



## Technische Vorgaben

für die Datenlieferung aus Geothermie-Projekten, die vom Schweizer Bundesamt für Energie (BFE) gefördert werden

Version 1.1 vom 18.11.2024

Version	Datum	Änderungen	Urheber/-in
0.0	10.11.2023	Leere Vorlage	SHL
0.1	7.12.2023	Änderungen hervorheben	MDH
0.2	01.02.2024	Bohrlöcher-Input aus Blue Book	SHL
0.3	28.05.2024	Überarbeitung Text und Anhänge	THA
0.4	22.07.2024	Überarbeitung mit Kommentaren von Externen	SHL
1.0	30.07.2024	Endfassung	SHL
1.1	18.11.2024	Letzte Anpassungen Deutsche Fassung	FAT, MDH

### Editor

Bundesamt für Landestopografie swisstopo  
Seftigenstrasse 264, Postfach  
CH-3084 Wabern

Tel. +41 58 469 01 11  
Fax +41 58 469 04 59  
info@swisstopo.ch  
www.swisstopo.ch

### Beitragende

Laurent Scheurer, Laurent Thum, Robin Allenbach, Herfried Madritsch, Michael Gysi, Andreas Hölker, Stefano Fabbri

## Inhaltverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Rechtsgrundlagen.....	4
3	Prospektionsphase.....	6
3.1	Zu liefernde Daten.....	6
3.2	Spezifikationen für Arbeitsergebnisse von reflexionsseismischen Messkampagnen.....	6
3.2.1	Feldrohdaten.....	7
3.2.2	Aufbereitete Felddaten.....	7
3.2.3	Konditionierte ungestapelte Daten und NMO-Geschwindigkeiten.....	9
3.2.4	Finales Bild/finale Bilder.....	10
3.3	Konvention für Benennung von Dateien.....	10
3.4	Metadaten.....	10
3.5	Format.....	11
3.5.1	SEG-Y Format-Vorschlag.....	11
3.5.2	Kopfzeilen.....	11
3.5.3	Inhalt der Text-Kopfzeile.....	11
3.5.4	Format Daten und Trace Header.....	11
3.5.5	Trace-Header-Zuordnung.....	11
4	Erschließungsphase.....	15
4.1	Zu liefernde Daten.....	15
4.2	Datenstruktur.....	15
4.3	Konvention für Benennung von Bohrungen.....	16
4.4	Konvention für Benennung von Dateien.....	16
4.5	Metadaten.....	17
4.6	Format.....	17
4.7	Referenz für die Tiefenmessung.....	17
5	Koordinatenreferenzsystem.....	17
6	Datentransfer.....	17
7	Datenveröffentlichung.....	19
8	Quellen.....	19

## Anhänge:

- Anhang A: Prospektionsdateninventar
- Anhang B: Detaillierte Anforderungen Erschließungsdaten
- Anhang C: Erschließungsdateninventar

## Glossar

**Geodaten oder geologische Informationen:** Daten und Informationen über den geologischen Untergrund, insbesondere über den Aufbau, die Beschaffenheit und die Eigenschaften, die frühere und aktuelle Nutzung, den wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Wert sowie über frühere, aktuelle und potenzielle geologische Prozesse.

**Prospektion:** umfasst Untersuchungen, die einerseits der Charakterisierung des Untergrunds eines vermuteten Geothermie-Reservoirs und andererseits der Bestimmung des obertägigen Standortes sowie des unterirdischen Landepunktes einer Explorationsbohrung dienen.

**Erschließung:** umfasst die Exploration mittels Bohrungen für das Zutagefördern von Heisswasser sowie für eine allfällige Rückführung des entnommenen Wassers in das Geothermie-Reservoir.

**Primäre geologische Daten:** Daten im Sinne von Messungen oder direkten Beschreibungen, Aufnahmen, Dokumentationen geologischer Eigenschaften, namentlich unprozessierte Signale und Messwerte, lithologische und geotechnische Beschreibungen von Bohrkernen und Cuttings, Aufschlusskartierungen, Laboranalysen;

**Prozessierte primäre geologische Daten:** geologische Daten, die im Hinblick auf eine Interpretation aufbereitet wurden, namentlichprozessierte geophysikalische Daten und Bohrprofile;

**Sekundäre geologische Daten und Informationen:** geologische Daten und Informationen, welche durch die Interpretation von primären oder prozessierten primären geologischen Daten entstehen, namentlich Interpretationen von geophysikalischen Daten, geologische Karten, geologische Profilschnitte, geologische Modelle usw.

## 1 Einleitung

Der Bund unterstützt über das Schweizer Bundesamt für Energie (BFE) die Entwicklung der Geothermie als Energiequelle durch Förderprogramme. Dadurch übernimmt der Bund einen Teil des Fündigkeitsrisikos (d.h. das Risiko nach getätigten Investitionen die für eine wirtschaftliche Nutzung benötigte geothermische Ressource nicht vorzufinden). Dieses Risiko ist besonders während der Phasen der Prospektion und der Erschliessung des Untergrunds heute in der Schweiz oftmals noch zu hoch um vom Markt alleine getragen zu werden. Gemäss dem Energiegesetz und dem CO<sub>2</sub>-Gesetz müssen EmpfängerInnen einer Risikominderungs-massnahme des Bundes im Gegenzug die erhobenen, prozessierten und interpretierten Geodaten dem Bund wie auch dem Standortkanton des Projekts übermitteln. Als Kompetenzzentrum des Bundes für Geodaten definiert swisstopo die technischen Vorgaben für die zu liefernden Daten.

Das vorliegende Dokument bezweckt, GesuchstellerInnen über die technischen Vorgaben von swisstopo für diese Datenlieferungen im Hinblick auf deren spätere, gesetzlich vorgeschriebene Veröffentlichung zu informieren.

## 2 Rechtsgrundlagen

Entsprechend der Landesgeologieverordnung (LGeoV)<sup>1</sup> wird zwischen primären, prozessierten primären sowie sekundären Daten und Informationen unterschieden. Primäre und prozessierte primäre Daten müssen veröffentlicht werden, sekundäre geologische Daten und Informationen werden hingegen nur dann veröffentlicht, wenn der/die DateneigentümerIn es swisstopo gestattet. Alle Daten können von swisstopo für interne Zwecke verwendet werden.

Die einschlägigen Verordnungen<sup>2</sup> halten unter dem Kapitel Geodaten fest:

*«Die gesuchstellende Person stellt swisstopo und dem Standortkanton jeweils spätestens sechs Monate nach der Erhebung die jeweiligen Geodaten nach den technischen Vorgaben von swisstopo unentgeltlich zur Verfügung.»*

*«Swisstopo darf diese Geodaten gemäss den Zielsetzungen des Geoinformationsgesetz<sup>3</sup> vom 5. Oktober 2007 sowie der Landesgeologieverordnung<sup>4</sup> vom 21. Mai 2008 nutzen und bearbeiten, die Standortkantone gemäss ihren jeweiligen kantonalen Regelungen.»*

Die Verordnungen halten zudem für die geförderten Projekte fest:

*«Das swisstopo stellt die primären und die prozessierten primären Geodaten nach Ablauf der nachfolgend aufgeführten Fristen ab der Erhebung der Öffentlichkeit zur Verfügung:*

- a. *bei Prospektion: 24 Monate;*
- b. *bei Erschliessung: 12 Monate.»*

Daten, die mit Unterstützung von öffentlichen Geldern erhoben wurden, müssen der Gesellschaft zu Gute kommen, künftige Projekte erleichtern und Risiken senken; daher sind sie zu veröffentlichen.

---

<sup>1</sup> Art. 2 Begriffe, SR [510.624](#)

<sup>2</sup> [Anhang 2.5](#) Art. 5 der Energieförderungsverordnung, für elektrische Projekte, die einen Förderbeitrag erhalten haben

[Anhang 12](#) Art. 5 der CO<sub>2</sub>-Verordnung für Projekte zur direkten Nutzung der Geothermie für die Wärmebereitstellung, die einen Förderbeitrag erhalten haben

[Anhang 2](#) Art. 4 der Energieverordnung, für elektrische Projekte, die eine Garantie erhalten haben

<sup>3</sup> SR [510.620](#)

<sup>4</sup> SR [510.624](#)

Das vorliegende Dokument beschreibt die technischen Vorgaben, wie sie in den Verordnungen erwähnt werden. Diese technischen Vorgaben haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern liefern lediglich detaillierte Anhaltspunkte für ausgewählte Datensätze, welche typischerweise im Rahmen von Projekten zur Erkundung des geologischen Untergrunds erhoben werden. Um die zu liefernden Daten nutzbar machen zu können muss neben den Daten auch ein Mindestmass an Meta-Daten und Informationen an swisstopo geliefert werden (Angaben zu angewandten Methoden, Instrumenten, Messparameter, Besonderheiten) welche im Folgenden ebenfalls spezifiziert werden.

Zeitraumen der Datenpublikation:

Bei Prospektionsprojekten:

- geophysikalische Daten sollten der Öffentlichkeit 2 Jahre nach Beendigung der geophysikalischen Messungen zur Verfügung gestellt werden (letzter Tag der Erhebung)
- Bohrloch-Prospektionsdaten sollen 2 Jahre nach Beendigung der Bohrarbeiten zur Verfügung gestellt werden (Ende der Bohrlochmessungsarbeiten)

Bei Erschliessungsprojekten:

- Bohrloch-Daten sollten der Öffentlichkeit 1 Jahr nach Beendigung der Bohrarbeiten zur Verfügung gestellt werden (letzter Tag der Wireline-Bohrlochmessungsarbeiten)

Die Entscheidung, ob die Projektplanungsarbeit Teil der Prospektionsphase oder der Erschliessungsphase ist, wird als Teil des Vertrags mit dem BFE getroffen.

### 3 Prospektionsphase

Die Prospektion umfasst Untersuchungen, die einerseits der Charakterisierung des Untergrunds eines vermuteten Geothermie-Reservoirs und andererseits der Bestimmung des ober-tägigen Standortes sowie des unterirdischen Landepunktes einer Explorationsbohrung dienen.

Normalerweise werden geophysikalische Methoden angewendet, aber andere Methoden für die Datenerhebung wie Prospektionsbohrungen, Kartierung oder hydrochemische Proben-nahme sind während der Prospektion auch denkbar.

Im Folgenden unterscheiden wir zwischen Daten, welche der/die ProjekteigentümerIn zu lie-fern hat (Kap. 3.1), und Daten, die swisstopo zu veröffentlichen hat. Die Daten, die veröffent-licht werden müssen, sind in Kapitel 7 und in Anhang B aufgelistet.

#### 3.1 Zu liefernde Daten

Nach Abschluss der Prospektionsphase sind alle diesbezüglichen Daten an swisstopo zu lie-fern.

In diesem Dokument spezifizierte Prospektionsdaten:

- 2D- oder 3D-reflexionsseismische Messkampagne, einschliesslich aller zusätzlichen Messungen (zum Beispiel LVL (low velocity layer), Bohrlochinformationen (uphole wells) ...). Siehe Kapitel 3.2.
- Prospektionsbohrungen → siehe Bohrloch-Daten-Spezifizierung in Kapitel 4.

Weitere mögliche Prospektionsdaten, die in diesem Dokument nicht spezifiziert sind

- Refraktionsseismik
- Passive Seismik (zum Beispiel Mikroseismik, Ambient-Noise-Tomographie)
- Gravimetrie/magnetische Messung
- Elektromagnetische Messung
- Geoelektrische Messung
- Analysen von Oberflächengewässern und Untergrund-Fluiden
- Strukturmessungen
- Oberflächenproben: Mineralogie, Petrographie, Chemie, Petrophysik
- 3D-Modelle und Erläuterungsberichte
- usw.

Anhang A «Prospektionsdateninventar» muss vom Projekteigentümer mit folgenden Informa-tionen eingereicht werden:

- Das «Daten»-Blatt ist die Inventarliste aller Dateien, die swisstopo bereitgestellt wer-den sollen
- Im «Metadaten»-Blatt ist eine Reihe von Basis-Informationen aufgeführt

#### 3.2 Spezifikationen für Arbeitsergebnisse von reflexionsseismischen Messkam-pagnen

Die Abbildung zeigt eine vereinfachte Darstellung des Ablaufs bei einer konventionellen re-flexionsseismischen Datenerhebung/-prozessierung. Sie identifiziert 4 Datenpakete (in blau) aus verschiedenen Projektphasen, die swisstopo benötigt.

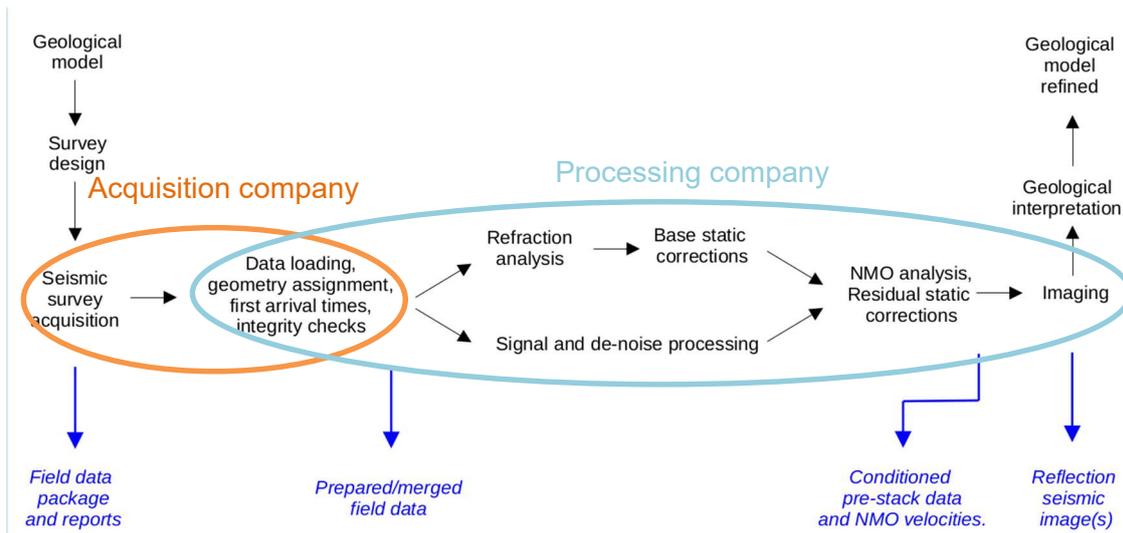


Abbildung 1: Ablauf einer seismischen Messung und Datenpakete, die swisstopo bereitzustellen sind

Für seismische Messungen sind folgende Datenpakete bereitzustellen:

- Set 1: Feldrohdaten (durch Messfirma).
- Set 2: Aufbereitete Felddaten (durch Prozessierungsfirma oder Messfirma).
- Set 3: Konditionierte und ungestapelte Daten, sowie normal moveout (NMO) -Geschwindigkeiten (durch Prozessierungsfirma).
- Set 4: Finale Seismikabbildung in Zweiweglaufzeit und, wenn verfügbar, in Tiefe (durch Prozessierungsfirma)

Die Datenpakete müssen folgende, technische Details beinhalten und Eigenschaften aufweisen.

### 3.2.1 Feldrohdaten

Die Feldrohdaten muss zumindest all jene Daten umfassen die an das Prozessierungszentrum übermittelt wurden. Dazu gehören normalerweise:

- Schusspunktaufzeichnungen (oder vergleichbare Datenextraktion aus kontinuierlichen Aufzeichnungen), mindestens in Verbindung mit Feldaufzeichnungsnummer (FFID), Schusszeitpunkt, Kanal- und/oder Empfänger-IDs.
- Geometrie-Daten: Quellen- und Empfänger-Standort-Daten sowie Quellen-Empfänger-Verhältnisdaten: qualitätsgeprüft, integritätsgeprüft
- Beobachter-Aufzeichnungen (observer logs).
- Feld-Tätigkeitsbericht, der auch die Zielsetzung der Messung umfasst.
- Beschreibung von Schusspunktdatensatz- und Geometrie-Daten.

Dieses Datenpaket wird i.d.R. offline bei swisstopo archiviert.

Vorgeschriebene Datenformate:

- Seismische Daten: SEG-Y (vorzugsweise), SEG-D oder mSEED.
- Geometrie-Daten: SPS.
- Observer logs: Text, Excel-Datei oder shapefile.
- Feld-Tätigkeitsbericht: pdf

### 3.2.2 Aufbereitete Felddaten

Dieses Datenpaket umfasst Geometrie-zugewiesene, seismische Felddaten nach minimaler Signalprozessierung zu Minimum-Phase (siehe Details unten), verbunden mit Ersteinsätzen und optionalen Zusatzinformationen.

Das Format dieses Datenpakets ist SEG-Y. Alle Geometrie- und Zusatzinformationen müssen in Trace Headern gespeichert werden. Die Werte (Koordinaten, Zeiten) sind so zu skalieren, dass sie genügend Präzision beibehalten, wenn ganzzahlige Werte (integers) verwendet werden. Der verwendete Skalierungsfaktor wird in den Trace Headern festgehalten (z. B. skaliere Ersteinsätze auf  $10 \cdot \text{ms}$ ).

Die Signal-Prozessierung ist für diese Daten auf jenes Minimum zu reduzieren, welches für die Bereitstellung von Minimum-Phase-Signal-Eigenschaften nötig ist. Normalerweise ist dies Designature (Dekonvolution zur Extraktion des eingebetteten Wavelets) und Umwandlung in Minimum-Phase von Daten aus Vibro- oder Airgun-Quellen; oder keine Signalprozessierung (Rohdaten) von Explosionsschusspunktdaten. Die Signal-Prozessierung in dieser Phase soll keine zusätzlichen Schritte wie z. B. Geo-/Hydrophon-Justierungen, vibro/explosive Justierungen, Phasen-Justierungen umfassen. Die Stapelung von mehrfachen (wiederholten) Quellen pro Quellenpunkt sollte vorzugsweise nicht angewendet werden.

Zweck dieses Datenpakets für swisstopo ist die Bereitstellung eines vollständigen, geometrisch aufbereiteten aber ansonsten weitgehend unbearbeiteten Minimum-Phase-basierten Datensatzes für Signalprozessierung und Rauschreduktion, Refraktionsanalyse und Wellenforminversionsstudien.

Die Wegzeit-Referenz dieser Daten ist die ursprüngliche Akquisitionsoberfläche (keine statischen Korrekturen angewendet). Geometrie-Informationen sind durch Trace Headers bereitzustellen und müssen einschließen:

- Shot/source ID, field record number, FFID (Field File Identification)
- Source initiation time stamp.
- Source point identification: line, point, index
- Source point position: easting, northing, Höhenkote, shot hole oder airgun Tiefe
- Source type identification (wenn verschiedene Arten oder Konfigurationen genutzt wurden).
- Source uphole time.
- Source usage flag: z. B. Produktionsdaten, Test-Aufzeichnung, leere Aufzeichnung usw.
- Receiver point identification: line, point, index
- Receiver point position: easting, northing, Höhenkote
- Receiver type identification (wenn verschiedene Arten oder Konfigurationen genutzt wurden).
- Receiver usage flag: z. B. Produktionsdaten, Leer-Kanal-Aufzeichnung/Rauschen, aux Kanal usw.
- Pro Spur: Ersteinsätze.

Folgende Zusatzinformationen sollten ebenfalls geliefert werden:

- Midpoint geometry: CDP, IL, XL numbers, bin center easting and northing Koordinaten, wenn ein Binning-Schema verfügbar ist (Bin-Grössenzuordnung wurde bereits angewendet).
- Source static corrections (Basis und Rest), nicht angewendet, aber Werte in Trace Headers gespeichert
- Receiver static corrections (Basis und Rest), nicht angewendet, aber Werte in Trace Headers gespeichert
- Pro Spur: Source/receiver offset und Azimut.

Die Dokumentation muss Folgendes umfassen:

- Beschreibung aller angewendeten Prozessierungsschritte, angefangen beim field data package.
- genaue Beschreibung der angewendeten Signal-Prozessierung
- Beschreibung des Datenformats
- Beschreibung von Trace Headers

- Minimum-Phase und Dekonvolution-Filter (Tabellen als Teil der Beschreibung)

### 3.2.3 Konditionierte ungestapelte Daten und NMO-Geschwindigkeiten

Dieses Datenpaket enthält vorprozessierte ungestapelte Daten, die bereits alle statischen Korrekturen, Signalprozessierungen und Rauschreduktionem durchlaufen haben. Hingegen soll an diese Daten KEINE Daten-Interpolation, Geometrie-Regularisierung, jeglicher Mehrspur-Kohärenz oder Signal-/Rausch-Verhältnis-Verbesserung, dynamischer Korrekturen (NMO, redatuming) oder irgendeine Form von Bildgebung durchgeführt worden sein. Diese Daten, die hier nur oberflächlich beschrieben werden, sind Feldspuren nach einer elementaren Datenaufbereitung, wobei jeder Spur die Erhebungs- und Prozessierungsgeometrie zugewiesen wird. Das Datenpaket wird auf produktionsfähige Spuren reduziert (d. h. Spurenbearbeitungen werden angewendet).

NMO (normal moveout) Stapelungsgeschwindigkeiten, verbunden mit den konditionierten Daten, sind bereitzustellen. Das Format für die konditionierten Daten muss SEG-Y sein. Alle Geometrie- und Zusatzinformationen müssen in den Trace Headern gespeichert werden. Die Werte (Koordinaten, Zeiten) sind so zu skalieren, dass sie genügend Präzision beibehalten, wenn ganzzahlige Werte (integers) verwendet werden. Der verwendete Skalierungsfaktor wird in den Trace Headern festgehalten (z. B. skaliere Ersteinsätze auf  $10^*$ ms).

Das Format für die NMO Geschwindigkeiten kann jegliches geeignete Format sein, um die Geschwindigkeit/Zeit-Auswahlsets bereitzustellen. Dies kann ein Tabellenformat für eine Textdatei sein, z. B. SEG P1.

Zweck dieses Produkts ist die Bereitstellung eines geeigneten konditionierten Datenpakets für NMO-Korrektur und common midpoint (CMP)- Stapelung; ganz allgemein geeignet als Basis-Input für die Bild-Prozessierung.

Die Wegzeit-Referenz dieses Datenpakets ist die NMO-Bezugshöhe (normalerweise eine variable Bezugshöhe).

Geometrie-Informationen sind durch trace headers bereitzustellen und müssen einschließen:

- Shoot/source ID, field record number, FFID.
- Source point identification: line, point, index.
- Source point position: easting, northing, Höhenkote, shot hole oder airgun Tiefe.
- Source type identification (wenn verschiedene Arten oder Konfigurationen genutzt wurden).
- Source uphole time.
- Source static corrections (Basis und Rest).
- Höhe der mittleren (pseudo) Bezugshöhe am Quellensignalpunkt.
- Receiver point identification: line, point, index.
- Receiver point position: easting, northing, Höhenkote.
- Receiver type identification (wenn verschiedene Arten oder Konfigurationen genutzt wurden).
- Receiver static corrections (Basis und Rest).
- Höhe der mittleren (pseudo) Bezugshöhe am Empfängerpunkt.
- Pro Spur: Source/receiver offset und Azimut.
- Per CMP group: CDP, IL, XL numbers.
- Per CMP group: Bin center easting and northing Koordinaten.
- Per CMP group: Höhe des Mittelpunkts.
- Per CMP group: variable Bezugshöhe des NMO beim CMP Bin-Zentrum.
- Per CMP group: Zweiweg-Laufzeiten zwischen der variablen Bezugshöhe und der Referenz-Bezugshöhe (NMO, SRD).

Der Processing-bericht muss folgende Aspekte adressieren:

- statische Korrektur (Basis- und Reststatik; zugrunde liegendes Modell und Ableitung von Basis-Statik)
- signal processing
- denoise processing
- dynamische Korrekturen (stacking Geschwindigkeiten, NMO-Bezugshöhe)

### 3.2.4 Finales Bild/finale Bilder

Dieses Produkt muss ein oder mehrere zero-offset reflexionsseismische Bilder enthalten (d. h. migrierte, gestapelte Daten oder gestapelte pre-stack-migrierte Daten). Es muss ein Basis- oder Universal-Bild im Zeitbereich enthalten, das vom Datenlieferanten als primäres Bild identifiziert werden muss, wenn mehr als eine Version eingereicht wird.

Das Format dieses Produkts ist SEG-Y. Die Referenz für Zeit oder Tiefe muss die finale seismische Referenz-Bezugshöhe sein (SRD).

Die Trace Headers müssen umfassen:

- Zeit/Tiefe Probandetails (Intervall, Spurenlänge, Zeit/Tiefe der ersten Probe)
- 2D-Seismik CDP oder 3D-Seismik IL/XL Zahlen
- Bin-Zentrum-Koordinaten
- Höhenkote beim Bin-Zentrum
- Höhe der variablen Bezugshöhe des NMO beim Bin-Zentrum
- Zweiweg-Laufzeiten zwischen variabler Bezugshöhe des NMO und der Referenz-Bezugshöhe (SRD).
- Information über Phase (vorzugsw. Null-Phase) und Polarität

Zweck dieses Produkts ist, ein oder mehrere sofort nutzbare reflexionsseismische Bilder bereitzustellen.

Die processing Berichte müssen:

- den processing und Bildgebungs-Workflow beschreiben
- die Bildprodukte identifizieren und charakterisieren
- wenn der Betreiber paralleles processing durchführt, müssen alle sich daraus ergebenden Bilder geliefert werden

### 3.3 Konvention für Benennung von Dateien

Dateien müssen gemäss folgender Struktur benannt werden:

Project name <>2D or 3D<>year<>line or cube number<>short description<>numbering if necessary<>file extension

Beispiel:

ProjectXY\_2D\_2024\_line01\_pre-mig\_fullstack\_001.sgy

Dateinamen dürfen nicht länger als 90 Zeichen sein. Sie enthalten keine Leerabstände zwischen den Zeichen und keine Sonderzeichen.

Nur endgültige Dateien sollten geliefert werden.

### 3.4 Metadaten

Eine Metadatenliste betreffend das Projekt und die Messung muss in der entsprechenden Excel-Datei (Anhang A) bereitgestellt werden.

Eine Karte sollte den Standort der Messung angeben (Linien oder Gebiet). Sollte das Projekt ein GIS haben, muss die Karte als .mxd Projekt oder .qgz Projekt bereitgestellt werden, mit den damit verbundenen shapefiles oder geopackages aller relevanten Daten (seismische Schnitte, Bohrstandorte, AOI-Polygone usw.), georeferenzierten Bildern und Symbolik.

### **3.5 Format**

#### **3.5.1 SEGY Format-Vorschlag**

Dateien mit seismischen Daten sollten im SEGY-Format gemäss Revision 2.0 (2017) oder Revision 2.1 (2023) bereitgestellt werden. Eine Beschreibung des technischen Standards SEGY ist auf der Webseite der SEG mit den technischen Standards zu finden (<https://library.seg.org/seg-technical-standards>).

#### **3.5.2 Kopfzeilen**

Eine SEGY-Datei muss die Standard 3200-byte Text-Kopfzeile und die 400-byte binäre Kopfzeile umfassen. Der optionale tape header und die optionale erweiterte Text-Kopfzeile sollten weggelassen werden.

#### **3.5.3 Inhalt der Text-Kopfzeile**

Die Text-Kopfzeile sollte Informationen enthalten, die Folgendes klären/identifizieren (absteigend sortiert nach Relevanz):

- Identifizierung von Eingabedaten (siehe oben)
- Höhe der Referenz-Bezugshöhe
- Zeit/Tiefe Bereich
- Zuordnung von relevanten Trace Headers
- Messgebiet
- Daten-/Produkttyp
- Datum der Erhebung und Prozessierung
- Netzdefinition
- Koordinatenreferenzsystem (siehe Kapitel 5)
- Betriebsunternehmen
- Daten-Messfirma/-Prozessierungsfirma
- Impulssignal Polarität
- Information über Phase (vorzugsw. Null-Phase)
- 

#### **3.5.4 Format Daten und Trace Header**

Das Format der Trace-Daten muss ein 32-Bit-Gleitkommaformat sein. Das IEEE-Gleitkommaformat wird bevorzugt. Das IBM-Gleitkommaformat ist akzeptabel. Ganzzahlformate sind für Trace-Daten nicht akzeptabel. Das Trace-Header-Format darf nur aus 16- und 32-Bit-Ganzzahlen bestehen (und möglicherweise aus der 6-Byte-Codierung pro SEGY rev 2, wenn diese Informationen relevant sind). Gleitkommaformate sind für Trace-Header nicht akzeptabel.

#### **3.5.5 Trace-Header-Zuordnung**

SEGY-Dateien müssen einen herkömmlichen 240-Byte-Header pro Spur enthalten. Erweiterte Spur-Header (wie in SEGY Rev. 2.1 vorgeschlagen) sollten nicht verwendet werden.

In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Inhalte von Trace-Headern für die folgenden Datentypen aufgeführt: a) Geometrie-zugewiesene Schussaufzeichnungen, b) konditionierte ungestapelte Daten und c) gestapelte Daten oder Bilder. Diese aufgeführten Trace-Header-Inhalte stellen die Mindestanforderungen für jeden Datentyp dar. Zusätzliche Trace-Header-Inhalte, wie im SEGY-Standard definiert, sollten bereitgestellt werden, sofern verfügbar und relevant.

Die nachfolgende Tabelle enthält einige Trace-Header-Inhalte, die nicht im SEG-Y-Standard vorgesehen sind, z. B. erste Ankunftszeitpunkte. Diese Inhalte sind mit einem Sternchen (\*) gekennzeichnet. Der Dienstleister muss diese Inhalte über nicht zugewiesene Trace-Header-Variablen bereitstellen, die vom Dienstleister oder Projektleiter definiert werden.

Trace header bytes	Content	A	B	S
1-4	Sequential trace number within data set	r	r	r
35-36	Trace use flag (0/1)	r	r	r
115-116	Trace length [number of samples]	r	r	r
117-118	Time [us] or depth [mm] sampling interval	r	r	r
21-24	2D or 3D CDP/CMP/CIP number	r2	r2	r2
189-192	3D inline number	r3	r3	r3
193-196	3D crossline number	r3	r3	r3
181-184	CMP/CIP bin center easting	r	r	r
185-188	CMP/CIP bin center northing	r	r	r
69-70	Elevation scaling factor to [m]	r	r	r
71-72	X/Y coordinate scaling factor to [m]	r	r	r
----	-----	—	—	—
tbd*	Ground elevation at CMP/CDP bin center	o	r	o
tbd*	Floating datum (FD) elev. at CMP bin center	o	r	o
tbd*	Two-way time SRD to FD at CMP bin center	o	r	o
----	-----	—	—	—
9-12	Original/unique field record number (FFID)	r	r	-
13-16	Original trace number within a field record	r	r	-
29-30	Trace ID code (see SEGY def)	r	-	-
133-134	Source type and/or configuration	r	o	-
139-140	Receiver type and/or configuration	r	o	-
17-20	Source point ID: line/point/index	r	r	-
73-76	Source station easting	r	r	-
77-80	Source station northing	r	r	-
45-48	Source station ground elevation	r	r	-
49-52	Source depth below ground elevation	r	r	-
95-96	Source uphole time	r	-	-
25-28*	Receiver station ID: line/point/index	r	r	-
81-84	Receiver station easting	r	r	-
85-88	Receiver station northing	r	r	-
41-44	Receiver station ground elevation	r	r	-
37-40	Source/receiver offset	r	r	-
113-114	Stack mute end time (time after NMO)	-	o	-
tbd*	First arrival time pick	r	o	-
99-100	Source station statics (base+residual)	o	r	-
101-102	Receiver station statics (base+residual)	o	r	-
157-158	Source time stamp: year	r	o	-
159-160	Source time stamp: day of year	r	o	-

Trace header bytes	Content	A	B	S
161-162	Source time stamp: hour	r	o	-
163-164	Source time stamp: minute	r	o	-
165-166	Source time stamp: second	r	o	-

wobei

A = Prepared/merged field data

B = Conditioned pre-stack data

S = Zero-offset volumes, stacked image oder data traces

o = optional

r = required (erforderlich)

r2 = required for 2D data (erforderlich für 2D-Daten)

r3 = required for 3D data (erforderlich für 3D-Daten)

- = nicht definiert, nicht anwendbar

\*tbd = to be defined by service provider or project lead

Source und receiver station IDs, die für 3D-Daten normalerweise aus line, point und index Nummern bestehen, können in einen single trace header per source oder receiver kodiert werden, mit der Verwendung zusammengesetzter Zahlen wie LLLLPPPI, wobei L Ziffern für die line Nummer sind, PPPP Ziffern für die point Nummer sind und I den Index bezeichnet.

## 4 Erschliessungsphase

Die Untergrund-Erschliessungsphase gemäss Definition im BFE-Vertrag umfasst das Bohren in ein zuvor charakterisiertes Reservoir für die Produktion geothermischer Energie.

Über Bohrungen, die im Zusammenhang mit der Prospektionsphase oder der Untergrund-Erschliessungsphase durchgeführt wurden, ist so wie unten beschrieben zu berichten.

### 4.1 Zu liefernde Daten

Nach Abschluss der Untergrund-Erschliessungsphase sind alle diesbezüglichen Daten an swisstopo zu liefern. Die zu liefernden Daten müssen umfassen:

- Roh- und prozessierte Daten (zum Beispiel Bohrlochmessungen, mud logging, VSP, Hydraulik-/Drucktest-Daten und -Ergebnisse, Fluid-Laboranalyse, ...)
- Grafische Darstellungen der Daten (field prints, composite plots, logs...)
- Berichte zur Beschreibung, wie die Daten durch die entsprechenden Firmen erhoben/prozessiert werden (Berichte über die Arbeiten, End of well report, End of section reports, tägliche/wöchentliche/monatliche Berichte)
- Dateninterpretation (geologischer Bericht, Interpretation der Testergebnisse, 3D-Modelle usw.)
- Verschiedene projektbezogene Daten und Berichte (zum Beispiel seismisches Monitoring durch den/die ProjekteigentümerIn, Umweltmonitoring)
- Metadaten zur Integration in die Web-Anwendung boreholes.swissgeol.ch, ein Bohrloch-Datenmanagementsystem
- Physikalische Daten (Proben, Cuttings, Dünnschliffe, Bohrkerne usw.)

### 4.2 Datenstruktur

Die Daten müssen in einem Folder mit folgender Struktur geliefert werden:

Hauptordner (Bezeichnung der Bohrung)	Unterordner (Datenpakete)
WellboreXY-1	01 WL
	02 MWD
	03 LWD
	04 Well path
	05 Mud logging
	06 Cores
	07 Cuttings
	08 Fluids
	09 Pressure tests
	10 DST-Hydro-Prod tests
	11 VSP
	12 Composite logs
	13 Geology
	14 Petrophysics
	15 Well doc
	16 Miscellaneous

Bei Sidetrack-Bohrungen oder Multilateral-Bohrungen muss für jeden Track ein separater Folder erstellt werden.

Anhang B enthält eine detaillierte Beschreibung der oben aufgelisteten Datenpakete, damit verbundene technische Vorgaben und Formatanforderungen. Dieser Anhang sollte vor den Bohr- und Bohrlochmessungsarbeiten (geplante Datenerhebung) und danach (eigentliche Datenerhebung) ausgefüllt werden.

Jedes Projekt ist anders und es liegt in der Verantwortung des/der ProjekteigentümersIn, über die Methoden und zu erhebenden Daten zu entscheiden, entsprechend den Zielen des Projekts. Daher können einige der aufgeführten Datenpakete leer sein, wenn die diesbezügliche Datenerhebung nicht geplant und/oder nicht durchgeführt wurde.

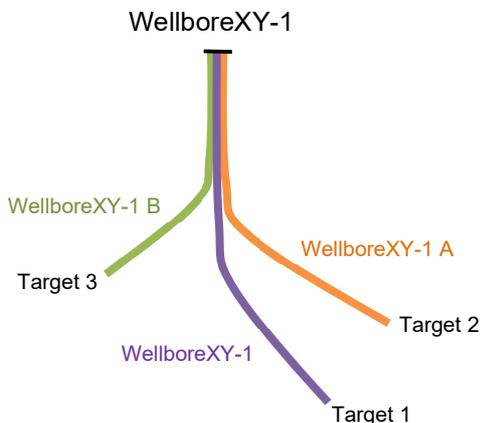
Für eine Übersicht der Mittel und ihre Anwendung in einer geothermischen Bohrung ist auf das Dokument «Recommendations for data acquisition in the frame of geothermal exploration drilling» Bezug zu nehmen, das von der Geothermie Allianz Bayern / Technische Universität München im Rahmen des Geothermie Schweiz Programms Transfer erarbeitet wurde.

Anhang C «Untergrunderschliessungsdateninventar» muss vom Betreiber mit folgenden Informationen ausgefüllt werden:

- Das Sheet «Section Overview» ermöglicht zu verstehen, wie die Bohrung durchgeführt und fertiggestellt wurde (gemäss Ausführungsplan).
- Das Sheet «Logging Overview» fasst alle Bohrlochmessungsarbeiten zusammen, die in der Bohrung fertiggestellt wurden.
- Das Sheet «Data» ist die Inventarliste aller Dateien, die swisstopo bereitgestellt wurden.
- Das Sheet «Metadata» führt eine Reihe von Basis-Informationen für die Bohrlöcher-Datenbank auf.
- Die Cuttings-Liste beschreibt und dokumentiert die Cuttings-Proben, die an swisstopo und/oder das kantonale Bohrkernlager übertragen wurden.
- Die Bohrkern-Liste beschreibt und dokumentiert die Bohrkern, die an swisstopo und/oder das kantonale Bohrkernlager übertragen wurden.

#### 4.3 Konvention für Benennung von Bohrungen

Allgemeiner Name der Bohrung:	WellboreXY-1
Name des ersten Bohrlochs:	WellboreXY-1
Name des ersten Sidetracks:	WellboreXY-1 A
Name des zweiten Sidetracks:	WellboreXY-1 B



#### 4.4 Konvention für Benennung von Dateien

Bohrungs-Log-Files sind gemäss folgender Struktur zu benennen:

Wellbore name <> Bit-size <> Run number <> Tool(s) type <> Data <> Field or Processed <> Main, Repeat or both <> file extension

Beispiel für ein Rohdaten-Log-File:

*WellboreXY-1\_8.1-2in\_Run4.3\_DSL\_UXPL\_XMAC\_All\_Curves\_Field\_Main-Repeat.dlis*

Um die Zahl der möglichen Variationen bezüglich der tool types im File-Namen zu reduzieren, können die generischen Tool-Namen in den tool strings alphabetisch geordnet werden. Zudem sind AUX und GR immer Teil der tool strings; daher könnten diese auch weggelassen werden, wodurch sich die tool strings verkürzen. Z. B. sollte gemäss diesen Regeln der tool string GR-RES-DEN-NEU-SON-AUX mit DEN-NEU-RES-SON angegeben werden.

Bohrungsberichte sind gemäss folgender Struktur zu benennen:

Wellbore name <> short description <> file extension

Beispiel für ein Berichtsfile:

*WellboreXY-1\_mudlog\_report.pdf*

Dateinamen dürfen nicht länger als 90 Zeichen sein. Sie enthalten keine Leerabstände zwischen den Zeichen und keine Sonderzeichen.

#### **4.5 Metadaten**

Eine Metadatenliste betreffend das Projekt und die Bohrung(en) muss in der entsprechenden Excel-Datei (Anhang C) bereitgestellt werden.

#### **4.6 Format**

Die Datenformate sind in Anhang B definiert.

#### **4.7 Referenz für die Tiefenmessung**

Die Tiefenreferenz, zum Beispiel rotary table drill-floor (DF) oder rotary Kelly bushing (RKB), und deren Höhe über der mittleren Meereshöhe (MSL) müssen klar definiert sein durch den ProjekteigentümerIn und sind zwingende Informationen.

Alle Log-Daten, über die berichtet wird, müssen in measured depth (MD) bezüglich des gewählten Referenzlevels sein, um konsequent über die ganze Bohrung beibehalten zu werden. Weitere Plots in true vertical depth (TVD) können geliefert werden, müssen aber als solche identifiziert werden.

### **5 Koordinatenreferenzsystem**

Die gelieferten Daten sollten zum Koordinatensystem CH1903+ / LV95 in Bezug gestellt werden (EPSG-Code: 2056)

Die geodätische Referenzhöhe CH1903+ (ESRI SRID 21781) ist durch den EPSG-Code 4150 beschrieben.

Die Umwandlung von WGS84 zu CH1903+/LV95 muss entsprechend der Richtlinie von swisstopo erfolgen.

Das Höhenreferenzsystem muss LN02 (NF02) sein, mit Bezug auf den «Repère Pierre du Niton» H (RPN) =373,6 m in Genf.

Für länderübergreifende Erhebungsdaten kann auf mehr als ein Koordinatensystem Bezug genommen werden. Die Lieferung muss zweierlei umfassen: CH1903+ und das System des betroffenen fremden Landes. In diesem Fall müssen diese Informationen in den Kopfzeilen enthalten sein.

### **6 Datentransfer**

Alle prozessierten primären und sekundären, «interpretierten» Daten müssen swisstopo innerhalb der Fristen gemäss Kapitel 2 bereitgestellt werden.

Nur die endgültigen Versionen der Daten und Berichte sollten eingereicht werden.

Die Daten werden über einen Übertragungslink übermittelt, wenn es das Volumen zulässt, oder auf einer Harddisk, wenn das Volumen zu gross ist.

Mit den Daten sind die vollständig ausgefüllten Anhänge A, B und C einzureichen (je nach Phase).

## 7 Datenveröffentlichung

Nach den zuvor erwähnten Gesetzgebungstexten sind primäre Geodaten und prozessierte primäre Geodaten aus der Prospektions- und der Erschliessungsphase der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

Sekundäre geologische Daten und Informationen (interpretierte Daten) werden nur dann veröffentlicht, wenn der/die ProjekteigentümerIn es swisstopo gestattet.

Die seismischen Prospektionsdatenpakete 1, 2, 3 und 4 + die Metadaten (siehe Kapitel 2) werden öffentlich verfügbar sein.

Die Bohrungsdatenpakete – unabhängig von der Prospektions- oder der Untergrunderschliessungsphase –, die veröffentlicht werden müssen, sind in Anhang B, Spalte «Veröffentlichung» («Publication»), angegeben.

Dokumente, die gemäss diesen Vorgaben veröffentlicht werden sollen, dürfen keine Kostenangaben, urheberrechtlich geschützten Inhalte oder Angaben wie «vertraulich» oder ähnlich enthalten. Der/Die ProjekteigentümerIn ist dafür verantwortlich, Unternehmen, Zulieferer und Partner darüber zu informieren, dass Daten veröffentlicht werden.

## 8 Quellen

Diese technischen Anforderungen wurden teilweise von folgenden Quellen, die online öffentlich zugänglich sind, übernommen und/oder angepasst.

- Technische Standards der SEG
- Guidelines for reporting well data to authorities after completion (Blue Book), Version 14.0, 2022, Norwegian Petroleum Directorate
- Guidelines for reporting geophysical data to authorities (Yellow Book), Version 6.0, 2018, Norwegian Petroleum Directorate