Sekunden im Frequenzbereich von 3 Hz bis 120 Hz in den Boden abgestrahlt werden. Die auf die Bodenplatte ausgeübte Anregungskraft kann, abhängig von den lokalen Gegebenheiten (Bebauung, Untergrund), variiert werden. Die Anregungskraft beträgt beispielsweise bei Vibratoren des Typs AHV IV, PLS-362/364 maximal 275 kN (Abbildung 3) und bei Vibratoren des Typs Univib, PLS-326 maximal 115 kN (Abbildung 4). Üblicherweise wird mit Leistungen zwischen 30 % und 80 % der Maximalkraft gearbeitet, so dass die in der DIN 4150-3 „Erschütterungen im Bauwesen, Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ vorgegebenen Anhaltswerte für Schwinggeschwindigkeiten an benachbarten Gebäuden nicht überschritten werden. Begleitende Erschütterungsmessungen an den nächstliegenden Gebäuden dienen der Einhaltung dieser Richtwerte und zur Beweissicherung (Kap.11.4). Die kleineren Vibratoren Univib, PLS-326 werden bei sehr beschränkten Platzverhältnissen eingesetzt oder wenn absehbar ist, dass die größeren Vibratoren AHV IV, PLS 362, selbst bei reduzierter Kraft die Anhaltswerte der DIN 4150-3 nicht einhalten können.

Die Vibratorfahrzeuge sind mit lärmgedämmten Dieselmotoren und Hydraulikantrieben ausgestattet. Der Schalldruckpegel bei Vollast beträgt in 10 m Entfernung seitlich vom Fahrzeug maximal ca. 87 dB(A) und in 2 m Entfernung ca. 94 dB(A). Die Vibratorfahrzeuge sind per Einzelgenehmigung nach §§ 70 und 19 StVZO für den Straßenverkehr zugelassen und haben eine Erlaubnis entsprechend § 29 StVO. Alle Fahrzeuge sind mit gelben Rundumleuchten ausgestattet. Auf öffentlichen Straßen und Wegen wird jedes Vibratorfahrzeug oder jede Vibratorgruppe durch je ein Verkehrssicherungsfahrzeug vorn und hinten begleitet und entsprechend den eingeholten verkehrsrechtlichen Anordnungen abgesichert. Die Anregungspunkte liegen ausschließlich auf Wegen oder Straßen. Wege werden nur befahren, wenn die Zustimmung des Grundeigentümers und sonstigen Nutzungsberechtigten vorliegt und keine nennenswerten Spuren oder Flurschäden zu erwarten sind. Die Bodenpressung der Vibratorfahrzeuge entspricht durch die Verwendung von Niederdruck-Breitreifen etwa denen von schweren landwirtschaftlichen Fahrzeugen (z.B. Traktor).

Nach Abschluss der Messungen werden alle Messgeräte (Geophone) sowie alle Markierungen (Messpflöcke) im Messgebiet entfernt.

Vor Beginn der 3D-seismischen Messungen werden in einem zweitägigen Test die optimalen Anregungsparameter an mindestens zwei geeigneten Lokationen im Messgebiet bestimmt. Bei diesem Parametertest werden an mindestens 40 aufeinander folgenden Anregungspunkten, entlang von ggf. extra einzurichtenden Geophonlinien mit einer Mindestlänge von 4000 m im Süden und 2000 m im Norden des Messgebiets, seismische Wellen angeregt. Nach Abschluss der Testsequenzen werden die Registriereinheiten ausgelesen, die digitalen Daten aufbereitet, bearbeitet und als Zeitschnitte entlang des Profils dargestellt. Der Test dient insbesondere der Bestimmung der optimalen Anregungsparameter (Frequenzbereich, abgestrahlte Energie) und als Nachweis für die korrekte Arbeitsweise der autark aufzeichnenden Registriereinheiten.



Abbildung 3: Beispiel Vibratorfahrzeug INOVA AHV IV mit der Vibratoreinheit PLS-362.



Abbildung 4: Beispiel Vibratorfahrzeug INOVA Univib mit der Vibratoreinheit PLS-326.

## 6.5. Nahlinienmessungen

Begleitend zu den Vibroseis-Messungen (Reflexionsseismik-Verfahren) werden sogenannte Nahlinienmessungen, nach dem Prinzip der Refraktionsseismik, über das Messgebiet verteilt durchgeführt, um detaillierte Informationen über den Aufbau der oberflächennahen Schichten zu sammeln (Wellenausbreitungsgeschwindigkeit in und Mächtigkeit der Verwitterungsschicht). Diese Informationen werden zur Berechnung statischer Korrekturen bei der späteren Datenbearbeitung genutzt. Bei dem Messverfahren werden an der Erdoberfläche mit einem beschleunigten Fallgewicht seismische Wellen angeregt (Abbildung 5) und durch Geophone, die auf einem Profil von ca. 200 m Länge ausgelegt und über ein Kabel mit der Messapparatur verbunden sind, registriert. Geplant sind ein bis zwei Nahlinienmessungen pro Quadratkilometer. In Abhängigkeit der Messergebnisse können weitere Nahlinienmessungen zur Verdichtung erforderlich sein.



Abbildung 5: Beispiel einer Nahlinienmessung mit beschleunigtem Fallgewicht

## 7. Messgebietssituation mit geplantem Messraster

Die geplante 3D-seismische Messfläche beträgt ca. 1.073 km<sup>2</sup> und sie wurde unter Berücksichtigung der Interessensgebiete der Forschungspartner und der Bestandseismikflächen festgelegt. Das Messraster wurde, entsprechend den geologischen Vorgaben, mit den Empfangspunktelinien ungefähr senkrecht zum Streichen des Zielhorizontes (Malm) ausgerichtet und enthält in der theoretischen Planung 118.781 Anregungs- und 124.238 Empfangspunkte (Abbildung 6 und Anlage 1).

Das Messgebiet liegt vollständig innerhalb des in Kap. 2 genannten Erlaubnisfelds „Seismik GIGA-M“ der SWM Services GmbH.

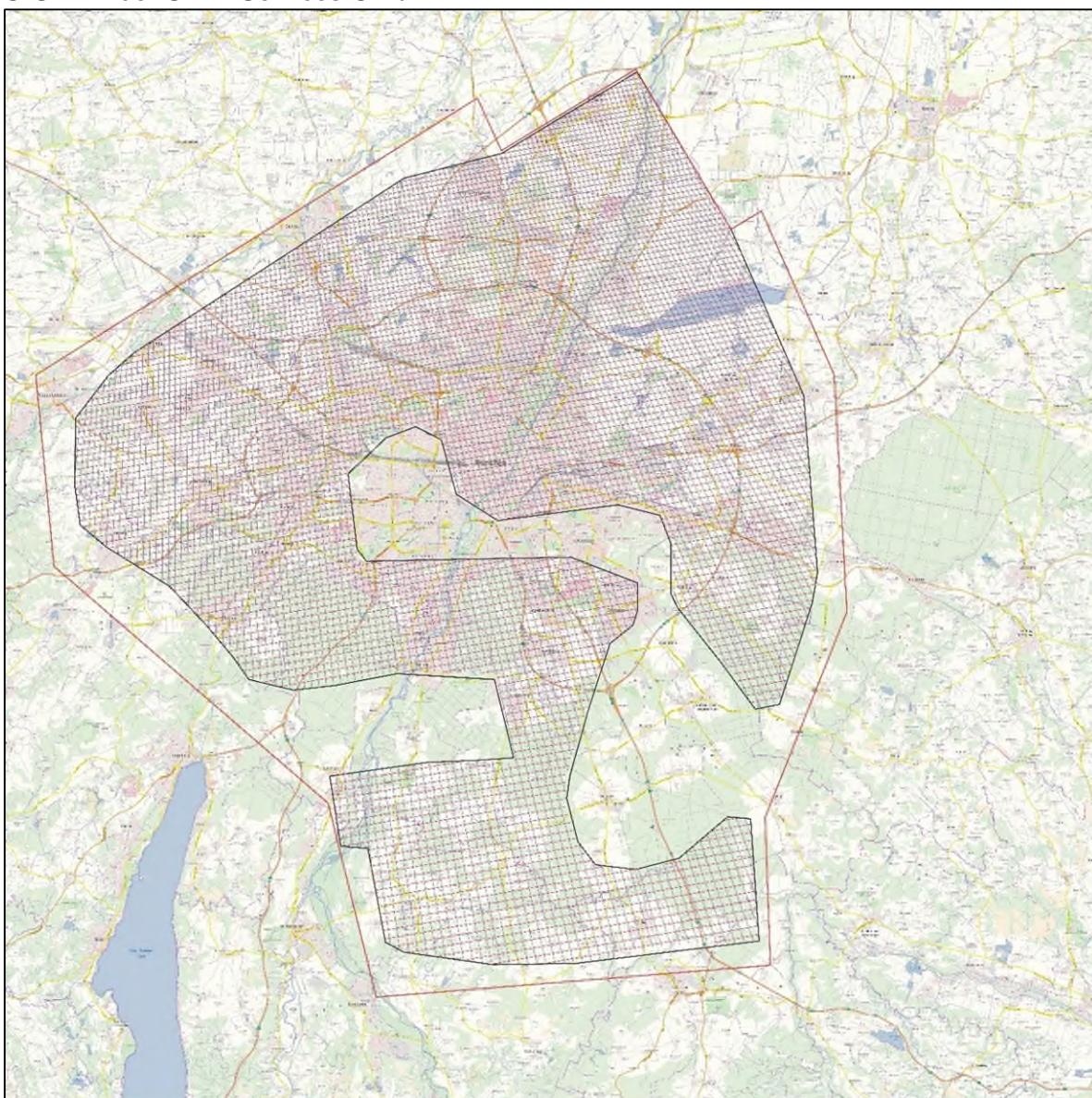


Abbildung 6: Schematische Skizze der Messfläche (schwarze Umrandung) mit theoretischem Messraster: Empfangslinien (blau) in NNW-SSE- und Anregungspunktelinien (rot) in WSW-ENE-Richtung. Der Linienabstand ist variabel und verringert sich von Süden nach Norden. Das Erlaubnisfeld GIGA-M ist rot umrandet.

Das Messgebiet umfasst eine Vielzahl an Landnutzungsarten: dichte Wohnbebauung, Industrie- und Gewerbegebiete, Gemeinden mit kleinstädtischem oder dörflichem Charakter sowie forst- und landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die urbanen Gebiete sind von einem engmaschigen Straßennetz durchzogen. Außerhalb des Siedlungsraums der Landeshauptstadt München dünnnt das Straßennetz aus, die Gemeinden sind unmittelbar von landwirtschaftlichen Flächen umgeben und das Straßen- und Wegenetz läuft meist sternförmig auf die jeweilige Ortschaft zu. Mehrere Bundesautobahnen und diverse Bahnlinien verlaufen durch das Messgebiet. Ein Großteil der geplanten Messfläche ist forst- und landwirtschaftlich geprägt. Innerhalb der forstwirtschaftlich genutzten Flächen ist das Straßen- und Wegenetz, historisch bedingt (sogenannte „Geräumte“), relativ regelmäßig angeordnet. Allerdings unterscheiden sich in den verschiedenen Forsten sowohl die Ausrichtung des Straßen- und Wegenetzes als auch die Abstände zwischen den „Geräumten“, so dass eine umfassende Orientierung des Messrasters daran nicht möglich ist.

Innerhalb des Messgebiets liegen die Geländehöhen etwa zwischen 450 m ü. NN im Norden und 750 m ü. NN im Süden. Der Verlauf der Topographie ist mit Ausnahmen der Einschnitte durch die Flussläufe sowie einigen Erhebungen im Süden des Messgebiets weitestgehend ruhig. Hauptgewässer im Messgebiet sind die Isar und der Ismaninger Speichersee. Eine Vielzahl weiterer Wasserläufe und Wasserflächen sind ebenfalls vorhanden.

Im Messgebiet liegen verschiedene Schutzgebiete vor, wie z.B. Naturschutz- und FFH-Gebiete, Biotopflächen sowie Landschaftsschutz- und Wasserschutzgebiete. Die Größe und Anzahl der Schutzgebiete sind regional sehr unterschiedlich. Die erforderliche Einhaltung der Schutzziele wird in Kap. 11.1 und Anlage 6 beschrieben.

Aufgrund des überwiegend urbanen Charakters des Messgebiets sowie der Notwendigkeit, dass die vibroseismischen Anregungen im Wesentlichen auf Straßen, Wegen oder Plätzen erfolgen sollen, ist es nachvollziehbar, dass das theoretische Messraster in der Praxis nicht eingehalten werden kann. Im Verlauf der Messgebietsbesichtigung (Scouting) und dem Einholen der Genehmigungen (Permitting) wird dieses fortwährend an die wechselhaften Verhältnisse des Straßen-, Wege- und Leitungsnetzes, der Bebauung, unterschiedlicher Schutzgebiete, etc. angepasst. Zum einen werden die Anregungspunkte nach Möglichkeit auf für die Vibratorfahrzeuge geeignete Straßen oder befestigte Wege gelegt. Zum anderen werden sukzessive Betretungsgenehmigungen bzw. Wegerechte bei betroffenen Grundstückseigentümern und –nutzern eingeholt und das Messraster entsprechend den vorliegenden Genehmigungen angepasst. Sollte für eine Fläche keine Betretungsgenehmigung vorliegen, wird diese bei der Messplanung ausgenommen. Weiterhin werden sensible Gebiete, wie Biotope, nach Möglichkeit von der Befahrung und Anregung gemieden (s. hierzu Kap. 11.1). Die Abstände der Anregungspunktlinien können, in einem bestimmten Rahmen, variabel den vorliegenden Verhältnissen angepasst werden; somit besteht die Möglichkeit, Eingriffe in sensible Bereiche auch komplett zu vermeiden, bzw. die Beeinträchtigungen auf ein Minimum zu reduzieren. Aufgrund begrenzter Möglichkeiten der Verlegung von Anregungs- und Empfangspunkten wird geschätzt, dass sich gegenüber dem

theoretischen Messraster die Anzahl der Anregungspunkte um ca. 27 % auf 86.778 und die der Empfangspunkte um ca. 3 % auf 120.758 reduziert. Eine mögliche Verteilung der Lagen von Anregungs- und Empfangspunkten ist in der Abbildung 7 dargestellt. Dieses „realistische Layout“ ist ein unverbindliches, ausschließlich auf der Grundlage von Karten und Luftbildern erstelltes Beispiel.

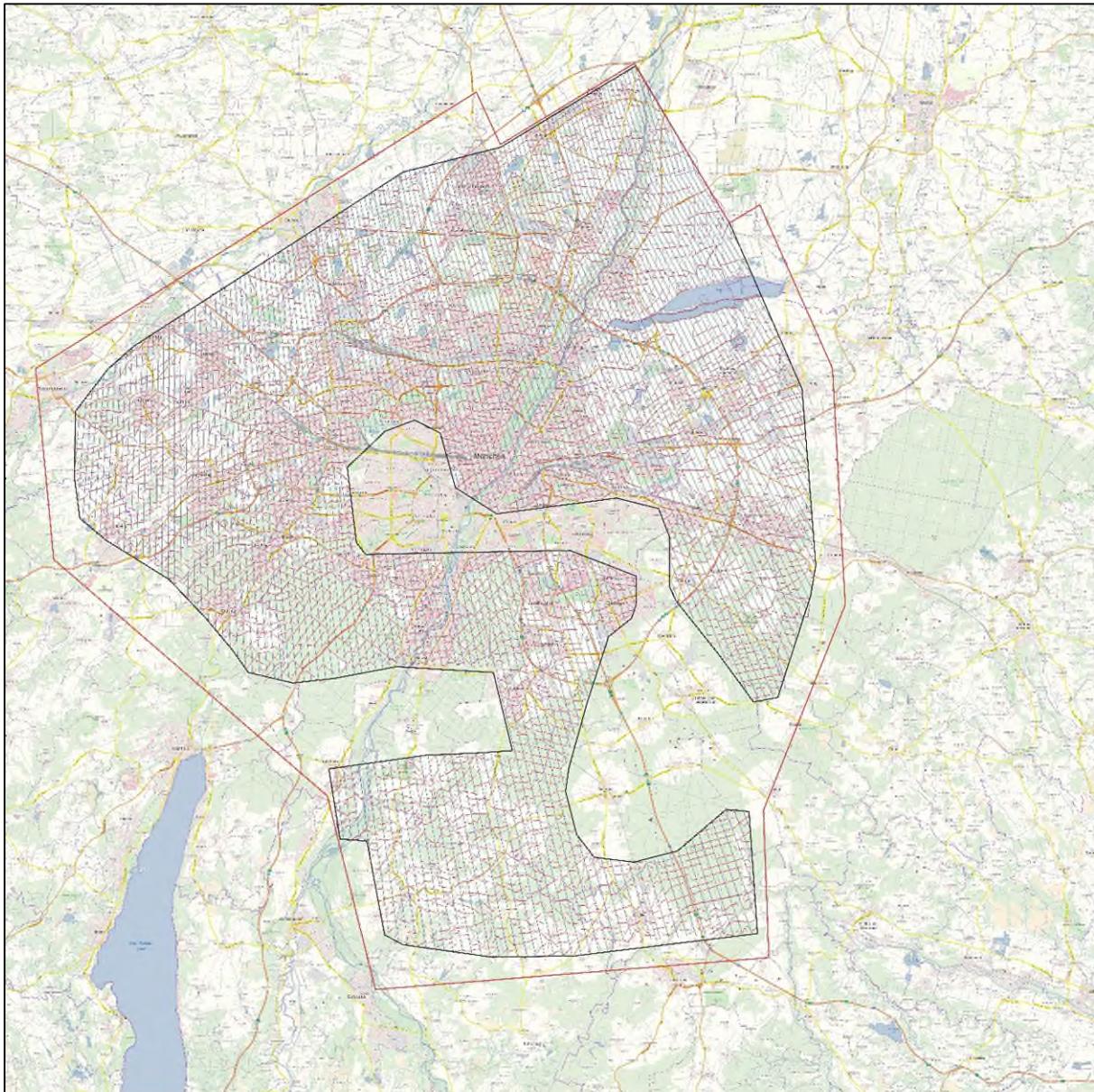


Abbildung 7: Geplante Messfläche (schwarze Umrandung) mit „Realistischem Messraster“: Anregungspunkte sind rot, Empfangspunkte blau gekennzeichnet; Das Erlaubnisfeld GIGA-M ist rot umrandet.

## 8. Zeitplan der Aufsuchungstätigkeiten

Es ist geplant, die Datenakquisition im März 2026 zu beginnen und bis Ende Juni 2026 abzuschließen. Das Einholen der notwendigen Planungsunterlagen und Genehmigungen (*Permitting*) wurde nach der Beauftragung des Seismikdienstleister gestartet. Der in Tabelle 2 dargestellte Zeitplan ist vorläufig.

<b>3D-Seismikkampagne GIGA M</b>	
Beginn der Genehmigungseinholungen (Permitting)	Juli 2025
Beginn der Vermessungsarbeiten und Geophonauslage	Februar 2026
Beginn der Datenakquisition	März 2026
Ende der Datenakquisition	Juni 2026

Tabelle 2: Vorläufiger Zeitplan

## 9. Beteiligte Träger öffentlicher Belange

Von den geophysikalischen Untersuchungen sind die im Folgendem aufgelisteten Träger öffentlicher Belange (TÖB) betroffen (vgl. Anlage 2).

**Bundesland:** Bayern

**Regierungsbezirk:** Oberbayern

**Landkreise, Ämter, Städte, Märkte, Verwaltungsgemeinschaften und Gemeinden:**

- Landeshauptstadt München
  - Stadtverwaltung München
- Landkreis München
  - Landratsamt München
    - Gemeinde Oberschleißheim
    - Stadt Unterschleißheim
    - Stadt Garching bei München
    - Gemeinde Ismaning
    - Gemeinde Unterföhring
    - Gemeinde Aschheim
    - Gemeinde Kirchheim bei München
    - Gemeinde Feldkirchen
    - Gemeinde Haar
    - Gemeinde Putzbrunn
    - Gemeinde Grasbrunn
    - Gemeinde Hohenbrunn
    - Gemeinde Höhenkirchen-Siegertsbrunn
    - Gemeinde Gräfelfing

- Gemeinde Planegg
- Gemeinde Neuried
- Forstenrieder Park (gemeindefreies Gebiet)
- Gemeinde Pullach im Isartal
- Gemeinde Grünwald
- Grünwalder Forst (gemeindefreies Gebiet)
- Perlacher Forst (gemeindefreies Gebiet)
- Gemeinde Unterhaching
- Gemeinde Neubiberg
- Gemeinde Ottobrunn
- Gemeinde Taufkirchen
- Gemeinde Brunnthal
- Gemeinde Aying
- Gemeinde Sauerlach
- Gemeinde Oberhaching
- Gemeinde Straßlach-Dingharting
- Gemeinde Baierbrunn
- Gemeinde Schäftlarn
- Landkreis Dachau
  - Landratsamt Dachau
    - Große Kreisstadt Dachau
    - Gemeinde Hebertshausen
    - Gemeinde Haimhausen
    - Gemeinde Karlsfeld
    - Gemeinde Bergkirchen
- Landkreis Freising
  - Landratsamt Freising
    - Gemeinde Eching
    - Gemeinde Neufahrn bei Freising
    - Gemeinde Hallbergmoos
- Landkreis Erding
  - Landratsamt Erding
    - Gemeinde Moosinning
    - Gemeinde Finsing
- Landkreis Ebersberg
  - Landratsamt Ebersberg
    - Gemeinde Pliening
    - Gemeinde Poing
    - Gemeinde Vaterstetten
    - Gemeinde Zorneding
    - Gemeinde Oberpframmern
    - Gemeinde Egmating (Mitglied der Verwaltungsgemeinschaft Glonn)

- Landkreis Miesbach
  - Landratsamt Miesbach
    - Gemeinde Valley
    - Markt Holzkirchen
    - Gemeinde Otterfing
- Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen
  - Landratsamt Bad Tölz - Wolfratshausen
    - Gemeinde Dietramszell
    - Gemeinde Egling
    - Gemeinde Icking
- Landkreis Starnberg
  - Landratsamt Starnberg
    - Stadt Starnberg
    - Gemeinde Gauting
    - Gemeinde Krailling
    - Gemeinde Gilching
- Landkreis Fürstenfeldbruck
  - Landratsamt Fürstenfeldbruck
    - Große Kreisstadt Germering
    - Gemeinde Alling
    - Stadt Puchheim
    - Gemeinde Eichenau
    - Große Kreisstadt Fürstenfeldbruck
    - Gemeinde Emmering
    - Stadt Olching
    - Gemeinde Gröbenzell

**Wasserwirtschaftsämter** - WWA München (Landeshauptstadt München, Lkr. München, Dachau, Freising, Erding und Fürstenfeldbruck)

- WWA Rosenheim (Lkr. Ebersberg und Miesbach)
- WWA Weilheim (Lkr. Starnberg und Bad Tölz - Wolfratshausen)

**Forstämter** - AELF Ebersberg-Erding (Stadt u. Lkr. München, Lkr. Freising, Erding und Ebersberg)

- AELF Holzkirchen (Lkr. Miesbach und Bad Tölz-Wolfratshausen)
- AELF Fürstenfeldbruck (Lkr. Fürstenfeldbruck und Dachau)
- AELF Weilheim i. OB (Lkr. Starnberg)

**Bauämter** - Bayerische Staatsforsten

- Staatliches Bauamt Freising (Lkr. München, Dachau, Freising, Erding und Fürstenfeldbruck)

- Staatliches Bauamt Rosenheim (Lkr. Ebersberg und Miesbach)
- Staatliches Bauamt Weilheim (Lkr. Starnberg und Bad Tölz-Wolfratshausen)
- Polizeipräsidium München
- Polizeipräsidium Oberbayern Nord
- Polizeipräsidium Oberbayern Süd
- Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege

**Polizeipräsidien****Denkmalschutz**

Die geplanten seismischen Untersuchungen finden allesamt innerhalb des Erlaubnisfeldes „Seismik GIGA-M“ zur Aufsuchung von Erdwärme zu wissenschaftlichen Zwecken der SWM Services GmbH (Kapitel 2) statt.

## **10. Arbeitssicherheit**

### **10.1. Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte**

Der Messtrupp wird insgesamt aus ca. 80 bis 100 Personen bestehen. Ein Organigramm des Messtrupps mit namentlicher Aufführung aller Ansprechpartner und deren Telefonnummern wird vor Messbeginn nachgereicht.

### **10.2. Arbeits- und Pausenzeiten**

Die Arbeitszeiten des Messtrupps entsprechen dem geltenden Arbeitsrecht und es sind von Montag bis Samstag jeweils bis zu 10 Stunden Arbeitszeit am Tag zzgl. Pause geplant. An Sonntagen und an gesetzlichen Feiertagen finden keinen Arbeiten statt. In Abhängigkeit vom Messfortschritt und den örtlichen Gegebenheiten kann ggf. ein Zweischichtbetrieb eingerichtet werden, wobei sich die Arbeiten auf Zeiten zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr beschränken.

### **10.3. Ausstattung der Arbeitskräfte mit persönlicher Schutzausrüstung**

Den Arbeitskräften wird eine geeignete persönliche Schutzausrüstung (PSA) entsprechend den Erfordernissen und den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften zur Verfügung gestellt. Diese kann abhängig von den auszuführenden Arbeiten z.B. Sicherheitsschuhe, Warnweste, Handschuhe, Augenschutz, Gehörschutz, Schutzhelm umfassen.

## 10.4. Sicherheits- und Gesundheitsschutz

Die seismischen Messungen werden unter vollständiger Beachtung der Regelungen für Sicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz, SGU (engl. Health, Safety, Environment; HSE) und der international anerkannten Regeln für die qualitäts- und sicherheitsgerechte Ausführung seismischer Messungen ausgeführt. Die ausführende Firma hat ein SGU-Managementsystem implementiert, das allen Mitarbeitern als verbindliche Richtlinie für sicheres, kundenorientiertes und verantwortliches Handeln dient. Dabei stehen insbesondere die Vermeidung von Personenschäden, die Gewährleistung der Sicherheit Dritter und die Vermeidung von Umwelt- und Materialschäden im Vordergrund.

Der Seismik-Kontraktor erstellt rechtzeitig vor Beginn der seismischen Untersuchungen einen projektbezogenen HSE-Plan, in dem alle Vorhaben und Maßnahmen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit enthalten sind. Das sind insbesondere die Positionen des Managements des Seismik-Kontraktors zur SGU-Firmenpolitik, eine Gefährdungsanalyse sowie Maßnahmen für ein umweltschonendes und unfallfreies Arbeiten.

Entsprechend den SGU-Regelungen wird vor Ort ein Notrufplan eingerichtet, der u.a. die Rufnummern der Ersthelfer sowie der zuständigen Leitstellen von Feuerwehr und Rettungsdienst enthält. Jeder Mitarbeiter erhält einen Notrufplan und hat diesen mit sich zu führen.

Die Inhalte des SGU-Plans werden den Mitarbeitern bei Ankunft in einer Projekteinweisung vermittelt. Im weiteren Verlauf werden die Inhalte in regelmäßigen Unterweisungen wiederholt. Das vermittelte Wissen, insbesondere die Notfallprozeduren, wird durch regelmäßige Übungen gefestigt.

In jedem Messtrupp weist mindestens eine Person gute deutsche Sprachkenntnisse auf, sodass sie in deutscher Sprache gegebene Weisungen richtig auffassen, weitergeben und sich in deutscher Sprache verständlich machen kann.

Zur Verständigung der Mitarbeiter untereinander, die in unterschiedlichen Gruppen verteilt im Messgebiet arbeiten, sowie zur Verständigung mit der Zentrale im Truppbüro werden Sprechfunk und Mobiltelefone benutzt.

## 10.5. Dienstanweisungen

Entsprechende Anweisungen sind im Managementsystem für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz der ausführenden Firma festgelegt. Die bestehenden Dienstanweisungen werden angepasst, wenn sich die, die Sicherheit betreffenden Gegebenheiten ändern. Der Empfang von Dienstanweisungen wird schriftlich bestätigt und die Empfangsbestätigung bis mindestens 6 Monate nach Beendigung der entsprechenden Tätigkeit aufbewahrt.

## 10.6. Vorübergehende Arbeitsstätten / Werkstätten

Für die Arbeiten werden vor Ort geeignete Büro-, Stell- und Lagerflächen mit der notwendigen Infrastruktur (Strom, Gas-, Wasserversorgung, sanitäre Einrichtungen, Telefon und Internetanbindung) durch die ausführende Firma angemietet. Die Adressen des Truppenbüros sowie der Standorte der Messgeräte und -fahrzeuge während der Messkampagne werden dem Bergamt unmittelbar nach Anmietung mitgeteilt.

## 10.7. Öffentlichkeitsarbeit und Umgang mit Besucherbetrieb

Zur Information der Öffentlichkeit ist beabsichtigt, die Vorgangsweise in Tageszeitungen und Wochenblättern bekannt zu machen sowie die Anwohner durch geeignetes Informationsmaterial (z.B. Flyer) zu informieren. Außerdem wurde eine E-Mail-Adresse eingerichtet ([kontakt@giga-m.de](mailto:kontakt@giga-m.de)), über die Anfragen von Interessierten beantwortet werden bzw. eine direkte Kontaktaufnahme mit zuständigem Fachpersonal vermittelt werden kann. Auf der Projekt-Webseite [Erkundung des Untergrunds](#) können aktuelle Infos, häufig gestellte Fragen und Antworten sowie, ab dem Start der Messungen, die tagesaktuellen Messverläufe eingesehen werden.

Für die Öffentlichkeit sind mehrere Vor-Ort-Infoveranstaltungen im Messgebiet eingeplant, an dem sich interessierte Bürger\*innen über das Verbundforschungsvorhaben und die zur Untergrunderkundung eingesetzte Technik informieren können. Dazu werden ein funktionsfähiges Vibratorfahrzeug gleichen Typs wie bei den Messungen sowie mehrere Geophone bereitgestellt und Vertreter des Auftraggebers sowie Fachpersonal des seismischen Kontraktors (z.B. Projektleiter oder Truppleiter) stehen für Auskünfte zur Technik der seismischen Messung zur Verfügung. Weitere Infoveranstaltungen in unterschiedlichen Formaten (Vor-Ort, Online, Hybrid) werden bedarfsabhängig folgen.

Auf Anfrage und nach Absprache mit dem Auftraggeber können einzelne Besucher oder kleinere Besuchergruppen mit berechtigtem Interesse (z.B. Träger öffentlicher Belange, Forschungsverbundpartner, Anwohner, ...), nach vorheriger Anmeldung, die Vibroseismiktätigkeiten vor Ort besichtigen. Die Führungen erfolgen nach namentlicher Registrierung und Sicherheitseinweisung und unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften (z.B. Mindestabstand zu den Vibratorfahrzeugen, Tragen von Warnwesten, ggf. Nutzung von Gehörschutz, Tragen von geeignetem Schuhwerk) durch einen Vertreter des Auftraggebers mit Unterstützung der ausführenden Firma (z.B. Truppleiter, HSE-Beauftragter). Nach einer kurzen Einführung in das Vorgehen und die Ziele der stattfindenden Seismikmessungen, werden in der Regel die Vibratorfahrzeuge im Einsatz und ein kleiner ausgewählter Teil der Messauslage mit den autonomen Registriereinheiten besichtigt.

Für Passanten, Schaulustige und zufällige Besucher der Vibroseismiktätigkeiten stehen Mitarbeiter des sog. Permit-Online, die insbesondere die Vibratorfahrzeuge begleiten, für Fragen und Auskünfte zur Verfügung. Alle Mitarbeiter des seismischen Messtrups verfügen

über vom Auftraggeber bereitgestelltes Informationsmaterial und sind angewiesen, angetroffene Personen u.a. auf Sicherheitsabstände zu den Vibratorfahrzeugen hinzuweisen.

## 11. Natur- und Umweltschutz

Um die Einwirkungen der Messkampagne auf Mensch, Natur und Umwelt möglichst gering zu halten, wird auf die minimalinvasive Erkundungsmethode Vibroseismik zurückgegriffen. Im Weiteren werden gebietsrelevante Schutz- und Sicherheitsaspekte betrachtet und kommentiert.

### 11.1. Schutzgebiete und deren Behandlung

In Anlage 3a, Anlage 3b, Anlage 3c, Anlage 4 und Anlage 5 sind die von der seismischen Messung betroffenen Schutzgebiete (Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Naturdenkmale, geschützte Landschaftsbestandteile, SPA- und FFH-Gebiete, Biotope, Wasserschutzgebiete sowie Bau- und Bodendenkmäler und Ensembles) dargestellt. Eine Beschreibung der Schutzgebiete und die Auswirkung der seismischen Messungen auf diese Schutzgebiete können der landschaftsökologischen Begutachtung und der FFH-Verträglichkeitsabschätzung mit integrierter artenschutzrechtlicher Betrachtung entnommen werden (Anlage 6).

Im Rahmen des Genehmigungsmanagements (Permitting), welches unter Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden stattfindet, wird entschieden, ob, unter Berücksichtigung des Erhaltungsziels und Schutzzweckes, ein Befahren oder Betreten der jeweiligen Schutzgebiete möglich ist. Dabei wird zwischen den Erfordernissen der Anregung und denen der Registrierung seismischer Wellen unterschieden. Generell gilt, dass Schutzgebiete nur auf vorhandenen Straßen und Wegen befahren werden, das Auslegen der Geophone jedoch auch außerhalb von Wegeverbindungen stattfinden kann.

Es wird sowohl bei der Messstreckenplanung als auch während der Durchführung der seismischen Messungen in sensiblen Bereichen eine ökologische Fachbegleitung (auch vor Ort) stattfinden. Sollte das Betreten oder Befahren einzelner Flächen mit erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigungen verbunden sein, so werden diese Flächen von der weiteren Planung der seismischen Messungen ausgeschlossen.

Die Abbildung 8 zeigt exemplarisch einen, nach Kartenlage geplanten Anregungspunkteverlauf im Bereich des Naturschutzgebietes NSG-00267.01 (Isarauen zwischen Schäflarn und Bad Tölz, ex-"Pupplinger und Ascholdinger Au") und des umgebenden Landschaftsschutzgebietes LSG-0000384.01, so dass keine Anregungspunkte im Naturschutzgebiet und alle Anregungspunkte im Landschaftsschutzgebiet auf vorhandenen Straßen und Wegen liegen.

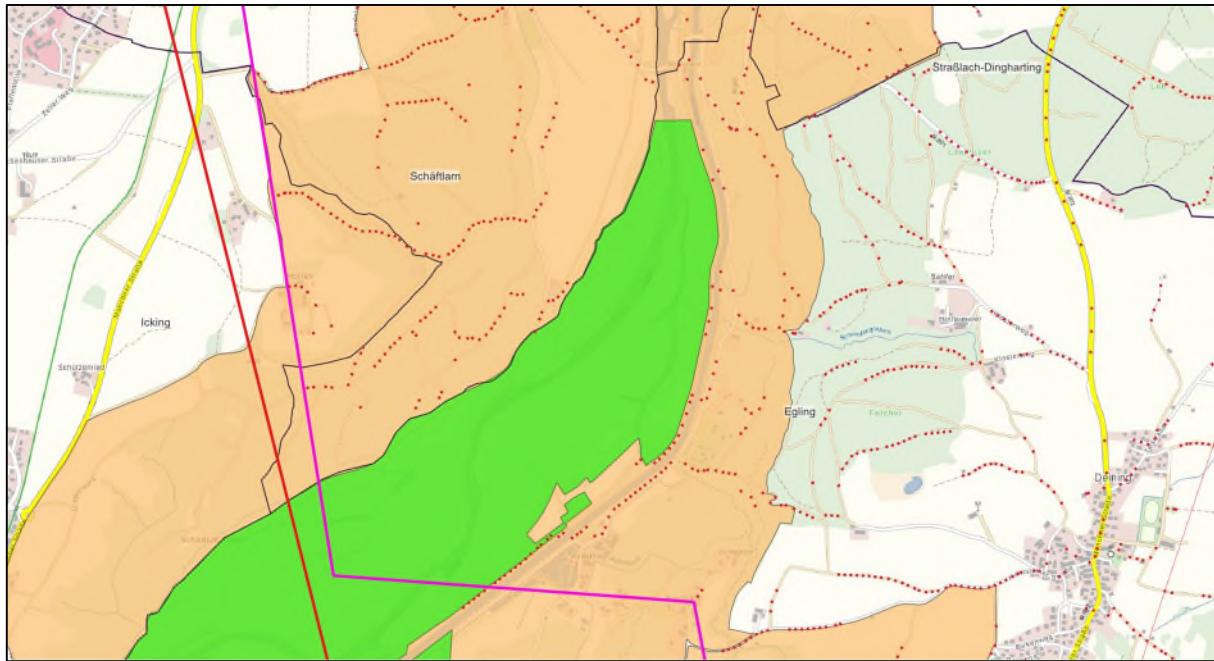


Abbildung 8: Geplanter Anregungspunkteverlauf (rote Punkte) im südwestlichen Teil des Messgebiets: Keine Anregungen innerhalb des Naturschutzgebiets NSG-00267.01 (grüne Fläche) vorgesehen; strikte Verlegung entlang von Straßen und Wegen im Bereich des Landschaftsschutzgebiets LSG-0000384.01 (beige Fläche) sowie im östlichen Anschluss.

## NATURA 2000 (Schutzgebiete der EU: FFH-Richtlinie und Vogelschutzrichtlinie)

### FFH- und SPA Gebiete

Die innerhalb der seismischen Messfläche liegenden FFH- und SPA-Gebiete sind in Anlage 6a, Tabelle 7, aufgelistet. Die Lage der FFH- und SPA-Gebiete ist in Anlage 3b dargestellt.

Ob das Auslegen von Geophonen abseits von Wegen zu Fuß und ggf. die Anregung auf befestigten Flächen (z.B. Wege oder Straßen) innerhalb der FFH-Gebiete möglich ist, wird im Einzelfall mit der ökologischen Begleitung und in Abstimmung mit der zuständigen Naturschutzbehörde geklärt.

### Naturschutzgebiete

Die innerhalb der seismischen Messfläche liegenden Naturschutzgebiete sind in Anlage 6a, Tabelle 6, aufgelistet. Die Lage der Naturschutzgebiete ist in Anlage 3a dargestellt.

Ob das Auslegen von Geophonen abseits von Wegen zu Fuß und ggf. die Anregung auf befestigten Flächen (z.B. Wege oder Straßen) innerhalb der Naturschutzgebiete möglich ist, wird im Einzelfall mit der ökologischen Begleitung und in Abstimmung mit der zuständigen Naturschutzbehörde geklärt.

## **Landschaftsschutzgebiete**

Die innerhalb der seismischen Messfläche liegenden Landschaftsschutzgebiete sind in Anlage 6a, Tabelle 4, aufgelistet. Die Lage der Landschaftsschutzgebiete ist in Anlage 3a dargestellt.

Ausschließlich befestigte Flächen (z.B. Wege oder Straßen) innerhalb dieser Landschaftsschutzgebiete werden zur Befahrung und Anregung seismischer Wellen mit den Vibratorfahrzeugen genutzt (s. auch Abbildung 8). Da die Auslegung der Geophone zu Fuß stattfindet und davon keine negativen Auswirkungen ausgehen, ist deren Auslage in sämtlichen Flächen, auch abseits von Straßen und Wegen, vorgesehen.

## **Geschützte Landschaftsbestandteile**

Die innerhalb der seismischen Messfläche liegenden geschützten Landschaftsbestandteile sind in Anlage 6a, Tabelle 5, aufgelistet. Die Lage der geschützten Landschaftsbestandteile ist in Anlage 3a dargestellt.

Liegen befestigte Flächen (z.B. Wege oder Straßen) innerhalb dieser geschützten Landschaftsbestandteile, so können sie für die Anregung seismischer Wellen mit den Vibratorfahrzeugen genutzt werden. Die Auslegung der Geophone zu Fuß ist in sämtlichen Flächen auch abseits von Straßen und Wegen vorgesehen.

## **Naturdenkmäler (Punkte und Flächen)**

Die innerhalb der seismischen Messfläche liegenden Naturdenkmäler sind in Anlage 6a, Tabelle 3, aufgelistet. Die Lage der Naturdenkmäler ist in Anlage 3a dargestellt.

Naturdenkmäler werden von der seismischen Anregung ausgenommen und es wird zu ihnen ein Mindestabstand von 5 Metern eingehalten.

## **Bau- und Bodendenkmäler**

Die innerhalb der seismischen Messfläche liegenden Bau- und Bodendenkmäler sowie Ensemble sind in Anlage 5 dargestellt.

Liegen befestigte Flächen (z.B. Wege oder Straßen) innerhalb der Bodendenkmalfächen oder Ensembles von Baudenkmälern, so können sie, nach Sichtung und Absprache, für die Anregung seismischer Wellen mit den Vibratorfahrzeugen genutzt werden. Die Auslegung der Geophone zu Fuß ist in sämtlichen Bodendenkmalfächen oder Ensembles von Baudenkmälern auch abseits von Straßen und Wegen vorgesehen.

Baudenkmäler werden von der seismischen Anregung ausgenommen und es wird zu ihnen ein Mindestabstand von 5 Metern eingehalten. Zur Beurteilung der durch die Erschütterungen verursachten Einwirkungen auf Baudenkmäler werden am Immissionsort separate Erschütterungsmessungen entsprechend DIN 4150, Teil 3, ausgeführt, um die Einhaltung der in der DIN vorgegebenen Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeiten zu gewährleisten (s. Kap. 11.4).

## **Biotope**

Die innerhalb der seismischen Messfläche liegenden Biotope sind in Anlage 3c dargestellt.

Sensible Biotope werden von der seismischen Anregung ausgenommen. Liegen befestigte Flächen (z.B. Wege oder Straßen) innerhalb dieser Biotope, so können sie für die Anregung seismischer Wellen mit den Vibratorfahrzeugen genutzt werden. Die Auslegung der Geophone zu Fuß ist in sämtlichen Flächen auch jenseits von Straßen und Wegen vorgesehen.

## **Wasserschutzgebiete**

Die innerhalb der seismischen Messfläche liegenden Wasserschutzgebiete sind in Anlage 6a, Tabelle 2, aufgelistet. Die Lage der Wasserschutzgebiete ist in Anlage 4 dargestellt.

Der Fassungsbereich der Wasserschutzgebiete (Zone I) wird nicht befahren und betreten. In den engeren und erweiterten Schutzzonen (Zone II und III) ist die Auslegung von Geophonen sowie die Anregung mit Vibratoren auf Straßen oder befestigten Wegen vorgesehen.

## **11.2. Bereiche mit Kampfmittelbelastung**

Im Umriss des Messgebietes kann es Bereiche geben, die mit Kampfmitteln aus vergangenen Kriegen belastet sind. Um diese potenziellen Kampfmittelverdachtsflächen ausfindig zu machen, wird vorweg durch den beauftragten Dienstleister (siehe Kap. 4) eine Auswertung von historischen Karten und Luftbildern durchgeführt.

Anschließend werden, in Absprache mit den zuständigen Behörden, noch vor Beginn der Feldmessungen, die vorgesehenen Trassen in den identifizierten Verdachtsflächen von einem zertifizierten Kampfmittelbeseitiger abgesucht (Kampfmittelortung). Erst nach dessen Freigabe werden die Anregungsmesspunkte sowie die Auslage der Geophone in der weiteren Messplanung berücksichtigt. Die Kampfmittelerkundung dient vor allem zur Gewährleistung der Sicherheit der vor Ort tätigen Mitarbeiter und der Öffentlichkeit vor den von Kampfmitteln ausgehenden Gefahren.

## **11.3. Einwirkungen auf das Bodengefüge**

Da die Befahrung und Anregung seismischer Wellen durch die Vibratorfahrzeuge ausschließlich auf Straßen und Wegen erfolgt, sind keine erheblichen Einwirkungen auf das Bodengefüge im Messgebiet zu erwarten.

Bei schlechtem Wegezustand und verregnetem Wetter sind jedoch (z.B. auf Waldwegen) Verdichtungen des Bodens im Auflagebereich der Anregungsplatten und untergeordnet der Reifen möglich. Falls messbedingte Schäden auftreten, werden diese anschließend von den

zuständigen Fachbegleitern (sog. Permitter) aufgenommen und eine Kompensation mit den Wegebesitzern ausgehandelt.

Die Auslegung der Geophone ist auch abseits von Straßen und Wegen auf land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen sowie anderen Grünflächen (z.B. Parks, Gärten) vorgesehen. Der Transport des Messequipments erfolgt soweit möglich per Pickup auf Straßen und Wegen und im Weiteren bis zum jeweiligen Verlegepunkt zu Fuß. Es sind daher keine weiteren Einwirkungen auf das Bodengefüge zu erwarten.

Nach Abschluss der seismischen Messungen erfolgt das Einsammeln der Geophone/Markierungen und, falls notwendig, eine ordnungsgemäße Wiederherrichtung des Geländes. Eventuell entstandene Schäden nimmt der o.g. Permitter vor Ort auf und begleicht diese in Anlehnung an die Kostentabellen der Arbeitsgemeinschaften der Landwirtschaftskammern.

## **11.4. Einfluss auf Gebäude, Bauwerke und Versorgungsleitungen. Maßnahmen der Beweissicherung**

Durch die Anregung elastischer Wellen an der Erdoberfläche sind in unmittelbarer Umgebung der seismischen Quellen (Vibratoren) leichte Erschütterungen wahrnehmbar. Durch die Einhaltung von Sicherheitsabständen wird der Einfluss dieser Erschütterungen auf bauliche Anlagen minimiert. Im Rahmen des Genehmigungsmanagements, sog. Permitting, werden alle Leitungsverläufe und sonstigen kritischen Infrastrukturpunkte in das zentrale Geoinformationssystem aufgenommen und bei der Planung der Anregungspunkte berücksichtigt. Zu den im Untersuchungsgebiet existierenden Altbohrungen wird bei den seismischen Messungen ein Sicherheitsabstand von mindestens 5 m zu verfüllten Bohrungen und von mindestens 50 m zu offenen bzw. in Betrieb befindlichen Bohrungen (gemessen vom Bohransatzpunkt) eingehalten.

Die bei der Anregung elastischer Wellen mit den Vibratorfahrzeugen verursachten Erschütterungen sind mit ca. 60 Sekunden nur von kurzer Dauer. In dieser Zeitspanne wird ein sinusförmiges Signal im Frequenzbereich von 3 Hz bis 120 Hz gleichmäßig oder zufällig verteilt (sweep / random sweep) durchlaufen, so dass keine impulsförmigen Signalspitzen oder Resonanzen auftreten. Zur Beurteilung der durch die Erschütterungen verursachten Einwirkungen auf bauliche Anlagen werden am Immissionsort separate Erschütterungsmessungen entsprechend DIN 4150, Teil 3, ausgeführt, um die Einhaltung der vorgegebenen Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeiten zu gewährleisten. Bei Annäherung der Messwerte an die Anhaltswerte wird die Kraft der Vibratoren reduziert. Ist absehbar, dass die Anhaltswerte am Immissionsort nicht eingehalten werden können, wird dieser Anregungspunkt ausgelassen.

Die Ergebnisse der Erschütterungsmessungen werden in einem Protokoll dokumentiert und archiviert. Bewohner werden vor Beginn der Messungen informiert. Ersichtliche Schäden

werden photographisch dokumentiert. Gegebenenfalls wird vor den Messungen eine Beweissicherung durchgeführt. An besonders sensiblen Objekten kann zusätzlich eine Beweisaufnahme durch einen unabhängigen Gutachter erfolgen.

## 11.5. Abfallwirtschaft

Die ausführende Firma wird im oder in der Nähe des Messgebietes ein Truppcamp mit Büroräumen, Werkstätten sowie Lager- und Stellflächen einrichten. Dies soll durch Anmietung von Räumlichkeiten und Außenflächen, bevorzugt in bestehenden Gewerbegebieten, erfolgen. Die Anschrift des Truppcamps wird dem Bergamt vor Messbeginn mitgeteilt.

Die beim Trupp entstehenden Abfälle beschränken sich auf Haus- und Gewerbeabfälle. Die Abfälle werden in Abhängigkeit von ihrer Zusammensetzung und dem Ort ihres Entstehens getrennt gesammelt. Dabei werden entsprechende Schutzmaßnahmen zur Verhinderung unzulässiger Emissionen getroffen. Die Abfälle werden durch Abgabe an zertifizierte Entsorgungsunternehmen fachgerecht verwertet und/oder beseitigt. Die Angaben zur Abfallerzeugernummer des Trupps und zu den Entsorgungsunternehmen werden dem Bergamt vor Messbeginn rechtzeitig mitgeteilt.

Für die beim Trupp anfallenden Abfälle mit den Schlüsselnummern 200301 (hausmüllähnlicher Gewerbeabfall) und 200306 (Fäkalien) besteht ein Anschluss- und Benutzungszwang. Die kommunale Entsorgung des hausmüllartigen Gewerbemülls erfolgt durch einen noch zu benennenden Entsorgungsfachbetrieb. Die Fäkalien im Truppbüro und den Werkstätten werden über einen festen Hausanschluss in die Schmutzwasserkanalisation entsorgt.

Die Reinigung der eingesetzten Fahrzeuge erfolgt in dafür vorgesehenen Anlagen, die über Schmutzwasserauffangbecken und Ölabscheider verfügen.

Sonderabfälle werden gemäß dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz vom 29.02.2012 und den zugehörigen Verordnungen sowie landesrechtlichen Vorschriften und die Sonderabfallentsorgungsverordnung vom 11.01.1999 entsorgt

Den Beschäftigten werden zum Umgang mit den Abfällen geeignete Körperschutzmittel zur Verfügung gestellt.

## 11.6. Betriebsstoffe

Bei den Vibratorfahrzeugen kommen, soweit technisch möglich, biologisch schnell abbaubare Öle zum Einsatz. Diese Spezialfahrzeuge mit eingeschränktem Aktionsradius werden an ihrem Einsatzort durch einen Tankwagen mit Kraftstoff versorgt. Die einschlägigen Vorschriften im Umgang mit wassergefährdenden Stoffen werden berücksichtigt. Die Betankung der anderen

eingesetzten Kraftfahrzeuge (Begleitfahrzeuge, Transporter) erfolgt möglichst an öffentlichen Tankstellen.

## 11.7. Lärmimmission

Die Vibratorfahrzeuge sind jeweils mit lärmgedämmten Dieselmotoren und Hydraulikantrieben ausgestattet. Der Schalldruckpegel bei Volllast beträgt in 10 m Entfernung seitlich vom Fahrzeug ca. 87 dB(A) und in 2 m Entfernung ca. 94 dB(A).

## 11.8. Sonstige Einwirkungen

Die Einwirkungen auf Mensch, Natur und Umwelt während der seismischen Untersuchungen sind weitestgehend nichtstofflicher Art und temporär. Es ist mit Verkehrsbewegungen, Erschütterungen/Vibrationen und Auslagetätigkeiten sowie daraus resultierenden, akustischen und optischen Reizen zu rechnen. Diese Einwirkungen übersteigen in der Regel nicht die Vorbelastungen durch städtischen Verkehr, Siedlungsaktivitäten, land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Jagd und Tourismus im Untersuchungsgebiet.

# 12. Gesetzliche Grundlage und Richtlinien

Bei den geplanten seismischen Erkundungen werden die geltenden Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Vorschriften und Technischen Anleitungen in ihrer jeweils aktuellen Fassung eingehalten. Dem Hauptbetriebsplan liegen insbesondere die folgenden Gesetze und Normen zu Grunde:

- Bundesberggesetz (BBergG)
- Allgemeine Bundesbergverordnung (AB BergV)
- Bayerische Bergverordnung (BayBergV)
- DIN 4150 Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen in Zusammenhang mit der DIN 45669 Messung von Schwingungsimmissionen
- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (BNatSchG)
- Gesetz über den Schutz der Natur, die Pflege der Landschaft und die Erholung in der freien Natur (Bayerisches Naturschutzgesetz - BayNatSchG)
- Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten (BArtSchV)
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie wildlebender Tiere und Pflanzen
- Richtlinie 2009/147/EG über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten
- Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)
- Bayerisches Wassergesetz (BayWG)

- Denkmalschutzgesetz (DSchG M-V)
- Die Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern „Abwehr von Gefahren durch Kampfmittel“ vom 15.04.2010