

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	4
2	Grundlagen	4
2.1	Geologische Verhältnisse	4
2.2	Verfahrensbeschreibung Seismik	5
3	Durchführung der Messung	7
4	Auswertung	10
5	Ergebnisse	10
5.1	Profil 3 – 2023	12
5.2	Profil 4 – 2023	13
5.3	Profil 4 – 2014	14
5.4	Profil 8 – 2014	15
5.5	Grundwasser	16
6	Zusammenfassung	17
7	Quellenangaben	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Vor- und Nachteile der Reflexionsseismik und der Refraktionstomographie	6
------------	---	---

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der zur Auswertung herangezogenen Laufwege für die Refraktionsseismik	5
Abbildung 2:	Schematische Darstellung der zur Auswertung herangezogenen Laufwege für die Reflexionsseismik.....	6
Abbildung 3:	a) Profil 3, Wiese zwischen Wald und Steinbruch, Blickrichtung SW, b) Profil 4 im Steinbruch, Blickrichtung SSE, c) seismische Quelle: Fallgewicht am Traktor, d) Geoden und Kabeltrommeln, e) Aufzeichnungs-PC, f) Geophon.....	9

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan der Seismikprofile 2014 und 2023
- Anlage 2.1: Profil 3/2023, Refraktionsseismisches Geschwindigkeitsfeld
- Anlage 2.2: Profil 3/2023, Reflexionsseismisches Tiefenprofil
- Anlage 2.3: Profil 3/2023, Hybridseismisches Profil
- Anlage 2.4: Profil 3/2023, Hybridseismisches Profil mit Interpretation
- Anlage 2.5: Profil 3/2023, Hybridseismisches Profil mit Interpretation und Gesteinsart
- Anlage 3.1: Profil 4/2023, Refraktionsseismisches Geschwindigkeitsfeld
- Anlage 3.2: Profil 4/2023, Reflexionsseismisches Tiefenprofil
- Anlage 3.3: Profil 4/2023, Hybridseismisches Profil
- Anlage 3.4: Profil 4/2023, Hybridseismisches Profil mit Interpretation
- Anlage 3.5: Profil 4/2023, Hybridseismisches Profil mit Interpretation und Gesteinsart
- Anlage 4.1: Profil 4/2014, Refraktionsseismisches Geschwindigkeitsfeld
- Anlage 4.2: Profil 4/2014, Reflexionsseismisches Tiefenprofil
- Anlage 4.3: Profil 4/2014, Hybridseismisches Profil
- Anlage 4.4: Profil 4/2014, Hybridseismisches Profil mit Interpretation
- Anlage 4.5: Profil 4/2014, Hybridseismisches Profil mit Interpretation und Gesteinsart
- Anlage 5.1: Profil 8/2014, Refraktionsseismisches Geschwindigkeitsfeld
- Anlage 5.2: Profil 8/2014, Reflexionsseismisches Tiefenprofil
- Anlage 5.3: Profil 8/2014, Hybridseismisches Profil
- Anlage 5.4: Profil 8/2014, Hybridseismisches Profil mit Interpretation
- Anlage 5.5: Profil 8/2014, Hybridseismisches Profil mit Interpretation und Gesteinsart

1 Veranlassung

Die Firma Gebr. Arweiler baut südsüdöstlich von Reimsbach in einem Steinbruch Andesit ab. Im Zuge einer geplanten Erweiterung soll südlich und östlich des bestehenden Abbaus der Untergrund mittels Hybridseismik weiter erkundet werden. Im Jahr 2014 wurden in diesem Bereich bereits geoelektrische und refraktionsseismische Messungen durch die K-UTEC durchgeführt [1]. Das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz hat an den AG Anfragen zu hydrogeologischen und rohstoffgeologischen Themen gestellt. Die aktuelle Untersuchung soll dazu die offenen Fragen beantworten und als Zuarbeit bei dem hydrogeologischen Gutachten Verwendung finden.

Dazu wurde folgende Vorgehensweise vorgeschlagen, die nun zur Ausführung kam:

Neumessung von zwei Profilen mittels der hybridseismischen Methode und feineren Quell- und Empfängerpositionen. Bei einem neuen Profil (Profil 4) wird bereits aus dem bestehenden Abbaufeld heraus in den Bereich der geplanten Erweiterung gemessen. Somit lassen sich, in Bezug auf vorhandene Erkenntnisse vom Abbau, der Geometrie und des Höhenunterschiedes neue geologische Informationen zur Unterkante der Andesitlagerstätte und ggf. Auflockerungsbereiche, die sich als Reflexionen im Seismogramm abbilden können, gewinnen. Das zweite Profil (Profil 3) soll südlich des bestehenden Tagebaus, an die Freiflächen der Landschaft angepasst, in West-Ost-Richtung verlaufen. Zwei der alten Seismikprofile aus dem Jahr 2014 sollen mit der hybridseismischen Methode neu ausgewertet werden. Das Processing seismischer Daten hat sich in den letzten Jahren stark verbessert und kann in dieser neuen Form entscheidende zusätzliche geologische Informationen liefern, die für die hydrogeologische Bewertung von Bedeutung sind.

Dieses Vorgehen wurde mit dem AG und dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz einvernehmlich abgestimmt.

2 Grundlagen

2.1 Geologische Verhältnisse

Geologisch betrachtet ist das Untersuchungsgebiet Teil des Saar-Nahe Beckens. Charakterisiert wird dieses Gebiet durch Gesteine des Oberrotliegenden. In der Region wurden vorrangig Kohle und Eisen gewonnen. Im Werk Reimsbach der Firma Gebrüder Arweiler GmbH & Co. KG werden dagegen intermediäre Vulkanite, so genannte Andesite, als Baumaterial abgebaut. Aus einer Sondierungsbohrung des AG geht hervor, dass im Hangenden Buntsandsteinschichten erschlossen wurden. In größerer Teufe wurde rotes Bohrgut angetroffen.

2.2 Verfahrensbeschreibung Seismik

Bei den seismischen Verfahren werden als Informationsträger elastische Wellen und Wellenfelder verwendet, die zu ebenen oder räumlichen Bildern des Untergrundes aufgearbeitet werden. Die für die Wellenausbreitung entscheidenden Parameter sind die Wellengeschwindigkeiten in den unterschiedlichen Materialien. Die Wellengeschwindigkeiten werden durch Kenngrößen, wie Dichte, Kompressions- und Schubmodule, Porosität u. ä. bestimmt. Der Untergrund beeinflusst die Ausbreitung seismischer (elastischer) Wellen durch Mechanismen wie Reflexion, Refraktion (Brechung, Beugung), Absorption und Streuung.

Die seismischen Wellen werden künstlich erzeugt, z. B. durch Sprengstoff, Hammerschläge, Vibratoren, Implosionen, beschleunigte Fallgewichte oder Luftschallquellen. Die Wellen werden mit sog. Geophonen, Beschleunigungsaufnehmern oder Hydrophonen aufgezeichnet. Sende- und Empfängerfrequenzen müssen den Aufgabenstellungen vor Beginn einer Messung angepasst werden.

Bei der Refraktionsseismik bzw. Refraktionstomographie werden die „zurückgebrochenen“ Wellen ausgewertet (Abbildung 1). Bei der Auswertung werden die Ersteinsatzzeiten der refraktierten Wellen ermittelt, aus denen mit Hilfe von Inversionstechniken die Schichtstruktur des Untergrundes ermittelt werden kann. Dies erfolgt über die Angabe der Geschwindigkeitsverteilung für seismische Wellen innerhalb des Untergrundes. Mit Hilfe der Refraktionstomographie wird die Geschwindigkeitsverteilung der seismischen Wellen im Untergrund kontinuierlich berechnet und tomographisch dargestellt.

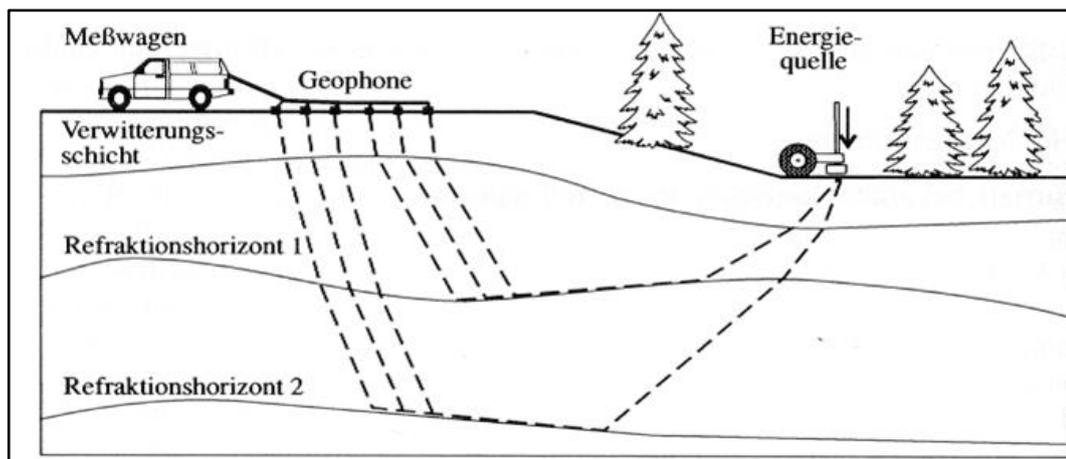


Abbildung 1: Schematische Darstellung der zur Auswertung herangezogenen Laufwege für die Refraktionsseismik

Bei der Reflexionsseismik werden die aus dem Untergrund zurückreflektierenden Wellen ausgewertet (Abbildung 2). Reflexionen finden dort statt, wo Änderungen der akustischen Impedanz auftreten. Die akustische Impedanz ergibt sich aus dem Produkt der Dichte eines Materials und dessen Wellengeschwindigkeit. Starke Änderungen der Dichte bzw. der Wellengeschwindigkeiten treten beispielsweise bei prominenten Materialwechseln auf, aber können auch durch Störungen und Klüftungen hervorgerufen werden. In diesem Fall treten starke Reflexionen auf. Die interne Schichtung eines Gesteinspakets geht in der Regel mit schwachen Dichte- und Geschwindigkeitsvariationen einher, sodass nur schwache Reflexionen erzeugt werden.

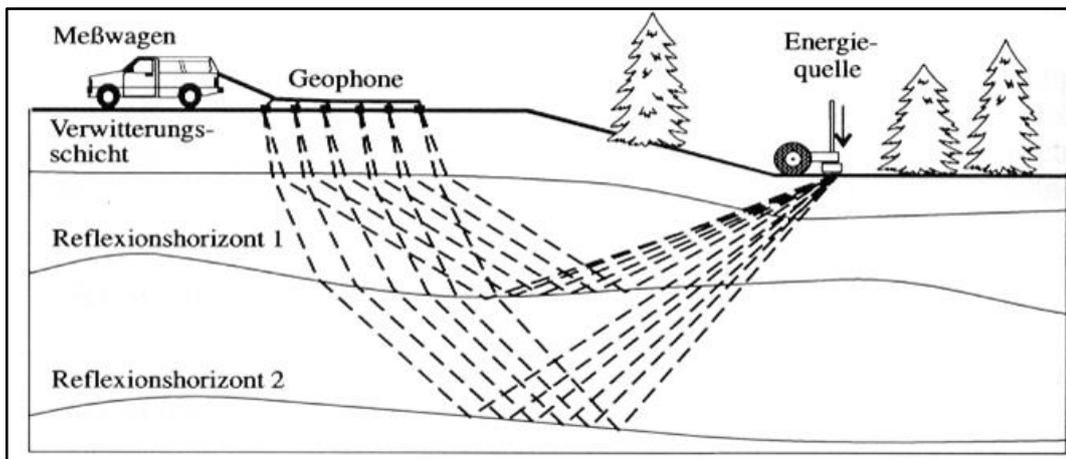


Abbildung 2: Schematische Darstellung der zur Auswertung herangezogenen Laufwege für die Reflexionsseismik

Die Hybridseismik stellt eine Kombination der Refraktionsseismik und der Reflexionsseismik dar. Sowohl die Reflexionsseismik als auch die refraktionsseismische Tauchwellentomographie haben als einzeln angewendetes Verfahren je nach Fragestellung und Erkundungstiefe unbestrittene Vor- als auch Nachteile.

Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Reflexionsseismik und der Refraktionstomographie

Anforderung / Messziele	Reflexionsseismik	Refraktions-tomographie
Auflösungsvermögen in geringen Tiefen (< 10 m)	begrenzt	gut
Auflösungsvermögen in größeren Tiefen (> 40 m)	gut	schlecht
Erkundungstiefe	hoch	begrenzt
Indikator für Gesteinsfestigkeit / Auflockerung / Permeabilität	schlecht	gut
Detektion von Geschwindigkeitsinversionen (hidden layers)	schlecht	gut
Detektion von Störungs- und Bruchzonen	gut	begrenzt

Der in Tabelle 1 dargestellte Vergleich der beiden Methoden legt nahe, dass durch eine Kombination der beiden Verfahren die Vorteile der einen Methode die Nachteile der jeweilig anderen kompensiert. Dadurch, dass die Datenerfassung mit den heute zur Verfügung stehenden Messgeräten nicht mehr für beide Methoden getrennt durchgeführt werden muss, sondern in einem einzelnen Arbeitsgang ohne zusätzlichen Feldaufwand möglich ist, wird das Aussagepotenzial der seismischen Daten durch die Datenbearbeitung nach beiden Verfahren ausgeschöpft.

Zusätzlich zum stark verbesserten Auflösungsvermögen kartiert die Hybridseismik nicht nur die Untergrundstrukturen in der Art einer Röntgenaufnahme, sondern liefert bis in Tiefen von bis zu 400 m gleichzeitig auch Aussagen über die Gesteinsfestigkeit und somit indirekt auch über die Permeabilität.

3 Durchführung der Messung

Die Messungen erfolgten vom 22.05. bis 25.05.2023. Anlage 1 zeigt die Lage der beiden aktuellen Seismikprofile sowie jener aus dem Jahr 2015. Profil 3 verläuft von Nordosten zwischen zwei Feldern, um den Wald über eine Wiese (Abbildung 3a), an der südöstlichen Ecke des Steinbruchs am Zaun vorbei, und entlang des Waldrandes nach Südwesten. Profil 4 beginnt im Norden und verläuft dann an der östlichen Seite des Weges aus dem Steinbruch (Abbildung 3b), quert die Wiese und ein Feld und endet an einem Feldweg. Die Profile wurden im Gelände möglichst so gelegt, dass der Flurschaden, besonders am hochstehenden Getreide, geringgehalten wurde.

Als seismische Quelle wurde ein beschleunigtes Fallgewicht Bison EWG III am Traktor (Abbildung 3c) verwendet. Nur bei dem Bereich an der Ecke des Steinbruchs war durch sehr feuchten Boden kein Befahren möglich. Dort wurde stattdessen ein Vorschlaghammer verwendet. Die Aufzeichnungen erfolgten mit 10Hz-Vertikalgeophonen der Fa. Sensor (Abbildung 3f), die an Geoden der Fa. Geometrics (Abbildung 3d) angeschlossen waren. Es wurde mit einem Geophonabstand von 2 m und einem Schlagpunktabstand von 4 m aufgenommen. Profil 3 hatte eine Länge von 640 m mit 160 Schlagpunkten, Profil 4 hatte eine Länge von 610 m mit 153 Schlagpunkten.

Die Geophone wurden durch Einstechen eines Metaldorns an den Erdboden angekoppelt. Vor dem Hintergrund, sowohl reflexions- als auch refraktionsseismische Daten in einer Messkampagne aufzunehmen, wurde mit der nachbeauftragten Firma GeoExpert ein spezielles Feldlayout von Geophon- und Schusspunktpositionen erarbeitet. Es waren jeweils 8 Ketten á 24 Geophone aktiv. Die 8 Ketten wurden mit einem Schusspunktabstand von 4 m abgeschossen. Durch die Technik des Roll-Along kann eine Verlängerung der Profillänge erreicht werden. Hierzu werden nach der Durchführung des ersten Messzyklus die vorderen Kabel einer Profilkette abgebaut und am Ende der restlichen Kabelgruppen wieder angefügt. Anschließend erfolgt die Messung eines weiteren

Messzyklus. Durch die teilweise Versetzung und Überlappung der Kabel ist die Kontinuität des Datensatzes gesichert. Die Schusspunkte wurden dabei so gewählt, dass auch vor und nach der aktiven / aufgebauten Geophonkette geschossen wurde, um die nötigen Abstände und Winkel zu erreichen. Die Geophonketten wurden dreimal weiter verlegt, wobei zweimal 4 Kabel á 24 Geophone umgebaut wurden. Beim dritten Umbau wurde nur bis zum Profilende neu aufgebaut.

Die Einmessung der Profile wurde mit einem Leica DGPS GS09 durchgeführt.



Abbildung 3: a) Profil 3, Wiese zwischen Wald und Steinbruch, Blickrichtung SW, b) Profil 4 im Steinbruch, Blickrichtung SSE, c) seismische Quelle: Fallgewicht am Traktor, d) Geoden und Kabeltrommeln, e) Aufzeichnungs-PC, f) Geophon

4 Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte durch den Subauftragnehmer GeoExpert. Die Datensätze wurden sowohl refraktionsseismisch als auch reflexionsseismisch ausgewertet. Für die Reflexionstomographie wurden die Refraktionseinsätze der aufgezeichneten Signale für die spätere Zeit-Tiefen-Wandlung der reflexionsseismischen Daten bestimmt. Anschließend erfolgte eine Amplitudennormalisierung sowohl im Zeitbereich der ersten 100 ms, als auch im Frequenzbereich (sog. spectral whitening). Die amplitudenangepassten Daten wurden dann durch einen Bandpassfilter mit Durchlassbereich zwischen 45 Hz und 160 Hz gefiltert. Im Anschluss wurde eine CDP (Common Depth Point) Sortierung und -Stapelung, sowie eine NMO (Normal Move Out) Korrektur auf die Daten angewendet. Die weitere Bearbeitung umfasste einen erneuten Amplitudenausgleich im Zeitbereich sowie eine Bandpassfilterung im Bereich zwischen 45 Hz und 160 Hz. Letztendlich wurde ein Kohärenzfilter verwendet, die Laufzeit-Tiefen-Transformation durchgeführt und topographische Korrekturen vorgenommen.

Für die refraktionsseismische Auswertung wurden zunächst die Ersteinsätze der Geophonspuren bestimmt und anschließend eine CMP (Common Mid Point) Sortierung vorgenommen. Die räumliche Verteilung der seismischen Geschwindigkeiten wurde mittels der Δt -v-Methode ermittelt. Mithilfe der iterativ angewendeten WET (Waveform Eikonal Path) Methode konnte eine Verfeinerung des Geschwindigkeitsmodells erreicht werden.

Zusätzlich zu den neu aufgenommenen Profilen wurden die beiden Profile 4 & 8 aus der Messkampagne 2014 mit der oben beschriebenen Verfahrensweise neu ausgewertet.

5 Ergebnisse

Die Anlagen 2 und 3 zeigen die Ergebnisse der aktuellen Messungen. Die Anlagenteile 2.1 und 3.1 stellen das Geschwindigkeitsfeld der p-Wellen dar. Die Anlagen 2.2 und 3.2 bilden mit den Reflektoren die Strukturen im Untergrund ab. Die Anlagen 2.3 und 3.3 zeigen die hybridseismischen Profile, die Überlagerung von Reflexionsseismik und p-Wellengeschwindigkeitsfeld. In den Anlagen 2.4 und 3.4 sind darauf aufbauend Isolinien der p-Wellengeschwindigkeiten sowie Störungen eingetragen.

Die Anlagen 4 und 5 zeigen die Ergebnisse der neu ausgewerteten Messung von 2014. Die Anlagenteile 4.1 und 5.1 stellen das Geschwindigkeitsfeld der p-Wellen dar. Die Anlagen 4.2 und 5.2 bilden mit den Reflektoren die Strukturen im Untergrund ab. Die Anlagen 4.3 und 5.3 zeigen die hybridseismischen Profile, die Überlagerung von Reflexionsseismik und p-Wellengeschwindig-

keitsfeld. In den Anlagen 4.4 und 5.4 sind darauf aufbauend Isolinien der p-Wellengeschwindigkeiten sowie Störungen eingetragen.

Die Anlagen 2.5, 3.5, 4.5 und 5.5 zeigen schließlich die aus den vorigen Ergebnissen abgeleitete Interpretation mit Angabe der Gesteinsart.

2014 wurde der Übergang von Überdeckung zu Buntsandstein mit den Isolinien der p-Wellengeschwindigkeit bei 1500 m/s beschrieben. Diese Annahme wurde für alle vier Profile übernommen und diese Isolinie wurde dargestellt. Aus unserer Erfahrung lässt sich der Übergangsbereich von Buntsandstein zu vulkanischem Gestein (Andesit) ab der Isolinie 3000 m/s abbilden. Zwischen 3000 m/s und 3500 m/s befindet sich ein Übergangsbereich zwischen sedimentärem und vulkanischem Gestein, mit kontaktmetamorphoser Überprägung. Ab ca. 3500 m/s nehmen wir vulkanisches Gestein an.

Nach Augenscheinnahme vor Ort wurde die Basis der Andesit Intrusion im Steinbruchtiefsten bei 175 mNN noch nicht erreicht und muss tiefer liegen. In den Anlagen 2.5 bis 4.5 ist diese Tiefe jeweils mit dem seitlichen Abstand projiziert dargestellt. Es ist je Profil eine Linie in dieser Tiefe, in dem Teil des Profils, der dem Steinbruchtiefsten am nächsten gelegen ist, eingetragen. Der Abstand zum Seismikprofil ist an der Linie angegeben.

Die Unterkante der Andesitlagerstätte kann aus den Seismikdaten weniger genau abgeleitet werden als die Oberkante. Beim Übergang zum kontaktmetamorph überprägten Buntsandstein ist eine Änderung in der p-Wellengeschwindigkeit und eine Reflexion zu erwarten. Es wäre ein Sprung der p-Wellengeschwindigkeit von etwa 5500 m/s (Andesit) auf ca. 3000 m/s (Buntsandstein) zu erwarten [2]. Beide Elemente sind in den Profilen nicht eindeutig enthalten und liegen wahrscheinlich unterhalb der erreichten Erkundungstiefe. Wo am Profilanfang und Profilende die Fortsetzung der Andesitlagerstätte vermutet wird, aber keine p-Wellengeschwindigkeiten vorliegen, ist dies in den Anlagen X.5 eingetragen. Die Refraktionsseismik ist in ihrer Tiefenauflösung beschränkt, wie aus der Verfahrensbeschreibung in der Tabelle 1 hervorgeht. Zur Ausweisung tieferliegender Bereiche von vermutetem Andesit wurde daher auf die Ergebnisse des reflexionsseismischen Anteils der Hybridseismik, der Deutung der Reflektoren, zurückgegriffen (Vorteil der Hybridseismik).

In der Interpretation in den Anlagenteilen X.4 und X.5 wurden weiterhin aus den Ergebnissen der hybridseismischen Auswertung vermutete Störungen eingetragen. Diese können helfen, den Lagerstättenkörper zu beschreiben.

5.1 Profil 3 – 2023

Profil 3 hat einen NE-SW Verlauf und erstreckt sich über den Höhenzug entlang der Wald- und später der Abbaukante des Steinbruchs, bis es dem Verlauf des Hellbachs parallel folgt. Das Profil steigt demnach bis ca. Profilmeter 80 an und fällt ab dort kontinuierlich ab.

In Anlage 2.1 ist das Ergebnis der Auswertung der Refraktionstomographie für das Profil 3 – 2023 dargestellt – die Verteilung der seismischen p-Wellengeschwindigkeit. In dem Ergebnis lässt sich eine horizontale Schichtung in der Geschwindigkeitsverteilung erkennen, bei der die Geschwindigkeiten mit der Tiefe zunehmen. Durchbrochen wird diese Geschwindigkeitszunahme immer wieder von schollenartigen bzw. intrusionsartigen Bereichen höherer und niedriger Geschwindigkeit, die sich mit der Entstehung der Lagerstätte decken.

In Anlage 2.2 ist das Ergebnis der Auswertung der Reflexionsseismik für das Profil 3 – 2023 dargestellt – Abbildung der seismischen Reflektoren als schwarz-weiß Wiggplot. Der Anlage 2.3 kann das Ergebnis der hybridseismischen Verschneidung für das Profil 3 – 2023 entnommen werden. Anlage 2.4 dokumentiert das Ergebnis der hybridseismischen Verschneidung mit der Erstinterpretation für das Profil 3 – 2023.

Der Bereich von Profilmeter 50 bis Profilmeter 240 ist von einer aufragenden Zone (bis 225 mNN) hoher seismischer Geschwindigkeiten (>3500 m/s) gekennzeichnet, die auf das Vorhandensein von Andesit schließen lassen. Auf deren Sattel befindet sich eine Scholle (230 mNN – 250 mNN) mit hohen seismischen Geschwindigkeiten (<3500 m/s). Dazwischen und um die Scholle herum befinden sich Bereiche mittlerer seismischer Geschwindigkeiten (3000 m/s – 3500 m/s), die auf Übergangszonen vom Buntsandstein zum Andesit bzw. metamorphos überprägtes Sedimentgestein deuten.

Ab Profilmeter 240 fällt der Bereich hoher seismischer Geschwindigkeiten (>3500 m/s) auf ca. 210 mNN ab und bis Profilmeter 510 wird dieser Bereich (>210 mNN) durch mittlere seismische Geschwindigkeiten (3000 m/s – 3500 m/s) bestimmt – dabei könnte es sich um die Übergangszone vom Buntsandstein zum Andesit bzw. metamorphos überprägtes Sedimentgestein handeln. Dieser Bereich wird immer wieder durch kleine Schollen hoher (>3500 m/s) und niedriger Geschwindigkeiten (<3000 m/s) durchzogen. Im Bereich der 3500 m/s-Isolinie befindet sich ein sehr markanter Reflektor, der auf einen harten Lithologiewechsel (ohne Übergangsbereich) hindeutet.

Mehrere vermutete Störungen bestimmen das Bild in Bereichen die tiefer liegen bzw. auch von hohen seismischen Geschwindigkeiten (>3500 m/s) geprägt sind. Diese vermuteten Störungen können zur Deutung der Lagerstättenentstehung herangezogen werden, werden in diesem Bericht aber nicht weiter betrachtet.

Im Profil 3 – 2023 konnte der Andesit bis zu einer Teufe von ca. 162 mNN mittels der geophysikalischen Verfahren nachgewiesen werden. In dieser Teufe lag die Grenze der Eindringtiefe des refraktionsseismischen Verfahrens. Es ist anzunehmen, dass der Andesit noch tieferliegend vorhanden ist.

5.2 Profil 4 – 2023

Profil 4 hat einen N-S Verlauf, beginnt im Steinbruch und erstreckt sich über die Abbaukante des Steinbruchs entlang der Felder. Das Profil steigt demnach von Profilmeter 600 bis ca. Profilmeter 370 an. Bei Profilmeter 300 befindet sich ein Abraumphaufen. Das Profil fällt ab dort bis Profilmeter 0 kontinuierlich ab.

In Anlage 3.1 ist das Ergebnis der Auswertung der Refraktionstomographie für das Profil 4 – 2023 dargestellt – die Verteilung der seismischen p-Wellengeschwindigkeit. In dem Ergebnis lässt sich eine horizontale Schichtung in der Geschwindigkeitsverteilung erkennen, bei der die Geschwindigkeiten mit der Tiefe zunehmen. Durchbrochen wird diese Geschwindigkeitszunahme immer wieder von schollenartigen bzw. intrusionsartigen Bereichen höherer und niedriger Geschwindigkeit, die sich mit der Entstehung der Lagerstätte decken.

Der Anlage 3.2 ist das Ergebnis der Auswertung der Reflexionsseismik für das Profil 4 – 2023 zu entnehmen – Abbildung der seismischen Reflektoren als schwarz-weiß Wiggplot. In Anlage 3.3 ist das Ergebnis der hybridseismischen Verschneidung für das Profil 4 – 2023 dargestellt. Anlage 3.4 dokumentiert das Ergebnis der hybridseismischen Verschneidung mit der Erstinterpretation für das Profil 4 – 2023.

Der Bereich des Profils (Profilmeter >600 bis 450), der sich noch im Tagebau befindet, ist von hohen seismischen Geschwindigkeiten (>3500 m/s) gekennzeichnet, die bis auf einen oberflächlichen Auflockerungsbereich, nahezu bis an die Profilauslage reichen.

Im Bereich von den Profilmeter 520 bis 450 ist diese Zone hoher seismischer Geschwindigkeit (>3500 m/s, >235 mNN) von Bereichen mittlerer seismischer Geschwindigkeit (>3000 m/s, <235 mNN, >220 mNN bis 210 mNN) unterlagert. Zudem gibt es eine Anomalie im Bereich von den Profilmeter 505 bis 480, bei der die seismische Wellengeschwindigkeit unter dem Wert von 3000 m/s liegt.

Ab Profilmeter 450 bis ca. Profilmeter 260 wird der Bereich zwischen ca. 250 mNN und ca. 215 mNN von mittleren seismischen Geschwindigkeiten (<3500 m/s bis >3000 m/s) dominiert. In diesem Abschnitt befinden sich auch 2 Bereiche, in den die seismische Geschwindigkeit niedriger (<3000 m/s)

und eine Art Scholle, bei der die seismische Geschwindigkeit höher (>3500 m/s) als die umgebende seismische Geschwindigkeit ist. Dies lässt sich mit der Genese der Lagerstätte erklären.

Bei Profilmeter 300 befindet sich der bereits angesprochene Abraumhaufen, der deutlich durch sehr niedrige seismische Geschwindigkeiten gekennzeichnet ist. Der weitere Profilverlauf ab Profilmeter 250 ist durch große oberflächliche Auflockerungszonen und eine nahezu horizontale Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe gekennzeichnet.

Im Profil 4 – 2023 konnte der Andesit bis zu einer Teufe von ca. 150 mNN (Profilmeter 350 – 500) bis 175 mNN (Profilmeter 100 – 350, Profilmeter 500 – 550) mittels der geophysikalischen Verfahren nachgewiesen werden. In dieser Teufe lag die Grenze der Eindringtiefe des refraktionsseismischen Verfahrens. Es ist anzunehmen, dass der Andesit noch tieferliegend vorhanden ist.

5.3 Profil 4 – 2014

Profil 4 hat einen SW-NE Verlauf, beginnt im Süden des Steinbruchs und erstreckt sich parallel zur Abbaukante entlang des Hellbachs bis in den Wald im östlichen Teil des Messgebiets. Das Profil steigt demnach nach Ost kontinuierlich an. Bei Profilmeter 595 bis Profilmeter 620 befindet sich eine ca. 25 m breite Lücke, bei der eine Datenaufnahme im Jahr 2014 nicht möglich war, dies spiegelt sich in dem reflektionsseismischen Ergebnis in den Anlagen 4.2 - 4.4 als oberflächliche Datenlücke wider, hat aber auf das refraktionsseismische Ergebnis nur geringfügige Auswirkungen.

In Anlage 4.1 ist das Ergebnis der Auswertung der Refraktionstomographie für das Profil 4 – 2014 dargestellt – die Verteilung der seismischen p-Wellengeschwindigkeit. In dem Ergebnis lässt sich eine horizontale Schichtung in der Geschwindigkeitsverteilung erkennen, bei der die Geschwindigkeiten mit der Tiefe zunehmen. Durchbrochen wird diese Geschwindigkeitszunahme immer wieder von schollenartigen bzw. intrusionsartigen Bereichen höherer und niedriger Geschwindigkeit, die sich mit der Genese der Lagerstätte decken.

In Anlage 4.2 ist das Ergebnis der Auswertung der Reflexionsseismik für das Profil 4 – 2014 dargestellt – Abbildung der seismischen Reflektoren als schwarz-weiß Wiggplot. Der Anlage 4.3 ist das Ergebnis der hybridseismischen Verschneidung für das Profil 4 – 2014 zu entnehmen. Anlage 4.4 dokumentiert das Ergebnis der hybridseismischen Verschneidung mit der Erstinterpretation für das Profil 4 – 2014.

Profilmeter 0 bis Profilmeter 175 sind durch eine strikt horizontale Schichtung mit Zunahme der seismischen Geschwindigkeit mit der Tiefe charakterisiert. Zwischen Profilmeter 175 und Profilmeter 280 bildet sich eine Senkenstruktur (zwischen ca. 190 mNN und ca. 245 mNN) in der Verteilung der

seismischen Geschwindigkeit (3000 m/s – 3500 m/s) heraus, in dessen Zentrum sich noch ein Bereich vergleichsweise niedriger seismischer Geschwindigkeit (<3000 m/s) befindet.

Eine weitere Senkenstruktur mit mittleren seismischen Geschwindigkeiten (3000 m/s – 3500 m/s) ist von Profilmeter 325 bis Profilmeter 370 zu erkennen (230 mNN – 250 mNN). Ab Profilmeter 370 bis ca. Profilmeter 445 ragt ein Bereich hoher seismischer Geschwindigkeiten (>3500 m/s) bis auf eine Tiefe von ca. 265 mNN und überlagert den anschließenden Bereich mittlerer seismischer Geschwindigkeiten (3000 m/s – 3500 m/s) ab ca. Profilmeter 415 – eine Art Schollenbildung ist zu erkennen, welche mit der Genese der Lagerstätte zu erklären ist. Ab Profilmeter 415 bis zum Profilende bildet sich ein oberflächlicher und mit dem Profilverlauf zunehmend mächtig werdender Bereich mit vergleichsweise niedrigen seismischen Geschwindigkeiten (<3000 m/s) heraus.

Am Profilende deutet sich ein erneutes Aufragen der Bereiche mit hohen seismischen Geschwindigkeiten (>3500 m/s) in der Verteilung der seismischen Geschwindigkeiten und in der gleichen Form der Reflektoren an.

Bei den Senken der seismischen Energie könnte es sich um Buntsandstein handeln, um den herum der Andesit intrudiert ist. Ein kontaktmetamorphos ausgeprägter Übergangsbereich ist erkennbar.

Im Profil 4 – 2014 konnte der Andesit bis zu einer Tiefe von ca. 175 mNN (Profilmeter 30 – 350) bis 200 mNN (aufsteigend Profilmeter 350 – 525) mittels der geophysikalischen Verfahren nachgewiesen werden. In dieser Tiefe lag die Grenze der Eindringtiefe des refraktionsseismischen Verfahrens. Es ist anzunehmen, dass der Andesit noch tieferliegend vorhanden ist.

5.4 Profil 8 – 2014

Profil 8 hat einen N-S Verlauf, beginnt im Osten des Steinbruchs und erstreckt sich parallel zur Abbaukante über die Felder bis an den Waldrand im östlichen Teil des Messgebiets. Das Profil steigt demnach nach Nord bis Profilmeter 100 an und fällt danach bis zum Profilende mehr oder weniger terrassenförmig ab.

In Anlage 5.1 ist das Ergebnis der Auswertung der Refraktionstomographie für das Profil 8 – 2014 dargestellt – die Verteilung der seismischen p-Wellengeschwindigkeit. In dem Ergebnis lässt sich eine horizontale Schichtung in der Geschwindigkeitsverteilung erkennen, bei der die Geschwindigkeiten mit der Tiefe zunehmen. Durchbrochen wird diese Geschwindigkeitszunahme immer wieder von schollenartigen bzw. intrusionsartigen Bereichen höherer und niedriger Geschwindigkeit, die sich mit der Genese der Lagerstätte decken.

In Anlage 5.2 ist das Ergebnis der Auswertung der Reflexionsseismik für das Profil 8 – 2014 dargestellt – Abbildung der seismischen Reflektoren als schwarz-weiß Wiggplot. Der Anlage 5.3 ist das

Ergebnis der hybridseismischen Verschneidung für das Profil 8 – 2014 zu entnehmen. In Anlage 5.4 ist das Ergebnis der hybridseismischen Verschneidung mit der Erstinterpretation für das Profil 8 – 2014 dokumentiert.

Von Profilmeter 0 bis ca. Profilmeter 170 ist eine von der Topografie überprägte, aber nahezu horizontale Schichtung mit Zunahme der seismischen Geschwindigkeit mit der Tiefe zu erkennen. Ein Auftragen eines Bereichs hoher seismischer Geschwindigkeit (>3500 m/s) ist zu erkennen.

Diese Aufragung ist bis Profilmeter 400 weiter vorhanden und wird im Bereich von Profilmeter 170 bis Profilmeter 350 immer wieder von Bereichen mittlerer Geschwindigkeiten (3000 m/s – 3500 m/s) unterbrochen. Im Bereich von Profilmeter 240 bis Profilmeter 280 befindet sich ein Bereich mit vergleichsweise niedriger seismischer Geschwindigkeit (<2500 m/s). Von Profilmeter 270 bis 360 wird der Bereich mit niedrigen (<3000 m/s) bis mittleren seismischen Geschwindigkeiten (<3500 m/s) von einer Scholle mit hohen seismischen Geschwindigkeiten (>3500 m/s, 250 mNN – 263 mNN) überlagert. Ab Profilmeter 400 bis zum Profilende liegt der Bereich mittlerer seismischer Geschwindigkeiten (>3000 m/s) unterhalb der 230 mNN-Höhenlinie.

Die angesprochenen Senken, Schollen und Intrusionen lassen sich sehr gut mit der Entstehung der Lagerstätte erklären.

Im Profil 8 – 2014 konnte der Andesit bis zu einer Teufe von ca. 210 mNN (Profilmeter 170 – 300) bis 235 mNN (aufsteigend von Profilmeter 300 – 500) mittels der geophysikalischen Verfahren nachgewiesen werden. In dieser Teufe lag die Grenze der Eindringtiefe des refraktionsseismischen Verfahrens. Es ist anzunehmen, dass der Andesit noch tieferliegend vorhanden ist.

5.5 Grundwasser

Wasser hat eine p-Wellengeschwindigkeit von 1500 m/s. Es beeinflusst die p-Wellengeschwindigkeit besonders in locker gelagerten Sedimenten.

Die Hybridseismik hat in allen Profilen zahlreiche steil stehende Störungen nachgewiesen. Diese können potenziell Wasserwegsamkeiten bzw. Kluftwasserleiter darstellen. Anhand der vorliegenden Daten kann aber nicht nachgewiesen werden, inwieweit Wasser in den Störungen vorkommt oder fließt.

In [1] wurde der Wasseranteil in den oberflächennahen Sedimenten anhand der Geoelektrikdaten betrachtet. Mit zunehmender Tiefe nahm der spezifische Widerstand in den Geoelektrikprofilen der Messungen 2014 zu, sodass von kompaktem Gestein ohne Wasseranteil ausgegangen wurde.

Im Zuge der aktuellen geophysikalischen Messkampagne war physikalisch kein Grundwasserleiter nachweisbar.

6 Zusammenfassung

Zwei lange seismische Profile aus dem Jahr 2014, sowie zwei neu aufgenommene Profile aus dem Jahr 2023 wurden mit neusten Methoden der hybridseismischen Auswertungsmethode bearbeitet.

Die neugewonnenen Ergebnisse bestätigen einerseits die Messergebnisse aus dem Jahr 2014 und ermöglichen andererseits einen noch besseren und detaillierteren Einblick in den Untergrund. Oberflächennah ist in allen Profilen ein geringmächtiger Bereich der Überdeckung zu erkennen bis der Übergang zum Festgestein folgt. Die intrusive Lagerstättenbildung ist in der Verteilung der seismischen Geschwindigkeit des refraktionsseismischen Anteils, sowie in der Lage und Anordnung der Reflektoren des reflektionsseismischen Anteils sehr gut zu erkennen. Bereiche hoher seismischer Geschwindigkeit (>3500 m/s), die dem Vulkanit Andesit zuzuordnen sind, sind vermehrt im Bereich mit niedrigen seismischen Geschwindigkeiten (<3000 m/s), die dem Buntsandstein zuzuordnen sind, intrudiert. Zudem hat sich ein Bereich mit mittleren seismischen Geschwindigkeiten (3000 m/s – 3500 m/s) herausgebildet, der auf einen kontaktmetamorphos überprägten Übergangsbereich zwischen Sediment und Intrusivgestein hindeutet. Der 3D-Intrusionskörper wurde mit 2D-Profilschnitten untersucht. Dabei erscheinen einige Strukturen isoliert und teils unverbunden im Umgebungsgestein zu liegen. Dies ist dem dreidimensionalen Charakter der Lagerstätte geschuldet.

Es wurden zahlreiche Störungen in den Seismikprofilen erkannt. Diese könnten potenziell Wasserwegsamkeiten darstellen. Das tatsächliche Fließen von Wasser kann aus den vorliegenden Daten nicht bestimmt werden.

Der Andesit konnte bis zu einer Teufe von ca. 150 mNN bis 162 mNN mittels der 2023 neu durchgeführten geophysikalischen Verfahren nachgewiesen werden. In dieser Teufe lag die Grenze der Eindringtiefe des refraktionsseismischen Verfahrens. Es ist anzunehmen, dass der Andesit noch tieferliegend vorhanden ist.

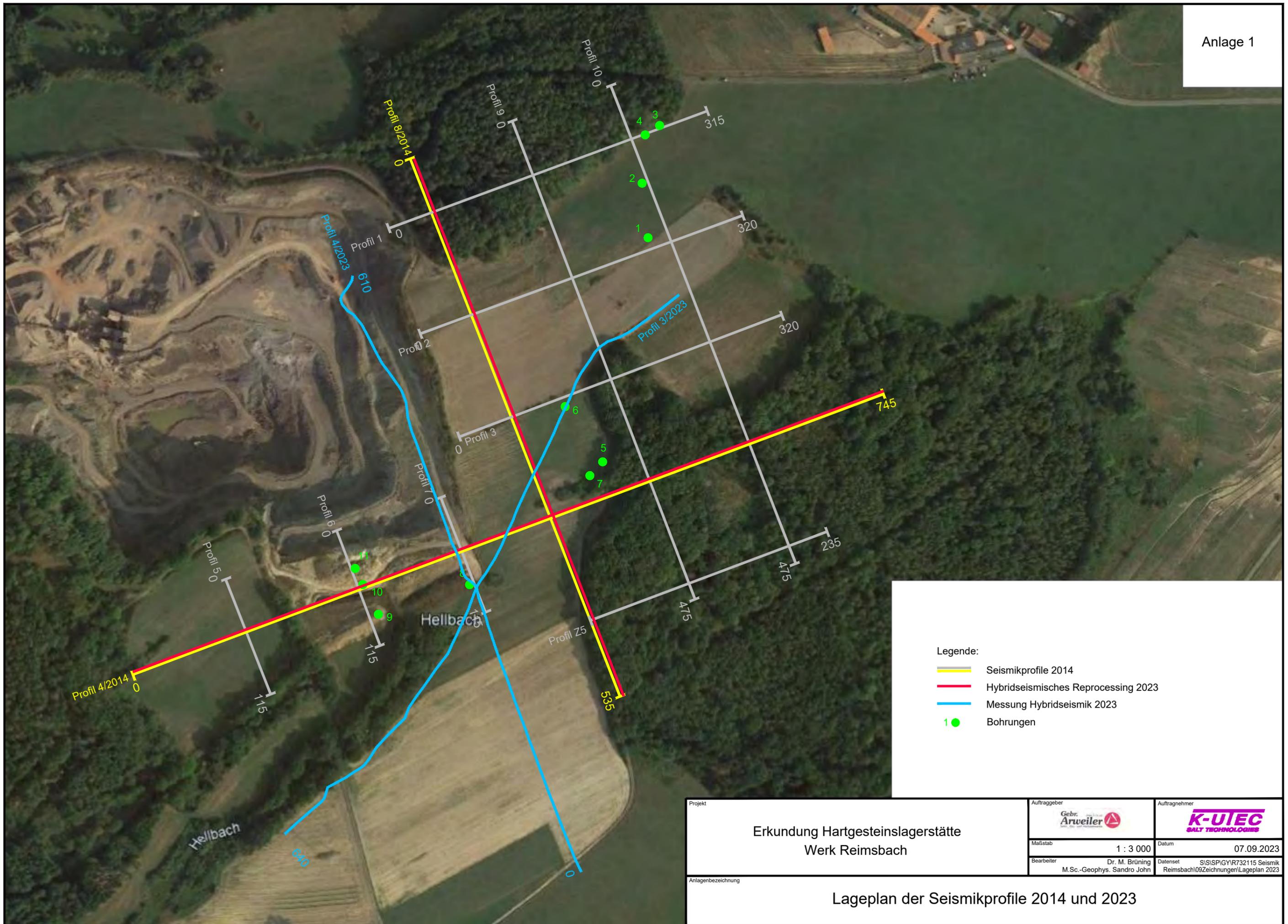
7 Quellenangaben

[1] Marx, H., Schicht, T.:

Geophysikalische Erkundung zur Bestimmung der Abraummächtigkeit und Gesteinsqualität des Hartgesteinsabbaus, KUTE^C AG Salt Technologies, 16.04.2015.

[2] Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten,

Band 3, 1997, Knödel et. al., Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

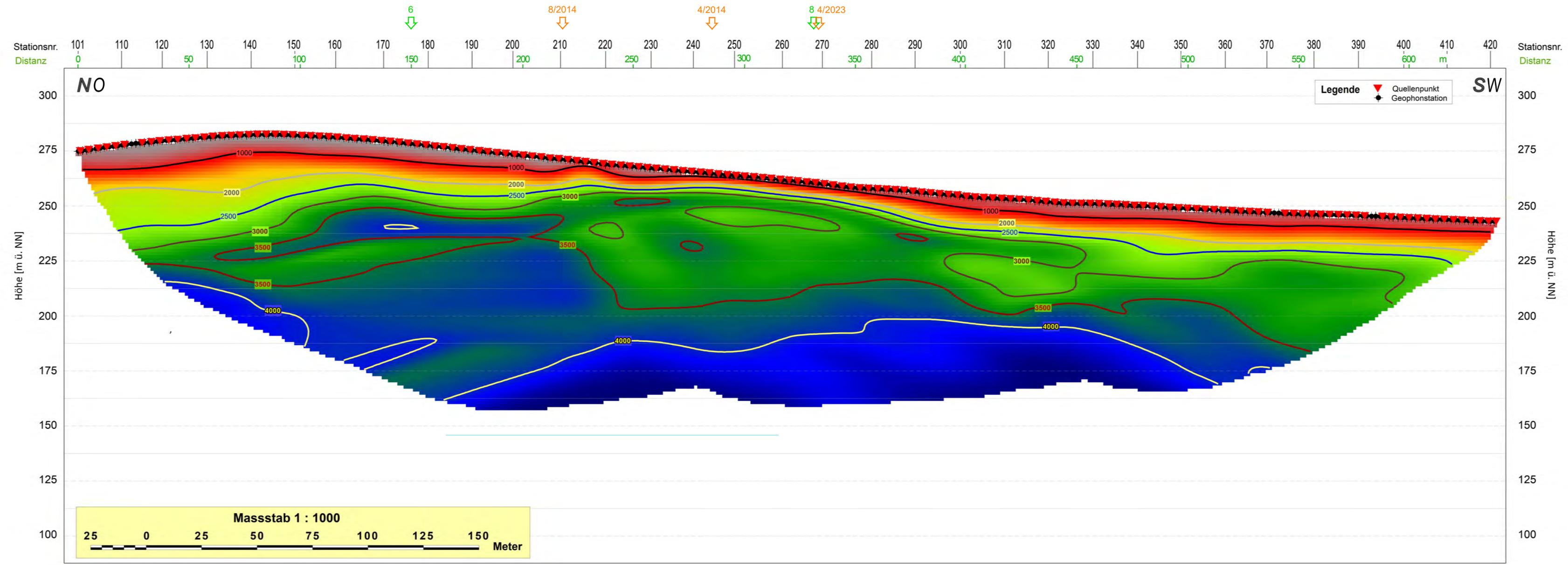


Legende:

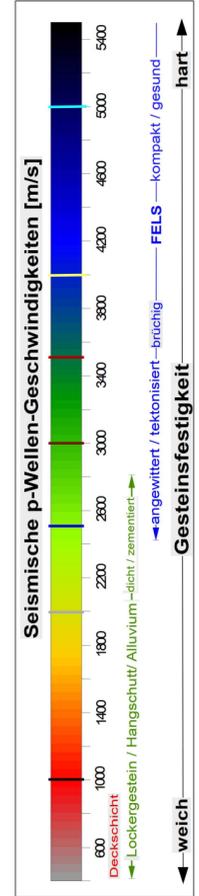
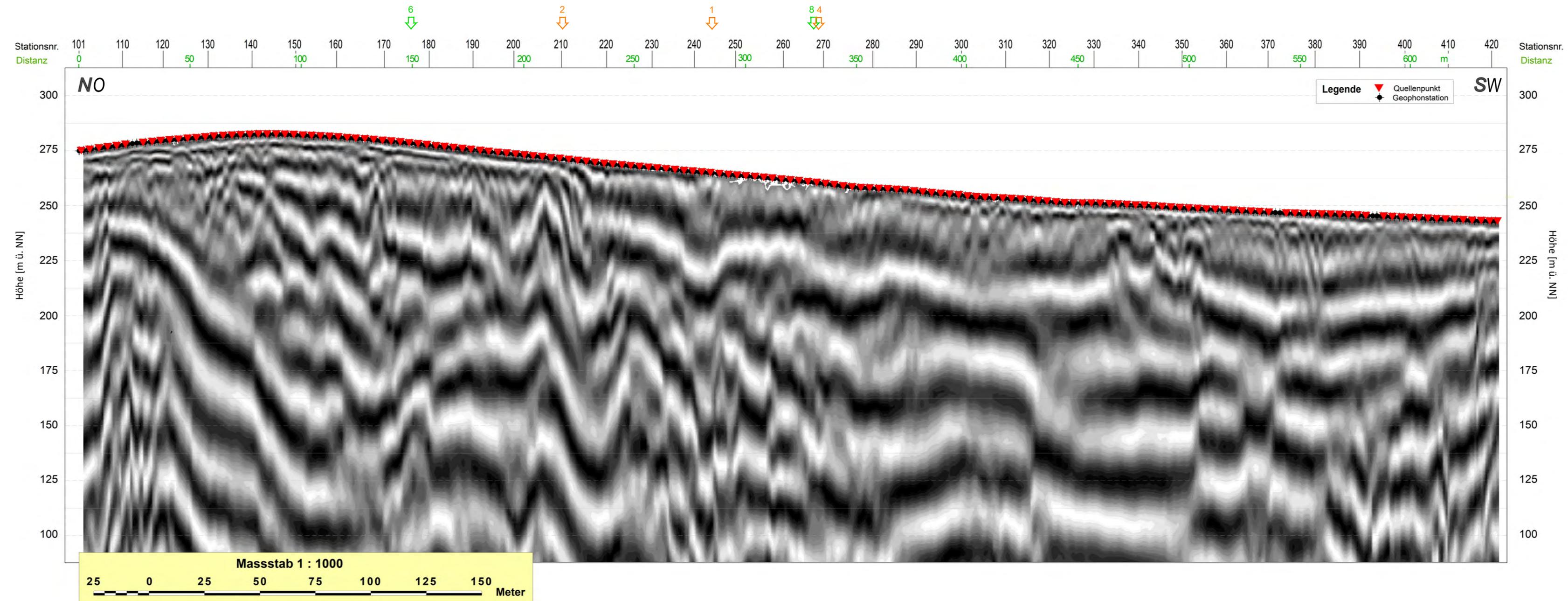
-  Seismikprofile 2014
-  Hybridseismisches Reprocessing 2023
-  Messung Hybridseismik 2023
-  1 ● Bohrungen

Projekt Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	Auftraggeber 	Auftragnehmer 
	Maßstab 1 : 3 000	Datum 07.09.2023
	Bearbeiter Dr. M. Brüning M.Sc.-Geophys. Sandro John	Datenset SIS/SP/GY/R732115 Seismik Reimsbach/09Zeichnungen/Lageplan 2023

Anlagenbezeichnung
Lageplan der Seismikprofile 2014 und 2023

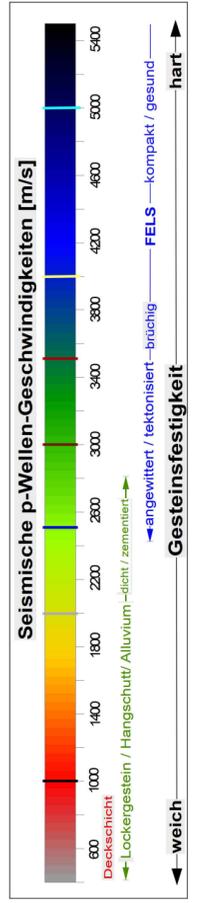
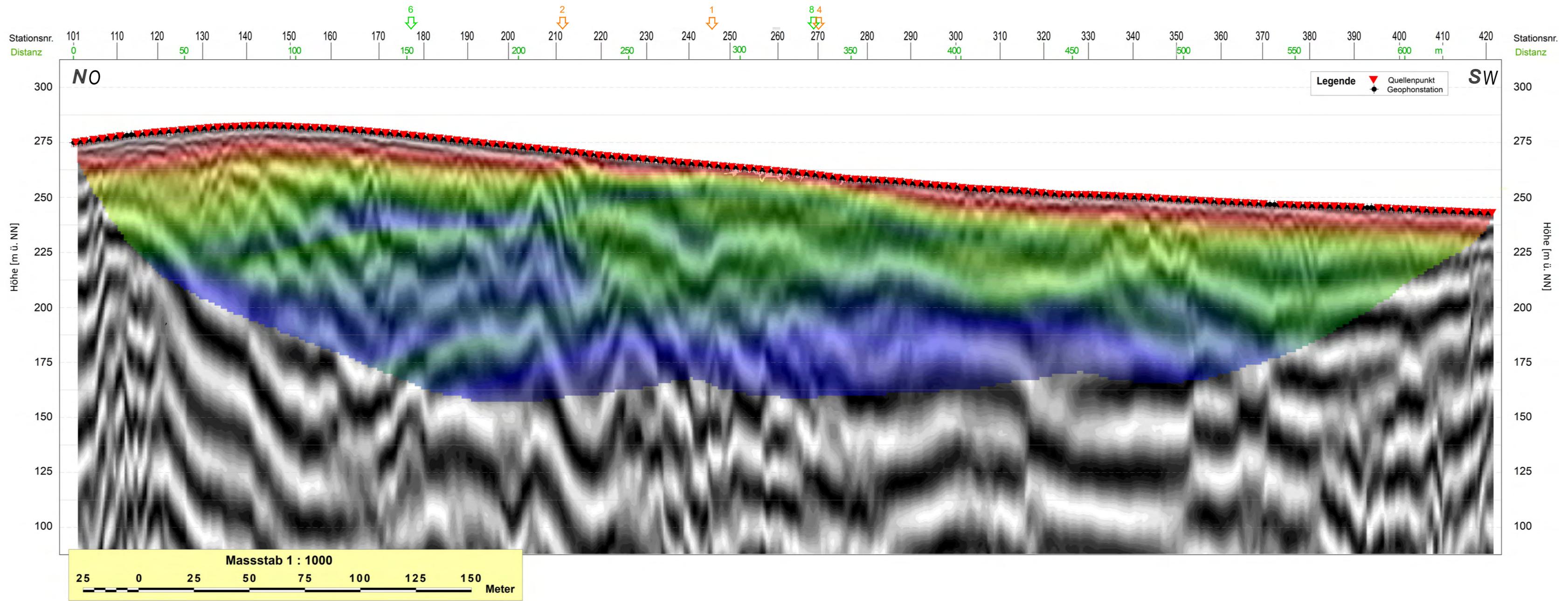


Projekt	Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber	Geb. Arweiler	Auftragnehmer	K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Maßstab	1 : 1 000		Datum	19.09.2023		
Bearbeiter	Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John		Datenset	SS/SP/GYR/73115 Seismik Reimsbach/02/Zzeichnungen/Anlage2-1		
Anlagenbezeichnung	Profil 3/2023, Refraktionsseismisches Geschwindigkeitsfeld					



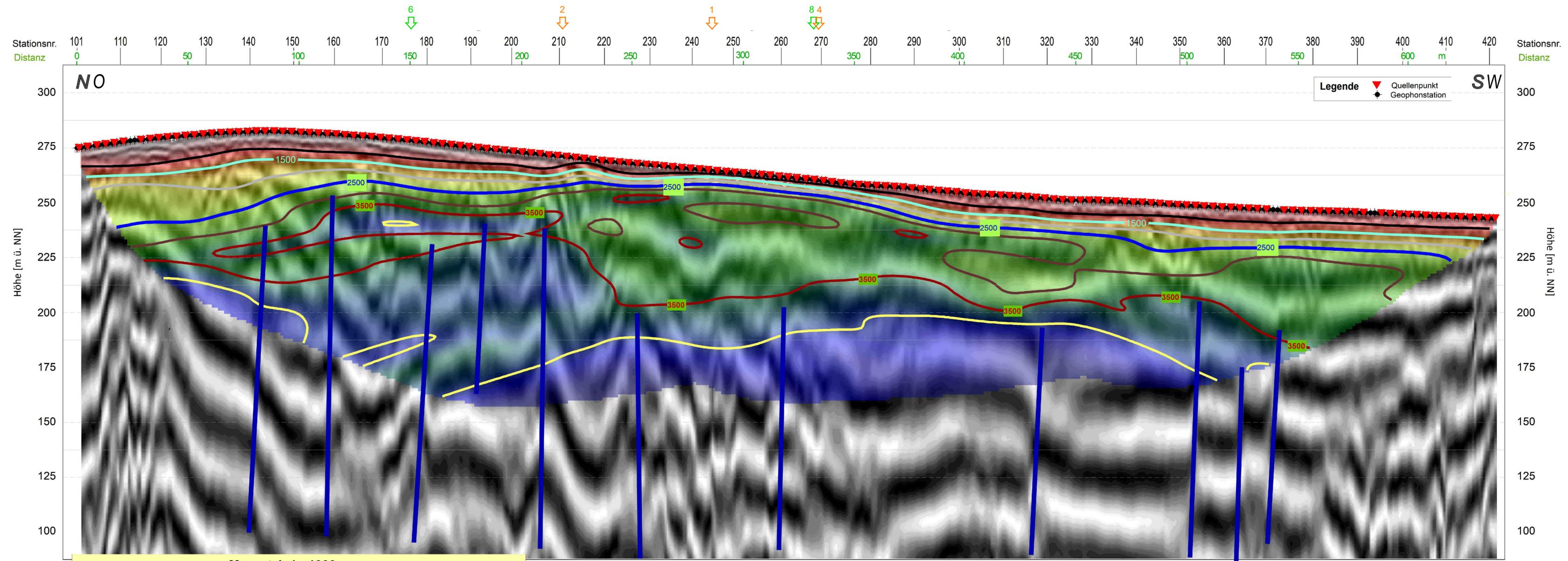
- Legende:
- ⇩ 6 Lage der Bohrung
 - ⇩ 1 Kreuzung mit Profilen

Projekt Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	Auftraggeber Gebr. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
	Maßstab 1 : 1000	Datum 19.09.2023
Anlagenbezeichnung Profil 3/2023, Reflexionsseismisches Tiefenprofil		Bearbeiter Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John

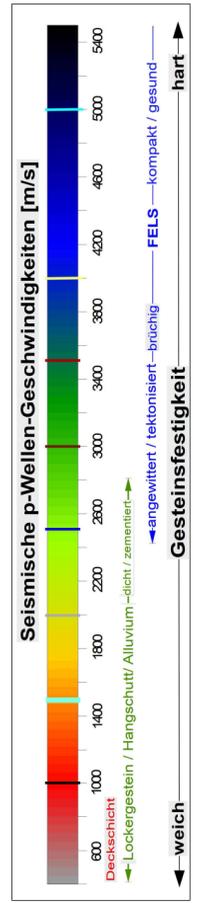


- Legende:
- ▼ 6 Lage der Bohrung
 - ▼ 1 Kreuzung mit Profilen

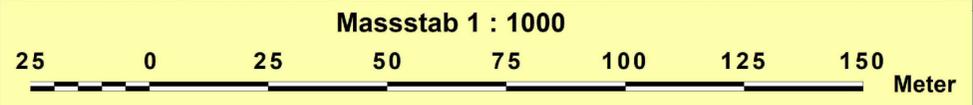
Projekt Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	Auftraggeber Geb. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
	Maßstab 1 : 1 000	Datum 19.09.2023
Anlagenbezeichnung Profil 3/2023, Hybridseismisches Profil	Bearbeiter Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John	Datensatz SSSPGYR73115 Seismik Reimsbach02Zeichnungen/Anlage2-3



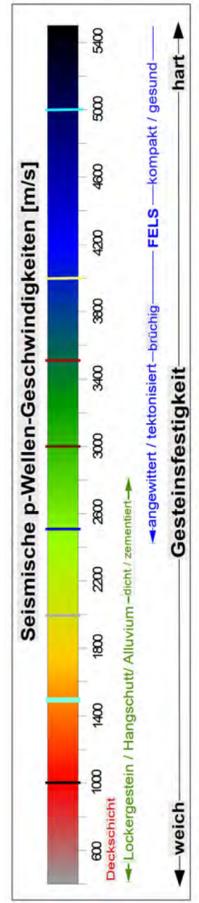
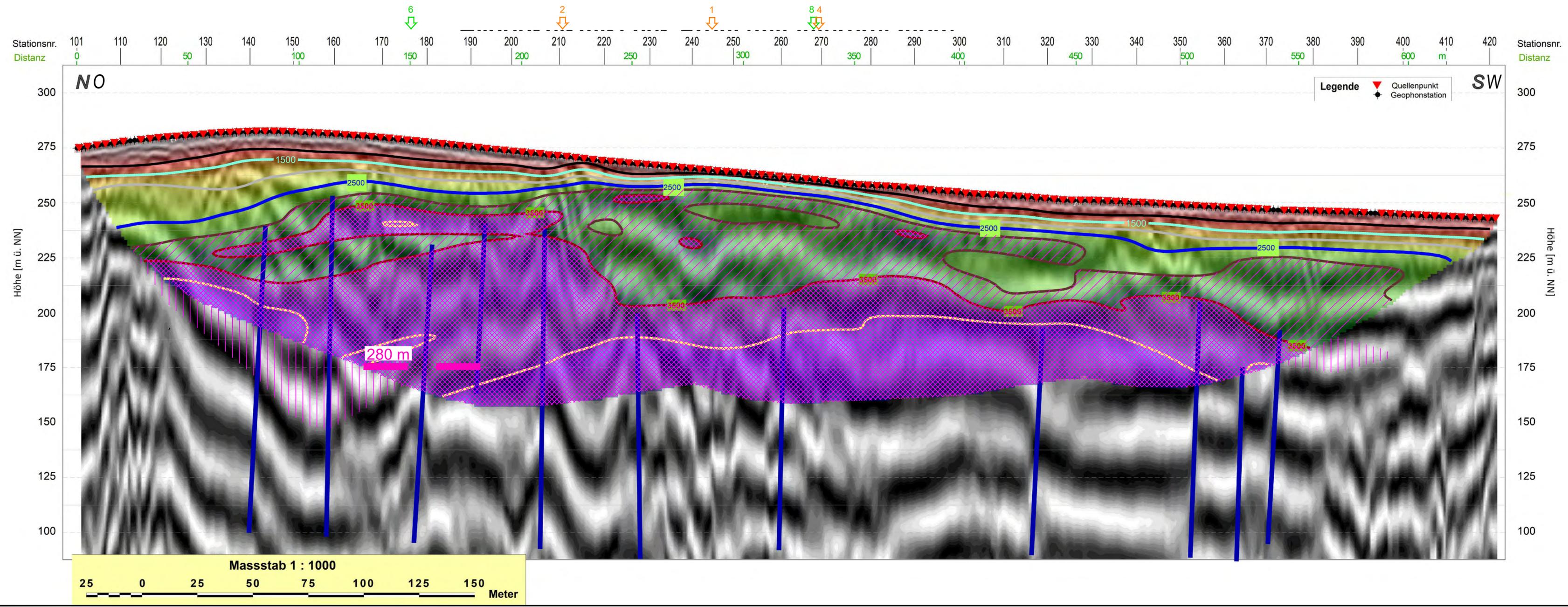
Legende
 ▼ Quellenpunkt
 ● Geophonstation



Legende:
 6 Lage der Bohrung
 1 Kreuzung mit Profilen
 Störungen, vermutet

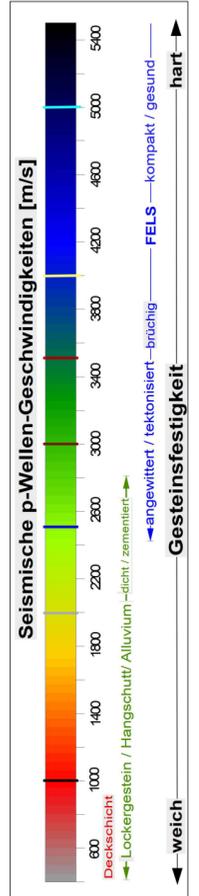
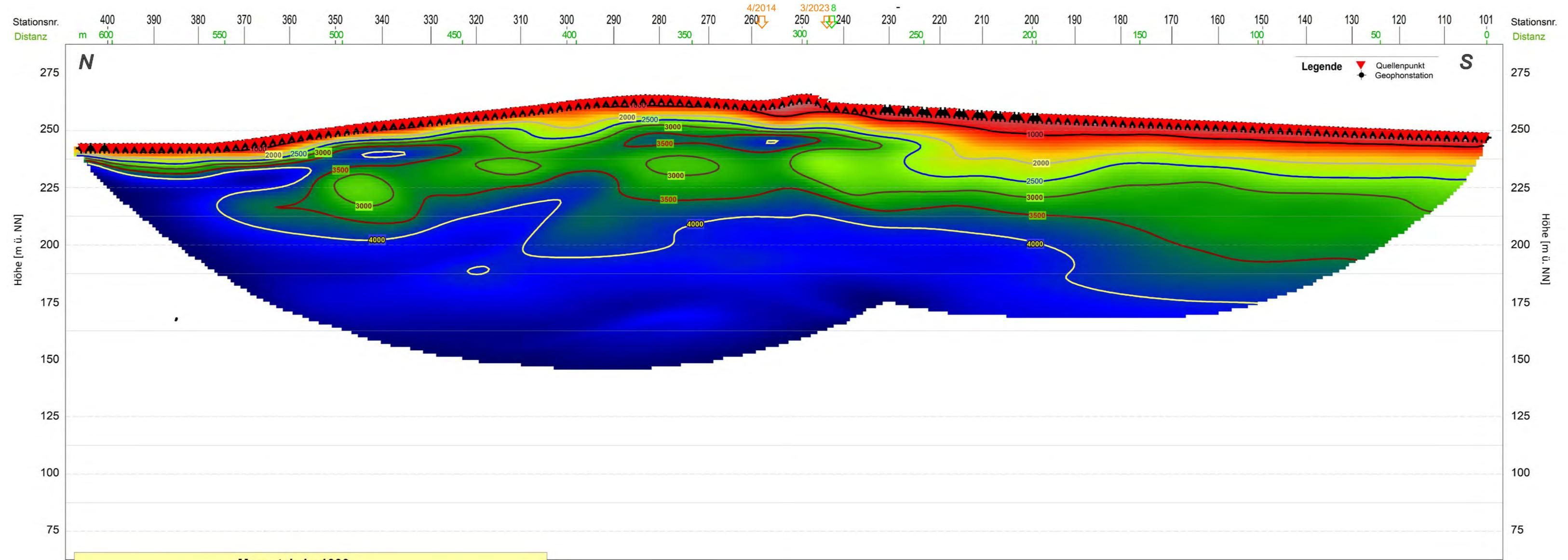


Projekt Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	Auftraggeber Gebr. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
	Maßstab 1 : 1 000	Datum 19.09.2023
Anlagenbezeichnung Profil 3/2023, Hybridseismisches Profil mit Interpretation	Bearbeiter Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John	Datensatz SSSPGYR73115 Seismik Reimsbach/02Zeichnungen/Anlage2.4

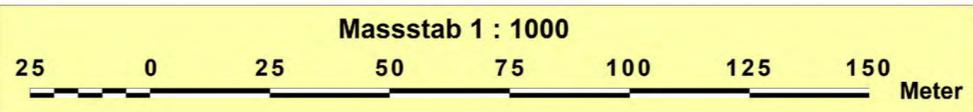


- Legende:
- ↓ 6 Lage der Bohrung
 - ↓ 1 Kreuzung mit Profilen
 - Störungen, vermutet
 - ▨ Andesit
 - ▨ Übergangsbereich Buntsandstein - Andesit
 - ▨ Andesit, vermutet
 - ▭ 280 m Andesit aufgeschlossen bis 175 mNN, projizierte Linie mit Abstandangabe

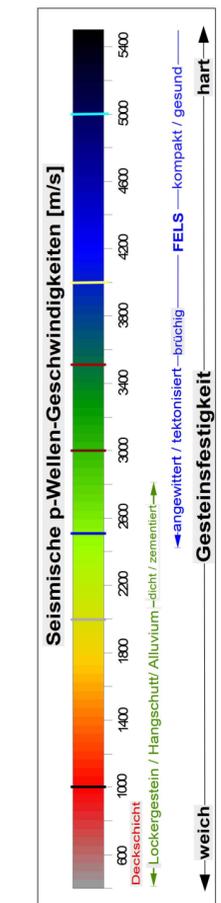
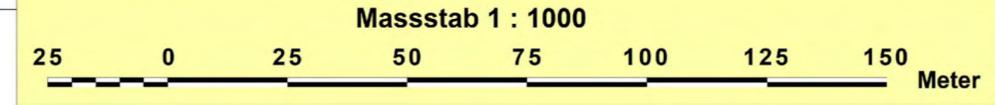
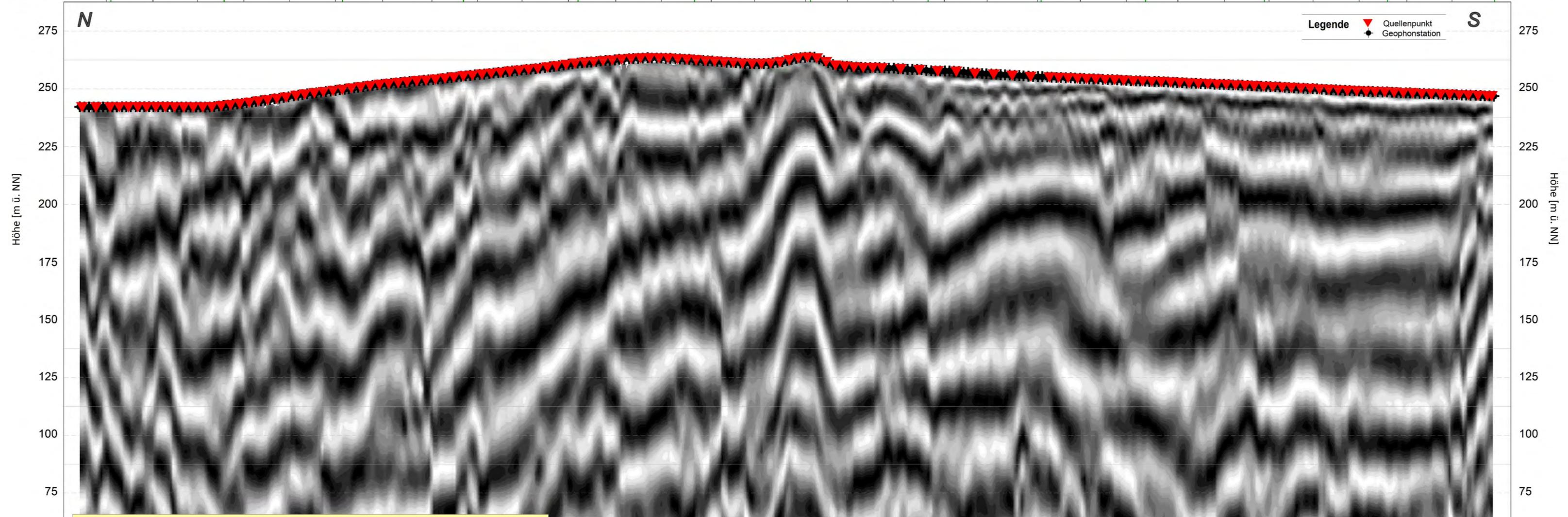
Projekt Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber Gebr. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Maßstab 1 : 1 000	Datum 19.09.2023	Bearbeiter Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John	Datensatz SSSPQYR73115 Seismik Reimsbach/02Zeichnungen/Anlage2-5
Anlagenbezeichnung Profil 3/2023, Hybridseismisches Profil mit Interpretation und Gesteinsart			



- Legende:
- ↙ 6 Lage der Bohrung
 - ↙ Kreuzung mit Profilen

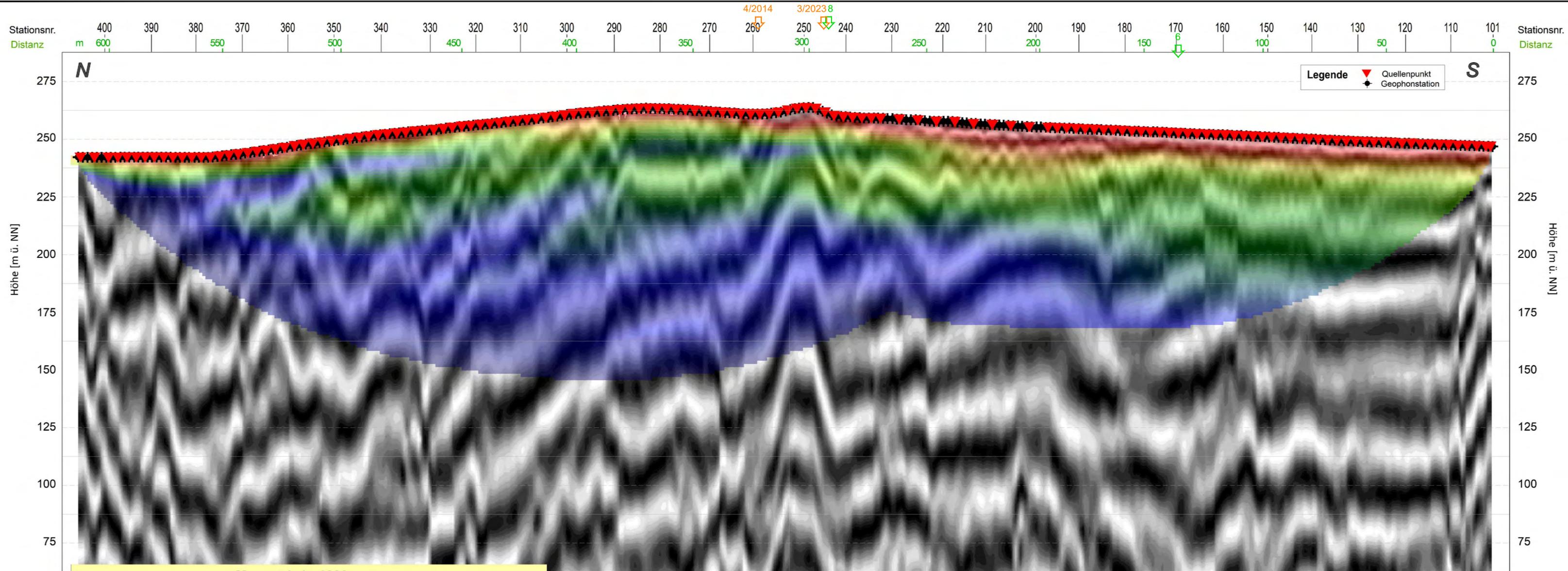


Projekt	Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	
Auftraggeber	Geb. Arweiler	Auftragnehmer
Maßstab	1 : 1 000	Datum
Bearbeiter	Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John	Datenset
Anlagenbezeichnung	Profil 4/2023, Refraktionsseismisches Geschwindigkeitsfeld	
		Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage3-1

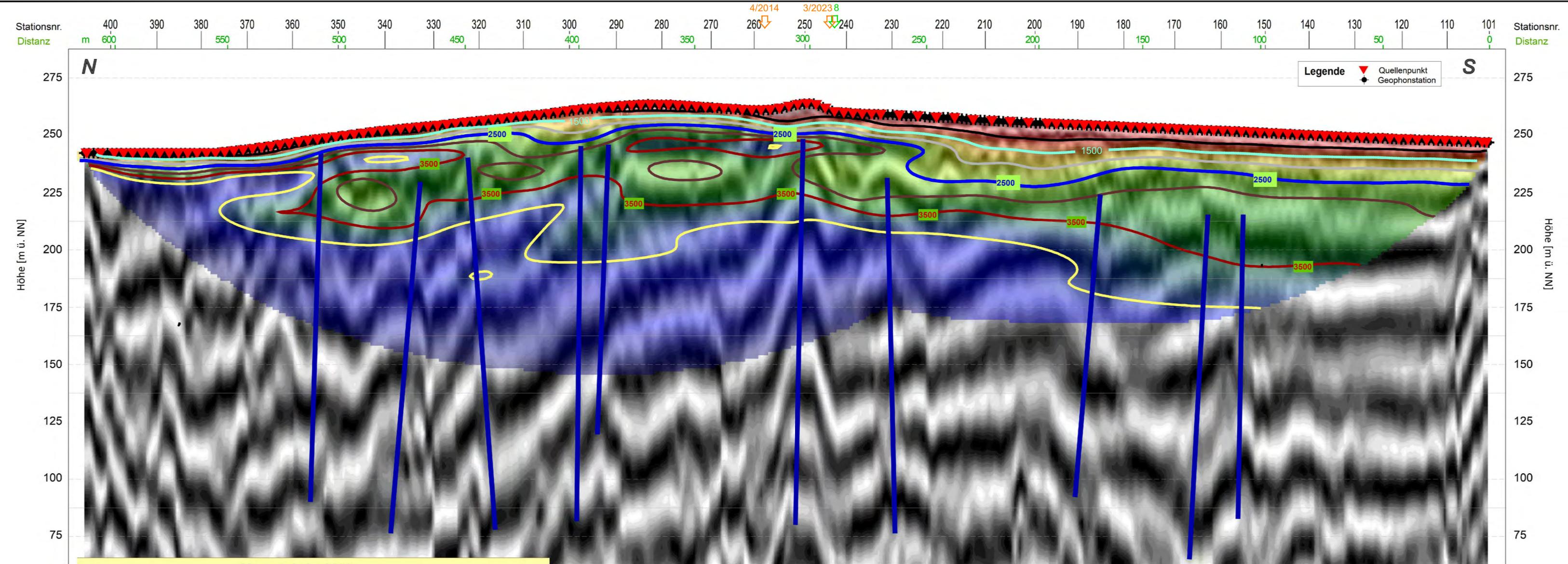


- Legende:
- Lage der Bohrung
 - Kreuzung mit Profilen

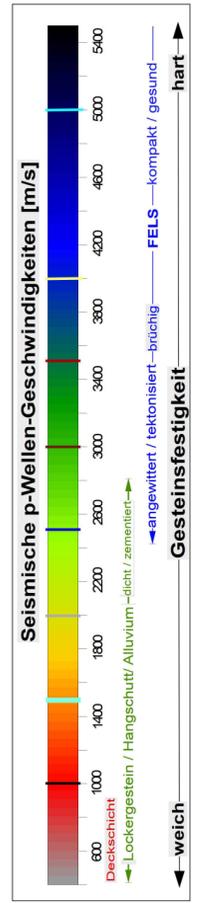
Projekt	Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	
	Auftraggeber Geb. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Anlagenbezeichnung	Profil 4/2023, Refraktionsseismisches Tiefenprofil	
	Maßstab 1 : 1 000	Datum 19.09.2023
	Bearbeiter Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John	Datenset SS:SP/GYR73115 Seismik Reimsbach/02/Zeichnungen/Anlage3-2



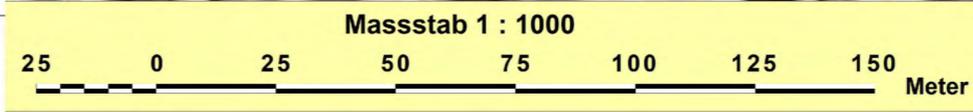
Projekt	Auftraggeber	Auftragnehmer
Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	Geb. Arweiler	K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Maßstab	Datum	
1 : 1 000	19.09.2023	
Anlagenbezeichnung	Bearbeiter	Datensatz
Profil 4/2023, Hybridseismisches Profil	Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John	S:\SP\GY\R732115 Seismik Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage3-3



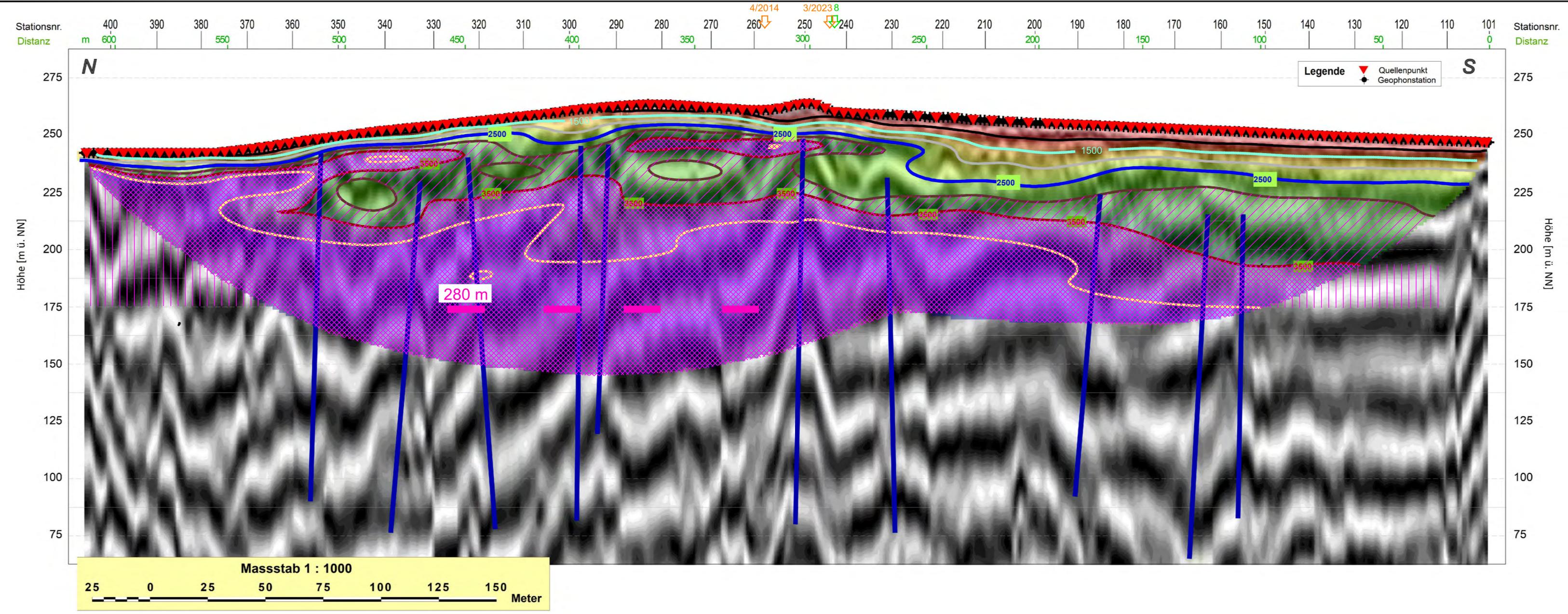
Legende
 ▼ Quellenpunkt
 ◆ Geophonstation



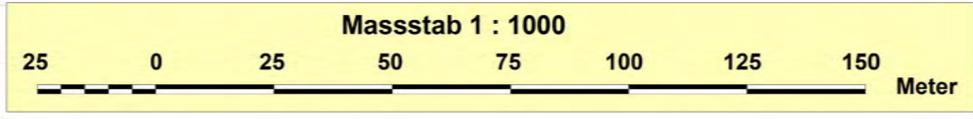
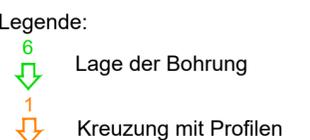
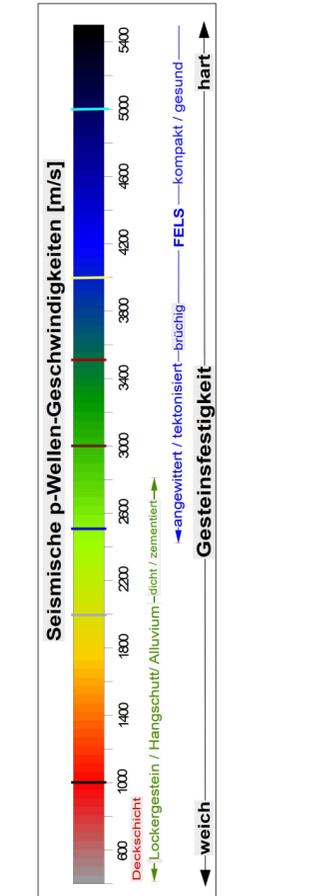
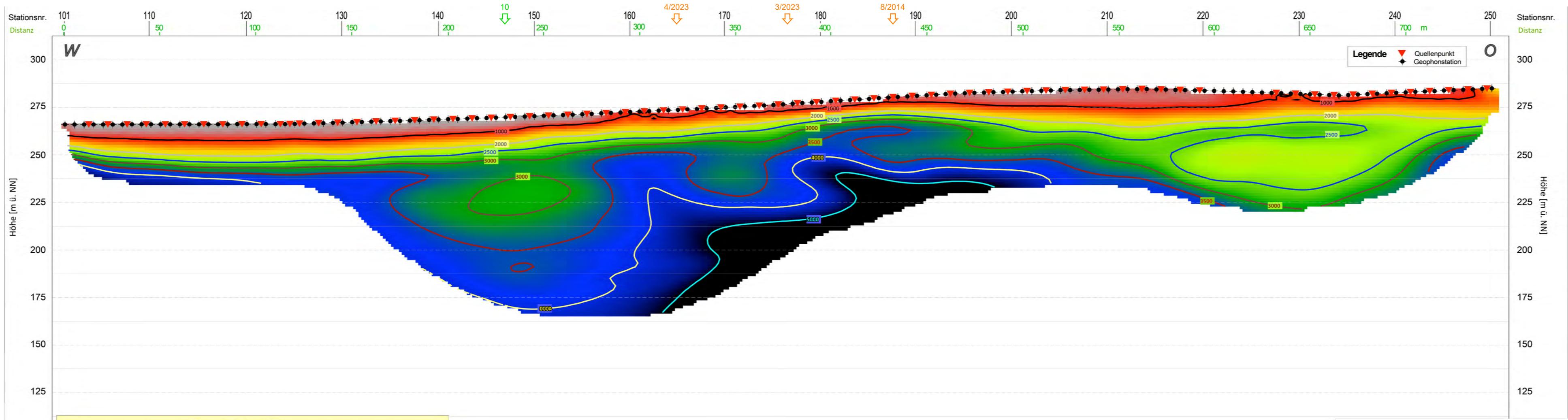
Legende:
 6 Lage der Bohrung
 1-1 Kreuzung mit Profilen
 Störungen, vermutet



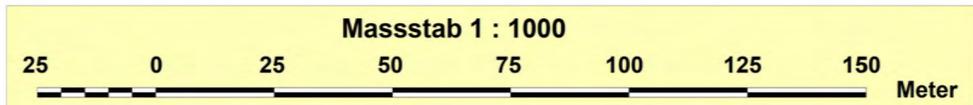
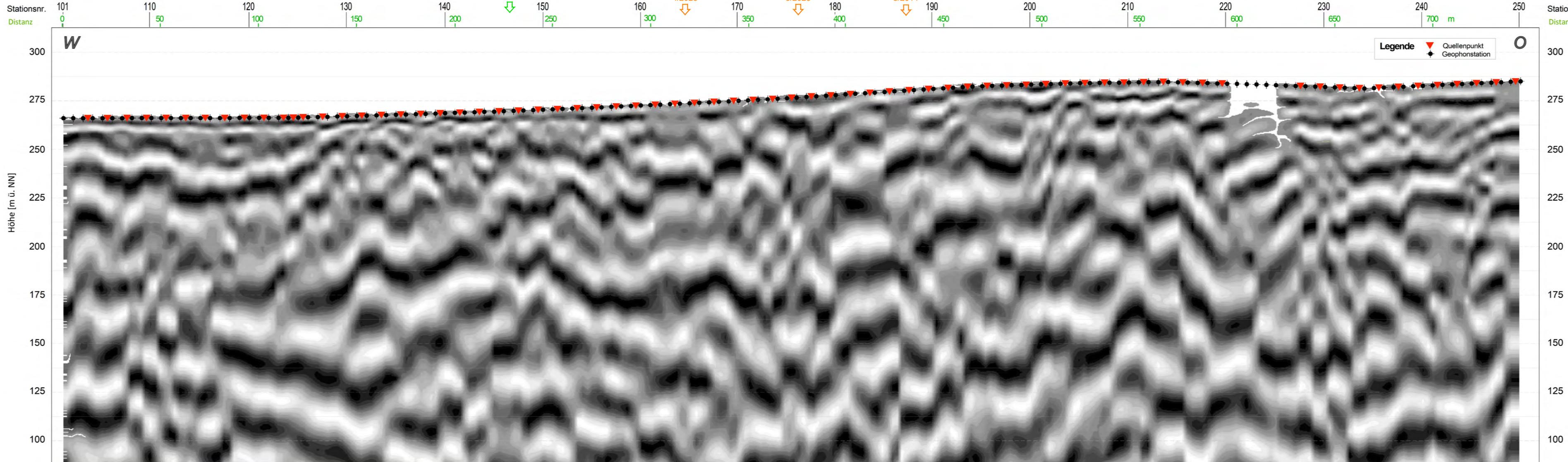
Projekt	Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber Gebr. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALZ TECHNOLOGIE
Maßstab	1 : 1 000		Datum	19.09.2023
Bearbeiter	Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John		Datensatz	S:\SP\GYR\732115 Seismik Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage3-4
Anlagenbezeichnung	Profil 4/2023, Hybridseismisches Profil mit Interpretation			



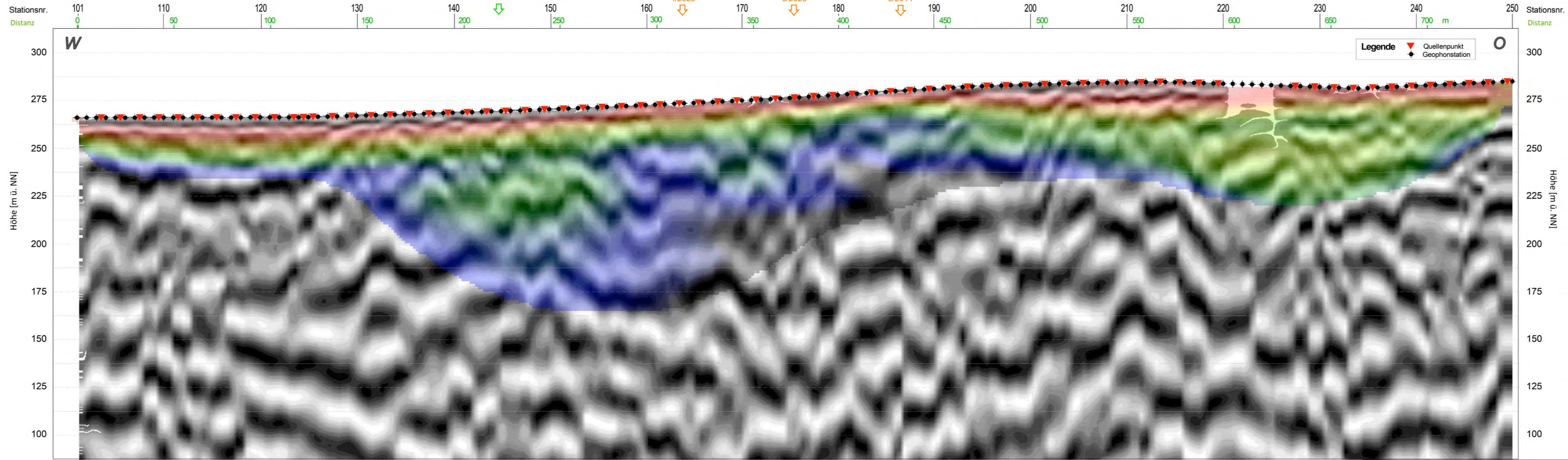
Projekt	Auftraggeber	Auftragnehmer
Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	Geb. Arweiler	K-UTEC SALZ TECHNOLOGIE
Maßstab	Datum	
1 : 1 000	19.09.2023	
Anlagenbezeichnung	Bearbeiter	Datensatz
Profil 4/2023, Hybridseismisches Profil mit Interpretation und Gesteinsart	Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John	S:\SP\GYR\732115 Seismik Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage3-5



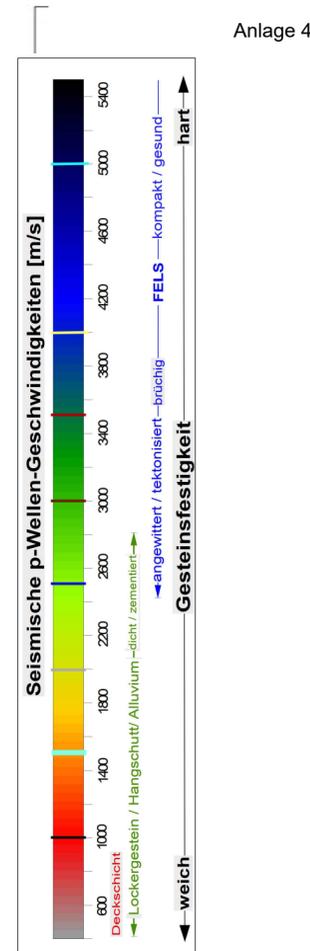
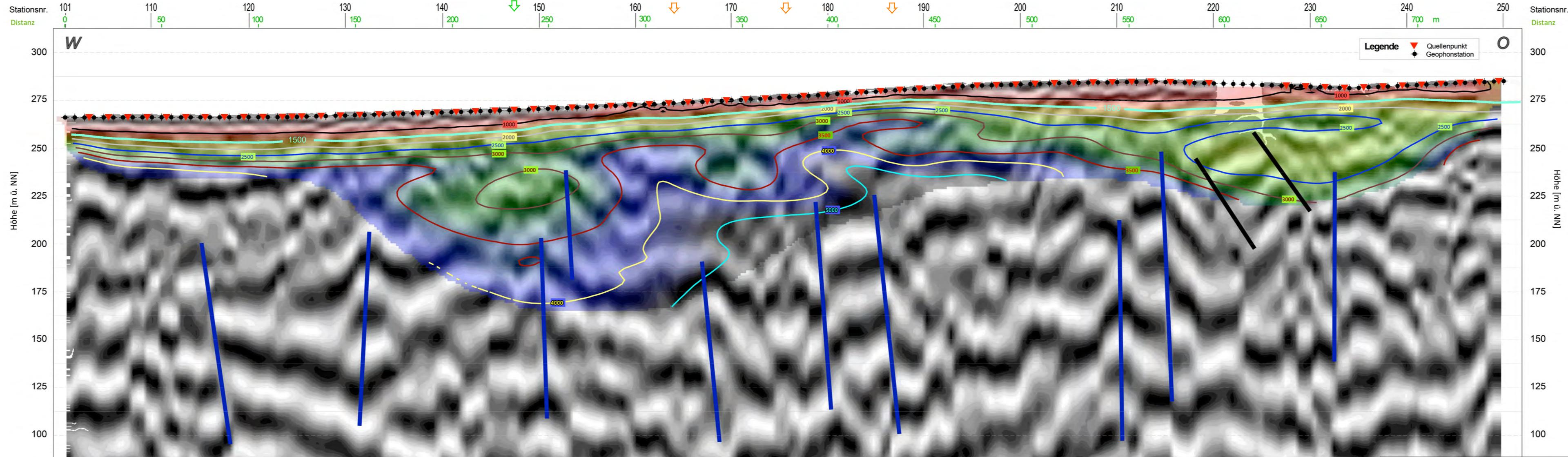
Projekt	Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber	Geb. Arweiler	Auftragnehmer	K-UTEC SALZ TECHNOLOGIES
Maßstab	1 : 1 000		Datum	07.09.2023		
Bearbeiter	Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John		Datensatz	S:\SSP\GYR\732115 Seismik Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage4-1		
Anlagenbezeichnung	Profil 4/2014, Refraktionsseismisches Geschwindigkeitsfeld					



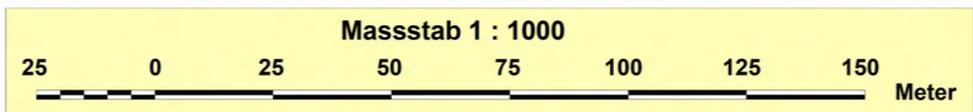
Projekt		Auftraggeber	Auftragnehmer
Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Gebirg Arweiler	K-UTEC SALT TECHNOLOGIES
Maßstab		Datum	
1 : 1 000		06.09.2023	
Anlagenbezeichnung		Bearbeiter	Datensatz
Profil 4/2014, Reflexionsseismisches Tiefenprofil		Dr. M. Brünning M. Sc. Geophys. S. John	S:\SSP\GYR\732115 Seismik Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage4-2



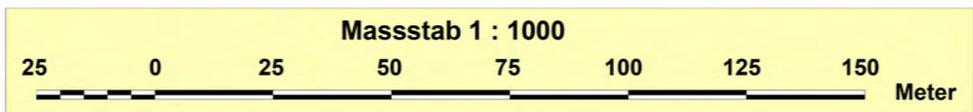
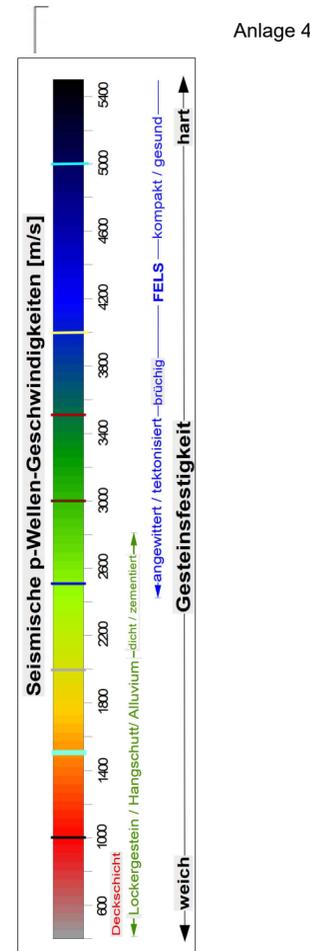
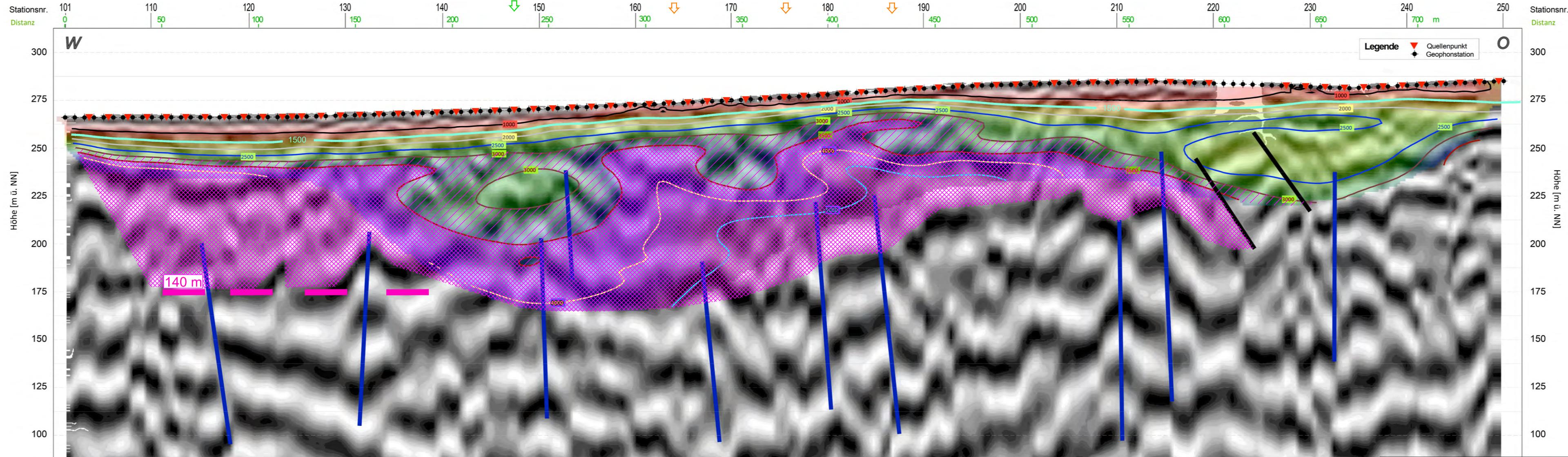
Projekt Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber Gehr. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALZ TECHNOLOGIE
Maßstab 1 : 1 000		Datum 06.09.2023	
Anlagenbezeichnung Profil 4/2014, Hybridseismisches Profil		Bearbeiter Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John Datensatz S:\SSP\GYR\732115 Seismik Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage4-3	



- Legende:
- Lage der Bohrung
 - Kreuzung mit Profilen
 - Störungen, vermutet



Projekt		Auftraggeber		Auftragnehmer	
Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach					
Maßstab		1 : 1 000		Datum	
		06.09.2023			
Anlagenbezeichnung		Bearbeiter		Datenset	
Profil 4/2014, Hybridseismisches Profil mit Interpretation		Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John		S:\SSP\GYR732115 Seismik Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage4-4	



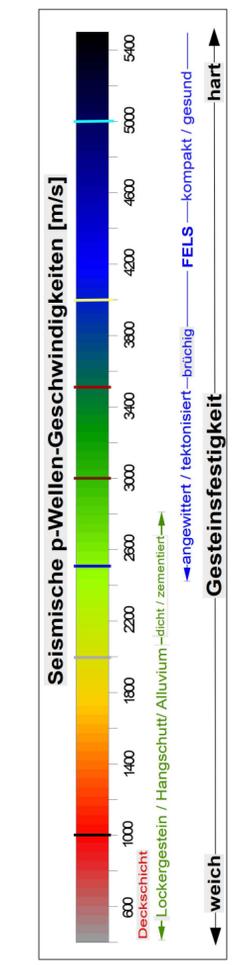
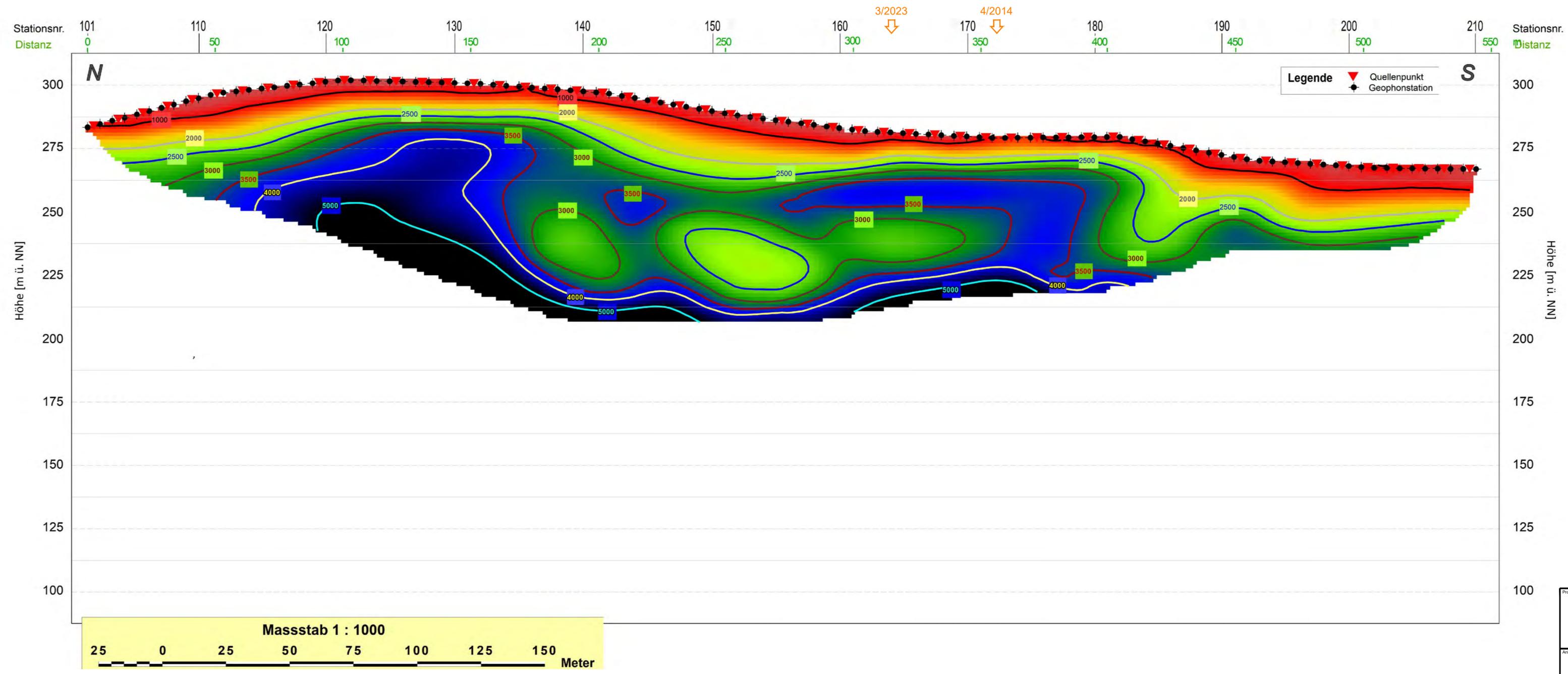
- Legende:
- Lage der Bohrung
 - Kreuzung mit Profilen
 - Störungen, vermutet

- Andesit
- Übergangsbereich Buntsandstein - Andesit
- Andesit, vermutet

140 m

280 m Andesit aufgeschlossen bis 175 mNN, projizierte Linie mit Abstandangabe

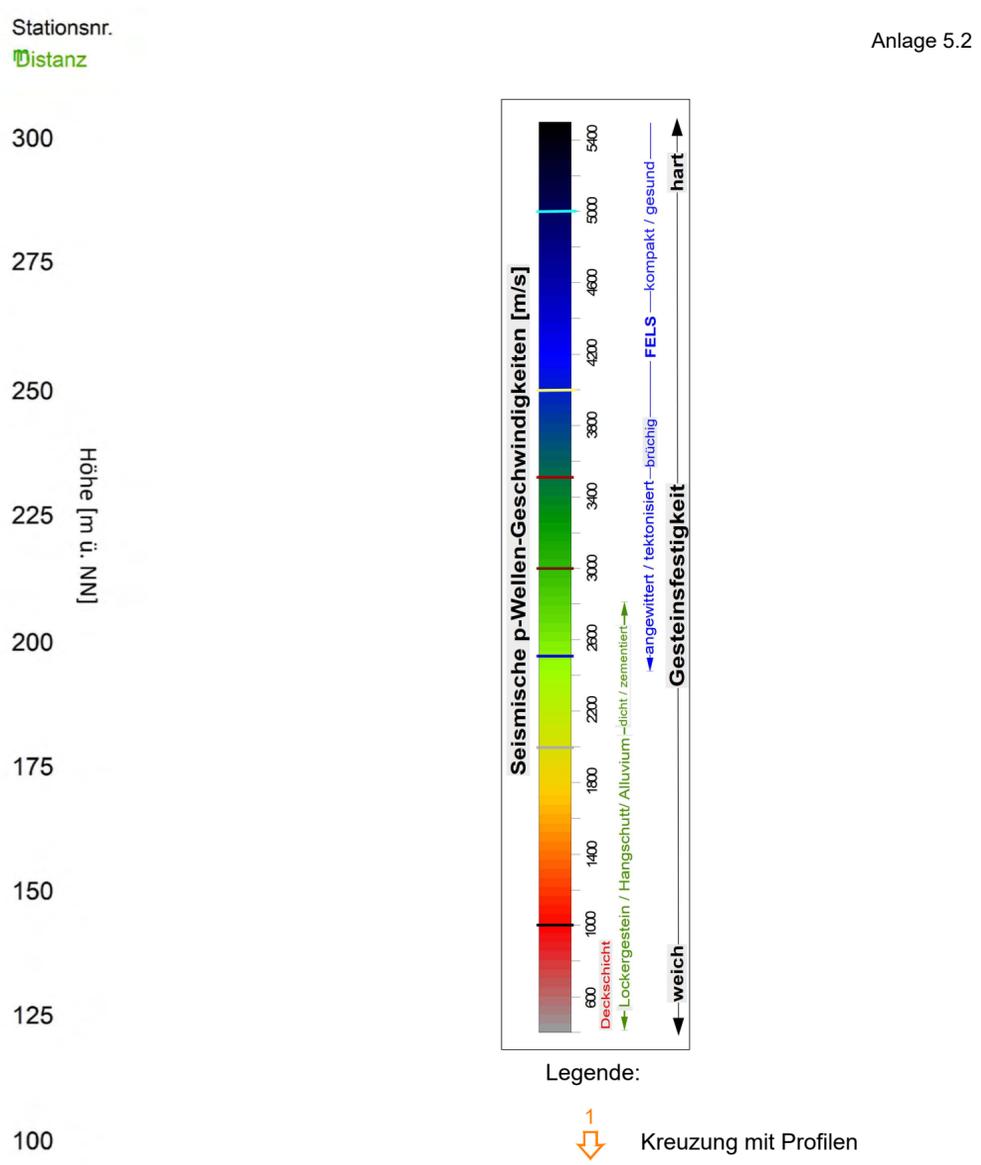
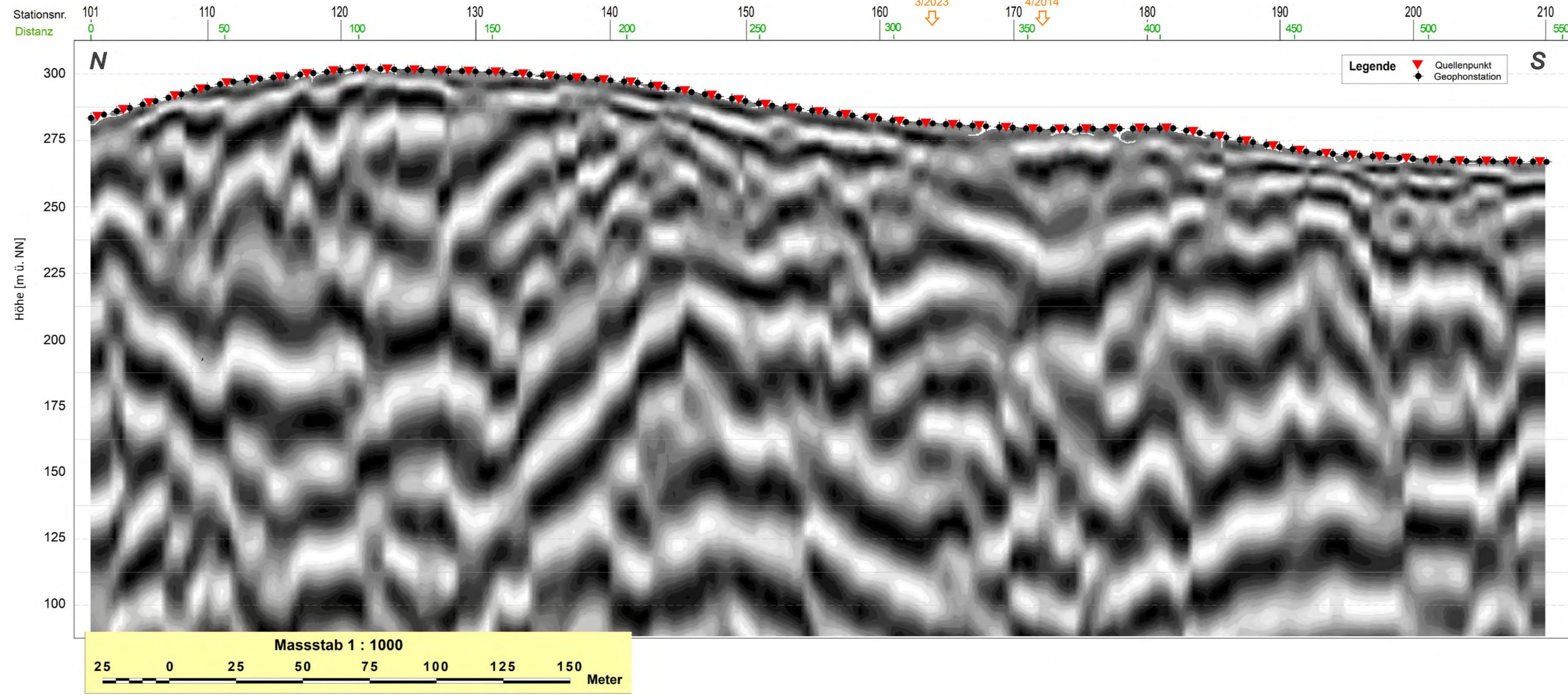
Projekt		Auftraggeber	Auftragnehmer
Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach			
Maßstab		Datum	
1 : 1 000		19.09.2023	
Bearbeiter		Datenset	
Dr. M. Brünig M. Sc. Geophys. S. John		S:\SP\GYR732115 Seismik Reimsbach\09Zeichnungen\Anlage4-4	
Anlagenbezeichnung			
Profil 4/2014, Hybridseismisches Profil mit Interpretation und Gesteinsart			



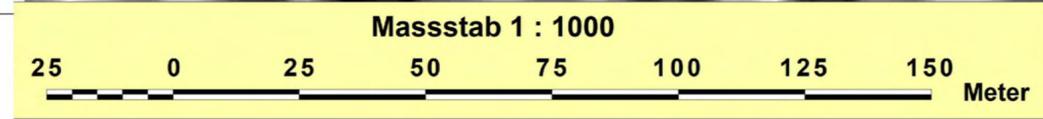
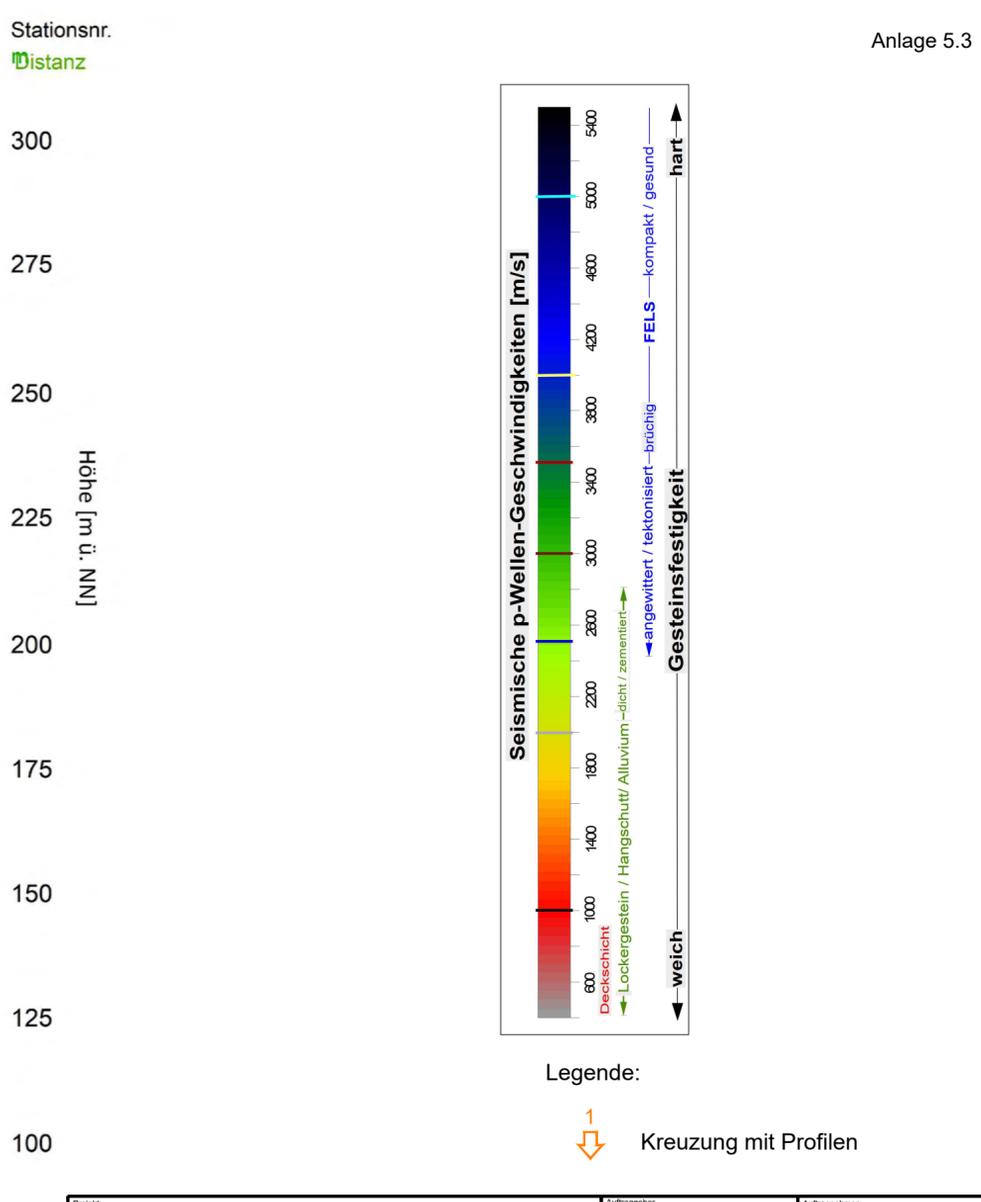
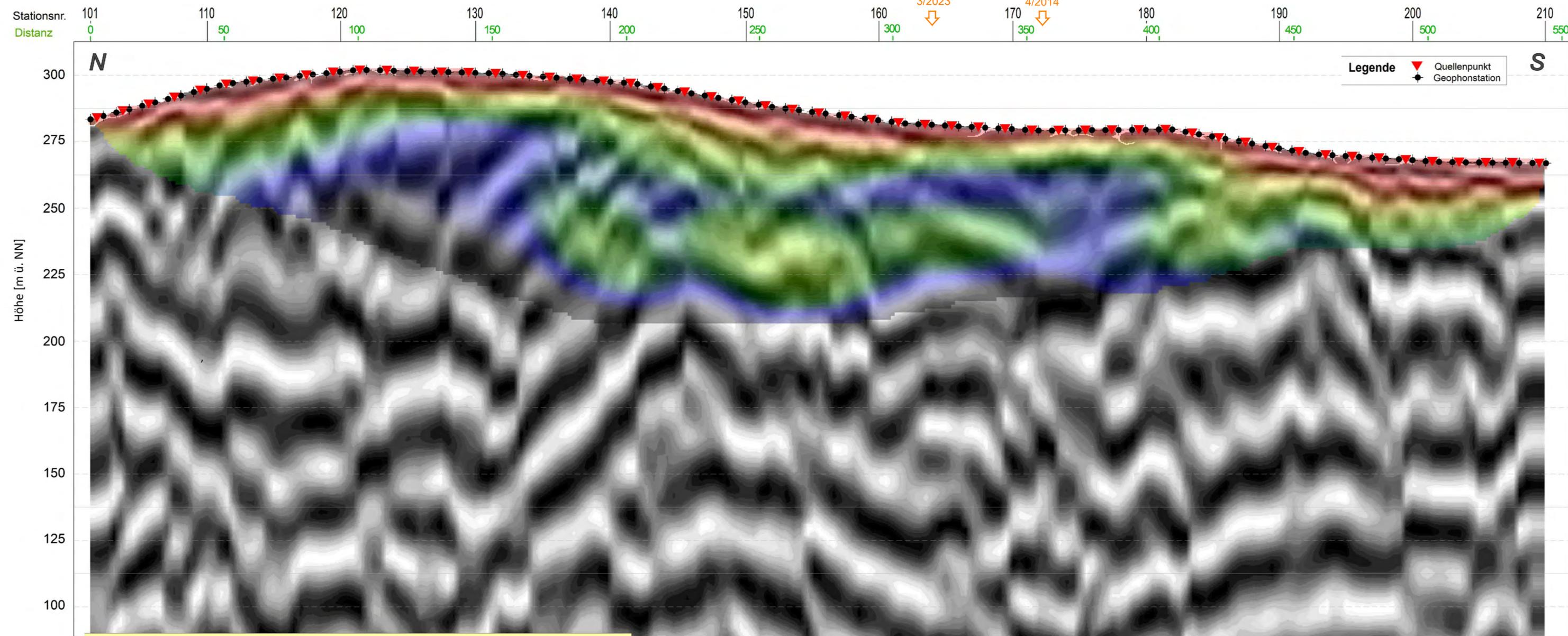
Legende:

1
↓ Kreuzung mit Profilen

Projekt Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach	Auftraggeber Gehr. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALLY TECHNOLOGIES
	Maßstab 1 : 1 000	Datum 07.09.2023
Anlagenbezeichnung Profil 8/2014, Refraktionsseismisches Geschwindigkeitsfeld	Bearbeiter Dr. M. Brüning M. Sc. Geophys. S. John	Datensatz S:\S\SP\GYR732115 Seismik Reimsbach\09\Zeichnungen\Anlage5-1

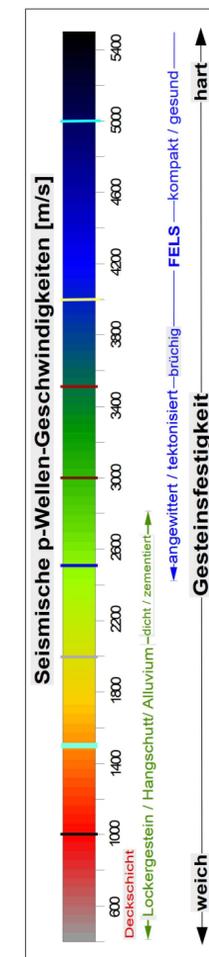
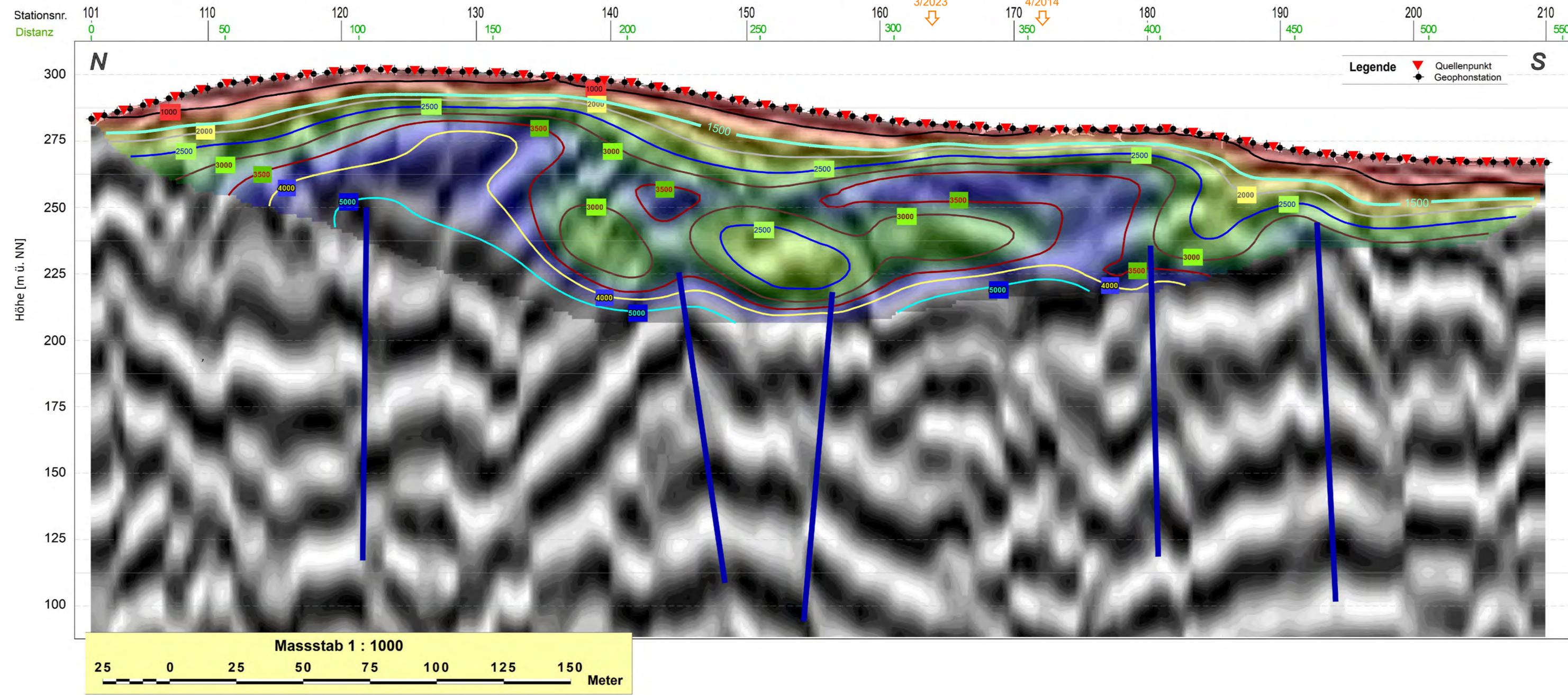


Projekt	Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber	Gehr Arweiler <small>Geol. - Geo- und Raumwissenschaften</small>	Auftragnehmer	K-UIEC <small>BALY TECHNOLOGIES</small>
	Maßstab	1 : 1 000	Datum	07.09.2023		
Bearbeiter	Dr. M. Brüning M. Sc. Geophys. S. John		Datensatz	S:\S\SP\GYR\732115 Seismik Reimsbach\09\Zeichnungen\Anlage5-2		
Anlagenbezeichnung	Profil 8/2014, Reflexionsseismisches Tiefenprofil					



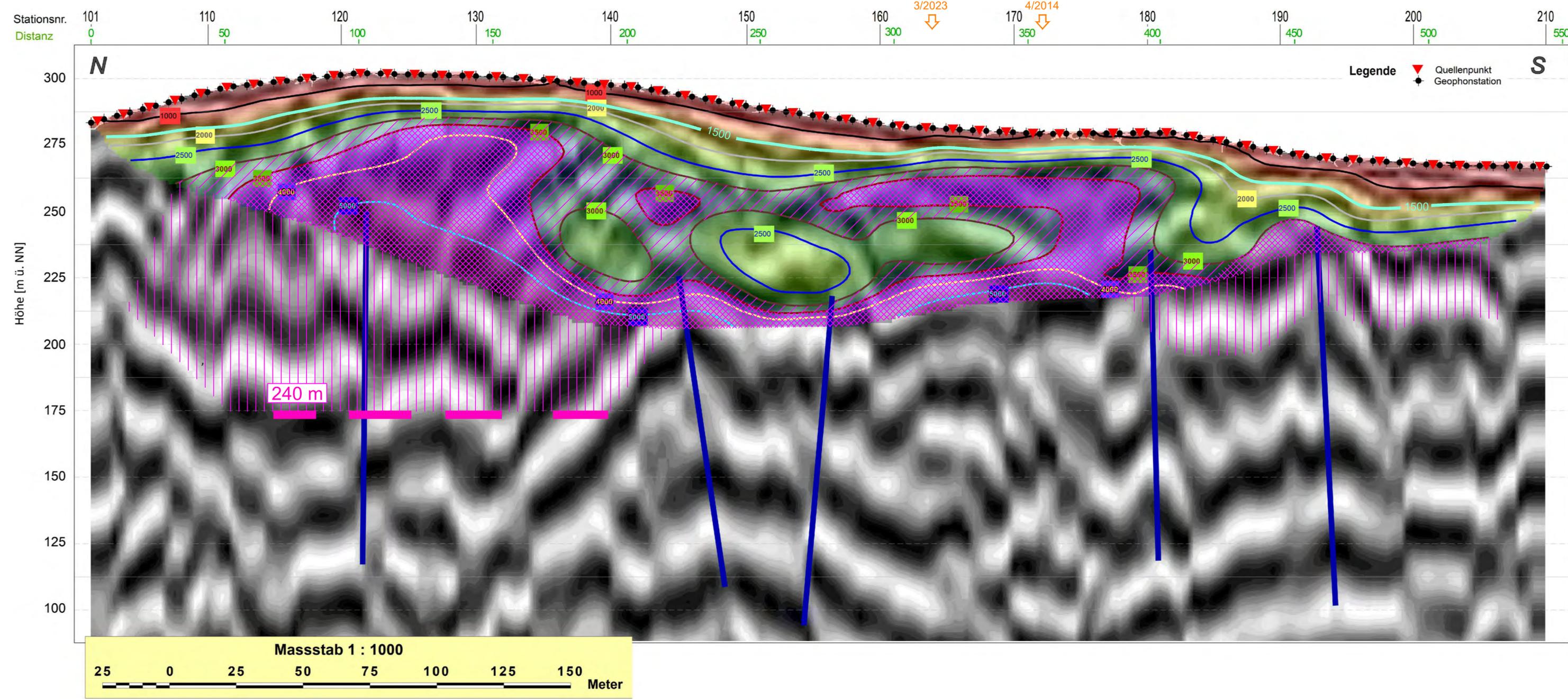
Legende:
 Kreuzung mit Profilen

Projekt Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber Gehr. Arweiler	Auftragnehmer K-UTEC SALLY TECHNOLOGIES
Maßstab 1 : 1 000		Datum 06.09.2023	Bearbeiter Dr. M. Brüning M. Sc. Geophys. S. John
Anlagenbezeichnung Profil 8/2014, Hybridseismisches Profil		Datensatz S:\S\SP\GYR732115 Seismik Reimsbach\09 Zeichnungen\Anlage5-3	



- Legende:**
- ↙ Kreuzung mit Profilen
 - Störungen, vermutet

Projekt	Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber	Gehr Arweiler Bau-, Geo- und Vermessung	Auftragnehmer	K-UTEC BAILY TECHNOLOGIES
	Maßstab	1 : 1 000	Datum	07.09.2023		
Anlagenbezeichnung	Profil 8/2014, Hybridseismisches Profil mit Interpretation					
	Bearbeiter	Dr. M. Brüning M. Sc. Geophys. S. John	Datensatz	S:\S\SP\GY\R732115 Seismik Reimsbach\09 Zeichnungen\Anlage5-4		



Stationsnr. 101 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210

Distanz 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

Stationsnr. 101 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210

Distanz 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

Legende

- ▼ Quellenpunkt
- Geophonstation

Seismische p-Wellen-Geschwindigkeiten [m/s]

Legende:

- ↘ Kreuzung mit Profilen
- Störungen, vermutet
- Andesit
- / / / Übergangsbereich Buntsandstein - Andesit
- | | | Andesit, vermutet
- 280 m Andesit aufgeschlossen bis 175 mNN, projizierte Linie mit Abstandangabe

Projekt: Erkundung Hartgesteinslagerstätte Werk Reimsbach		Auftraggeber: 	Auftragnehmer:
Maßstab: 1 : 1 000	Datum: 19.09.2023		
Anlagensbezeichnung: Profil 8/2014, Hybridseismisches Profil mit Interpretation mit Gesteinsart		Bearbeiter: Dr. M. Brüning M. Sc. Geophys. S. Jöhn	Datensatz: S:\S\SP\GYR\732115 Seismik Reimsbach\09 Zeichnungen\Anlage5-5