

## TECHNISCHER BERICHT

Geophysikalische Untersuchungen zur Erkundung der Störungssituation im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge in Bezug auf deren Verlauf und möglichen Einfluss auf die Grundwasserdynamik zur Eruierung von Bohrlochansatzpunkten

Vita-Min TP 2.3.1.5



Europäische Union. Europäischer  
Fonds für regionale Entwicklung.  
Evropská unie. Evropský fond pro  
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.  
Interreg VA / 2014 – 2020

Auftraggeber  
**OELSNITZ/ERZGEBIRGE**  
**RATHAUSPLATZ 1**  
**D-09376 OELSNITZ/ERZGEBIRGE**





## Kontrollblatt

**Kunde** Stadt Oelsnitz/Erzgebirge  
Rathausplatz 1  
D-09376 Oelsnitz/Erzgebirge

**Titel** Technischer Bericht

**Projekt** Geophysikalische Untersuchungen zur Erkundung der Störungssituation im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge in Bezug auf deren Verlauf und möglichen Einfluss auf die Grundwasserdynamik zur Eruierung von Bohrlochansatzpunkten Vita-Min TP 2.3.1.5

**Phase**

**Projekt Nr.** 119000722-001

**Klassifikation**

**Plan/Reg./Serien Nr.**

**Dateiname** RP\_119000722\_Oelsnitz\_200129.doc

**Ablageort**

**System** Microsoft Word 11.0

**Verteiler extern** AG

**Verteiler intern**

**Beiträge**

**Verantwortliche Geschäftseinheit** GeoServices

**Revisionen**

**Original**

Datum 29.01.2020  
Verfasser/Position/Unterschrift Chwatal, Sen. Geophysiker

Kontrolldatum 30.03.2020  
Überprüft von/Position/Unterschrift Kostial, Projektleiter

**A**

Datum  
Verfasser/Position/Unterschrift

Kontrolldatum  
Überprüft von/Position/Unterschrift

### Änderung bei letzter Revision



## Vorwort

Pöyry Austria GmbH wurde von der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge mit geophysikalischen Erkundungen zur Untersuchung der Störungssituation im Bereich der Ortslagen Oelsnitz und Gersdorf im Hegebachtal im März 2019 beauftragt.

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen nach dem derzeitigen Kenntnisstand.

## Kontakt

Pöyry Austria GmbH  
Kranichberggasse 4  
A 1120 WIEN  
Österreich

Tel +43 676 83878-0  
Fax +43 676 83878-319  
Email: [infra.at@poyry.com](mailto:infra.at@poyry.com)

i.A. Mag. Kostial Dieter  
Projektleiter

i.A. Dr. Werner Chwatal  
Sen. Geophysiker



## Inhalt

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG UND ZIELSTELLUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>VERWENDETE UNTERLAGEN.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>GEOLOGIE .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>MESSPROGRAMM.....</b>	<b>7</b>
4.1	Seismik .....	7
4.2	Geoelektrik .....	8
<b>5</b>	<b>AUSWERTUNG .....</b>	<b>9</b>
5.1	Seismik .....	9
5.2	Geoelektrik .....	11
5.3	Ergebnisdarstellung und Interpretationskriterien.....	12
<b>6</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>13</b>
6.1	Seismikprofil SP01/19.....	13
6.2	Seismikprofil SP02/19.....	14
6.3	Seismikprofil SP03/19.....	15
6.4	Seismikprofil SP04/19.....	17
6.5	Geoelektrikprofil ERT01/19.....	18
6.6	Geoelektrikprofil ERT02/19.....	18
6.7	Geoelektrikprofil ERT04/19.....	19
6.8	Geoelektrikprofil ERT05/19.....	20
6.9	Geoelektrikprofil ERT06/19.....	20
6.10	Geoelektrikprofil ERT07/19.....	21
6.11	Geoelektrikprofil ERT08/19.....	21
6.12	Geoelektrikprofil ERT09/19.....	21
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>23</b>
<b>ANHANG A</b>	<b>GRUNDLAGEN DER SEISMISCHEN VERFAHREN .....</b>	<b>27</b>
<b>ANHANG B</b>	<b>GRUNDLAGEN DER GEOELEKTRISCHEN VERFAHREN .....</b>	<b>30</b>

## Beilagen

### Pläne

119000722.001-01	Stadt Oelsnitz/Erzgebirge, Geophysikalische Untersuchungen zur Erkundung der Störungssituation im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge in Bezug auf deren Verlauf und möglichen Einfluss auf die Grundwasserdynamik zur Eruierung von Bohrlochansatzpunkten, Lageplan und Störungskarte
119000722.001-02	Stadt Oelsnitz/Erzgebirge, Geophysikalische Untersuchungen zur Erkundung der Störungssituation im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge



- in Bezug auf deren Verlauf und möglichen Einfluss auf die Grundwasserdynamik zur Eruierung von Bohrlochansatzpunkten, Ergebnisdokumentation, Profilschnitte Seismik SP01/19 und Geoelektrik ERT06/19
- 119000722.001-03 Stadt Oelsnitz/Erzgebirge, Geophysikalische Untersuchungen zur Erkundung der Störungssituation im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge in Bezug auf deren Verlauf und möglichen Einfluss auf die Grundwasserdynamik zur Eruierung von Bohrlochansatzpunkten, Ergebnisdokumentation, Profilschnitte Seismik SP02/19 und Geoelektrik ERT07/19
- 119000722.001-04 Stadt Oelsnitz/Erzgebirge, Geophysikalische Untersuchungen zur Erkundung der Störungssituation im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge in Bezug auf deren Verlauf und möglichen Einfluss auf die Grundwasserdynamik zur Eruierung von Bohrlochansatzpunkten, Ergebnisdokumentation, Profilschnitte Seismik SP03/19 und Geoelektrik ERT08/19
- 119000722.001-05 Stadt Oelsnitz/Erzgebirge, Geophysikalische Untersuchungen zur Erkundung der Störungssituation im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge in Bezug auf deren Verlauf und möglichen Einfluss auf die Grundwasserdynamik zur Eruierung von Bohrlochansatzpunkten, Ergebnisdokumentation, Profilschnitte Seismik SP04/19 und Geoelektrik ERT09/19
- 119000722.001-06 Stadt Oelsnitz/Erzgebirge, Geophysikalische Untersuchungen zur Erkundung der Störungssituation im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge in Bezug auf deren Verlauf und möglichen Einfluss auf die Grundwasserdynamik zur Eruierung von Bohrlochansatzpunkten, Ergebnisdokumentation, Profilschnitte Geoelektrik ERT01/19, ERT02/19, ERT04/19 und ERT05/19



## Verwendete Abkürzungen

ca.	zirka
CMP	Common mid point
COS	Common Offset Stack
DMT	Deutsche Montan Technologie
EAGE	European Association of Geoscientists and Engineers
ERT	Electrical resistivity tomography
EU	European Union
EWG III	Eigenname (seismisches Fallgewicht)
GIS	Geo-Informationssystem
GOCAD	Eigenname (3D-Interpretationssoftware)
GrWM	Grubenwassermessstelle
m.N.N	Meter über Normalnull
PYL	Oberkante Phyllit
SL	Schnittlänge
SP	seismisches Profil
SYSCAL	Eigenname (geoelektrisches Messgerät)
THF	Top Härtensdorfer-Formation
TOK	Top Oberkarbon
TPF	Top Planitz-Formation
TU	Technische Universität

## Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Übersichtskarte vom Messgebiet (Quelle:Geoportal Sachsenatlas) .....	4
Abbildung 2: Tektonische Übersichtskarte (/3/) .....	6
Abbildung 3: Lage der geophysikalischen Profile .....	8
Abbildung 4: Vergleich der interpretierten Störungen mit den Störungskartierung aus /4/ .....	25
Abbildung 5: Methodische Prinzipien der Seismik.....	27
Abbildung 6: Geoelektrische Profilierung mit „Wenner“ Anordnung.....	30
Abbildung 7: Anordnung der Ionen vor (links), während (mitte) und nach der elektrischen Einspeisung (rechts) .....	31
Abbildung 8: Anordnung der Ionen und Phasenverschiebung $\phi$ für Sand (links), Ton (mitte) und Pyrit (rechts).....	31

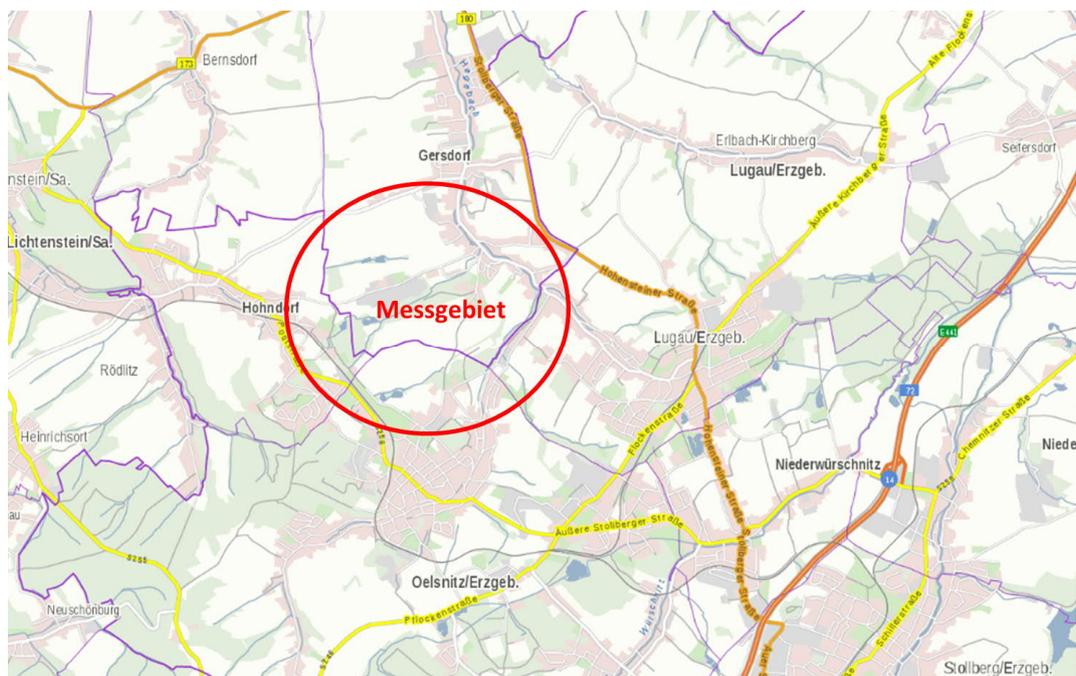
## Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Aufnahmeparameter der seismischen Profile .....	7
Tabelle 2: Aufnahmeparameter der geoelektrischen Profile .....	8

## 1 VERANLASSUNG UND ZIELSTELLUNG

Im Rahmen des „Vita-Min“ EU Projekts, das ein länderübergreifendes Kooperationsprogramm ist, sollen verschiedene Fragestellungen in mehreren Kohlerevieren auf deutscher und tschechischer Seite beantwortet werden. Federführend in diesem Projekt für das hier behandelte Lugau-Oelsnitzer Steinkohlerevier ist das sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie und die Stadtverwaltung Oelsnitz/Erzgebirge, die insgesamt sechs Teilprojekte umsetzen. Das Teilprojekt 2.3.1.5 hat den Titel „Eruierung von Bohrlochansatzpunkten im Gebiet der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge zur Überwachung der Flutung, Steuerung der Flutung, und Soleförderung“. Der Grund für dieses Teilprojekt ist, dass bisherige Ergebnisse in den zwei vorhandenen Tiefbohrungen unterschiedliches Flutungsverhalten (/1/ und /7/) zeigen und damit eine Prognose des Austretens des aufsteigenden Gruben- und Grundwassers an topographisch tiefer gelegenen Bereichen sowie an so genannten Schwächezonen des ehemaligen Steinkohlenreviers Lugau/Oelsnitz schwer durchzuführen ist. Tiefere Geländeneiveaus sind im gesamten Tal des Hegebachs vorhanden, welcher die Ortslagen Oelsnitz/Erzgebirge und Gersdorf durchfließt. Schwächezonen sind neben einer Vielzahl an alten Schächten vor allem die zahlreich im Untersuchungsgebiet vorhandenen tektonischen Störungszonen. Die Lage der Störungszonen ist aus den Dokumentationen der Untertagesituation bekannt, jedoch ist ihr Ausstreichen an der Geländeoberfläche oft nur entsprechend der bekannten Daten projiziert /3/.

Aus diesem Grund wurden im Bereich der Ortslagen Oelsnitz geophysikalische (seismische und geoelektrische) Untersuchungen durchgeführt (**Abbildung 1**). Ziel war die Lage, den Verlauf und das Einfallen wesentlicher Störungszonen detaillierter zu erkunden, sowie ferner Hinweise zur Wasserführung und Wasserwegsamkeiten zu erlangen und Vorschläge für Bohrlochansatzpunkte zu erarbeiten.



**Abbildung 1: Übersichtskarte vom Messgebiet (Quelle:Geoportal Sachsenatlas)**

Der vorliegende Bericht präsentiert die Ergebnisse auf Basis der vorliegenden Unterlagen und des derzeitigen Kenntnisstands.

## 2 VERWENDETE UNTERLAGEN

- /1/ Ausschreibungsunterlagen der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge, 20.12.2018
- /2/ Bericht: Erarbeitung inhaltlicher Aspekte für ein Rahmenkonzept zu „Bergbaunachfolgendes ehemaligen Steinkohlereviers Lugau-Oelsnitz/ Erzgebirge, samt Kartenunterlagen, DMT-Leipzig, 16.02.2018
- /3/ Abschlussbericht, Bergbaufolgen im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz unter besonderer Berücksichtigung des Grubenwasseranstiegs, Landesamt für Umwelt und Geologie, Oberbergamt, Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft, Regierungspräsidium Chemnitz, Umweltfachbereich, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Markscheidewesen und Geodäsie, 28.12.2007
- /4/ Geologische Informationen in Form von GIS- und GOCAD Unterlagen, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Referat 105, Hydrogeologie, Stand April 2019
- /5/ Geologie und Bergbaufolgen im Steinkohlerevier Lugau/Oelsnitz, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Geoprofil 13, 2010
- /6/ 3D-Modellierungen der strukturellen Entwicklung der Vorerzgebirgssenke im Raum der Altbergbaugebiete Zwickau und Lugau/Oelsnitz, Diplom Geologe Henry Steinborn, Dissertation, Universität Erfurt, 30.10.2008
- /7/ Überwachung der langjährigen Grubenflutung im Steinkohlerevier Lugau/Oelsnitz, Vortrag bei 1. Fachkonferenz „Vita-Min, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dr. Jahns 20.03.2018
- /8/ Three-dimensional focused seismic imaging for geothermal exploration in crystalline rock near Schneeberg, Germany, Felix Hlousek, Olaf Hellwig and Stefan Buske, Geophysical Prospecting, EAGE, 2015
- /9/ Geologische Informationen der Zechenschächte, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, August 2019

## 3 GEOLOGIE

**Allgemeine Geologie:** Die Geologie im Untersuchungsgebiet (/1/, /3/, /4/, /5/, /6/) ist oberflächennah geprägt von quartären Ablagerungen, die meist aus fluviatilen Sedimenten oder Schotterterrassen bestehen. Darunter befindet sich das Rotliegende, das von oben nach unten aus der Leukersdorf-Formation, der Planitz-Formation und der Härtensdorf-Formation aufgebaut ist. Die Leukersdorf-Formation besteht aus einer Wechsellagerung von Sandsteinen und Schluffsteinen mit dünnen eingelagerten Schichten von Tuffiten und schließt mit einem Basiskonglomerat ab. Innerhalb der unteren Leukersdorf-Formation sind auch Schluff- bis Tonsteine mit Kohleeinlagerungen vorhanden. Die Planitz-Formation beginnt mit den Rochlitz-Ignimbriten und besteht im Wesentlichen aus Tuffen mit Pechstein-, Schluffstein-, Tonstein- und Sandsteineinlagerungen. Auch hier treten partiell Kohleeinlagerungen auf. Die Härtensdorf-Formation bildet den untersten Teil des Rotliegenden und beginnt mit einer dünnen Schicht aus Kalkstein über dem „Wildem Kohlegebirge“

(Kohleeinlagerungen) und schließt mit einem grauen Basiskonglomerat ab. Unter dem Rotliegenden liegt das Oberkarbon, das aus limnisch-fluviatilen Ablagerungen in Flachwassermooren entstanden ist und daher aus Tonsteinen und mächtigen Kohleflözen besteht. Schlussendlich kommt das Grundgebirge, das überwiegend aus Phylliten aufgebaut ist.

**Tektonik:** Im Untersuchungsgebiet gibt es fünf Hauptstörungen, die Helene-Hedwig-Schacht-Verwerfung, die Plutoschacht-Verwerfung, die Lugauer-Verwerfung, die Carl-Schacht-Verwerfung und die Härtensdorfer-Störung (**Abbildung 2**). Bisherige Erkenntnisse gehen davon aus, dass die Nordwesten-Südosten streichende Plutoschacht-Verwerfung das Grubengebäude in Bezug auf die Grubenflutung in zwei unterschiedliche reagierende Grubenteile unterteilt. Die ebenfalls Nordwest-Südost streichende Lugauer-Verwerfung verläuft zu großen Teilen im Bereich des Hegebachtals. Die Carl-Schacht-Verwerfung verläuft relativ dicht und/parallel zur Lugauer-Verwerfung in östlicher Richtung. Im Westen tritt des Weiteren die zur Plutoschacht-Verwerfung parallel verlaufende Helene-Hedwig-Schacht-Verwerfung auf. Die Hartensdorfer-Störung quert diese Störungssysteme und streicht von Nordosten nach Südwesten. Beschreibungen aus der aktiven Bergbauzeit deuten darauf hin, dass vor allem diese erzgebirgisch streichenden gegenüber den herzynisch streichenden Elementen eine höhere Wasserdurchlässigkeit besitzen (/1/). Ansonsten kann davon ausgegangen werden, dass die Störungszonen größtenteils verletzt sind und damit eine geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Erfahrungen aus einem anderen Grubenrevier weisen jedoch darauf hin, dass die in tieferen Bereichen dichten Störungen oberflächennah hydraulisch wirksam sein können.

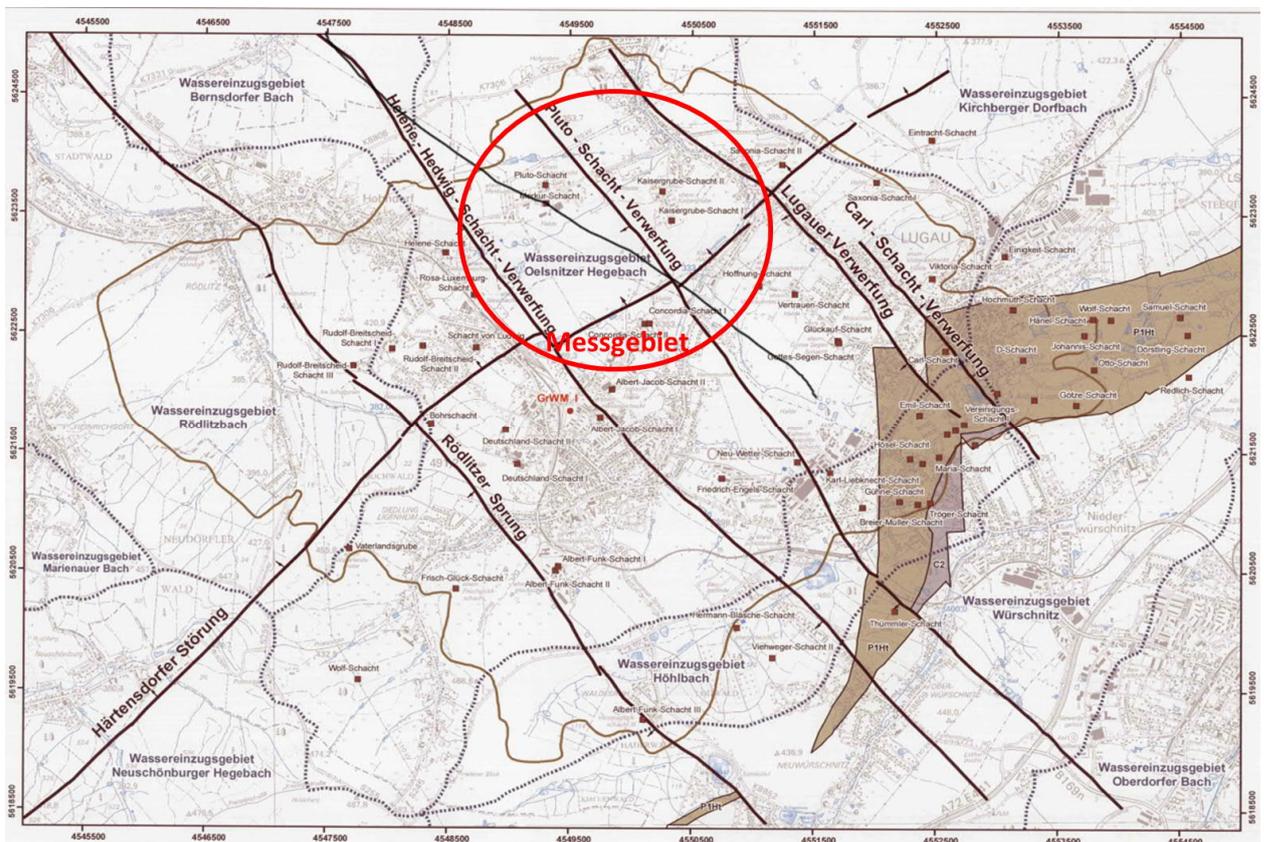


Abbildung 2: Tektonische Übersichtskarte (/3/)

**Hydraulische Leitfähigkeit:** Von Relevanz für die Wasserdynamik/Flutung sind die hydraulischen Eigenschaften der meist anstehenden Rotliegendesedimente, insbesondere die der größtenteils oberflächlich anstehenden Schichten der Leukersdorf-Formation. Während die tiefer gelegenen Rotliegend-Formationen Festgesteinscharakter haben, weisen die obersten 200 m der Leukersdorf-Formation teilweise Lockergesteinscharakter und damit hohe Porosität auf. In diesem Horizont ist die Lage von Grundwassernichtleitern, -geringleitern oder Grundwasserleitern von großer Bedeutung.

**Kohleflöze:** Im Messgebiet sind vier Hauptsohlen in den Höhen ~146 m.N.N., -210 m.N.N., -365 m.N.N und -444 m.N.N vorhanden. Deren Teufe nimmt generell von Südosten nach Nordwesten zu.

## 4 MESSPROGRAMM

### 4.1 Seismik

Insgesamt wurden vier seismische Profile, zwei Südwest-Nordost gerichtete Längsprofile und zwei Nord-Süd orientierte Querprofile ausgeführt.

Die seismischen Messungen wurden mit der digitalen Apparatur Summit Compact und max. 168 aktiven Kanälen durchgeführt. Die Aufnahme erfolgte mit 30 Hz Einzelgeophonen bei einem Geophonabstand von 8 m. Die Anregung der seismischen Wellen erfolgte mittels des Fallgewichts EWG III mit einem nominellen Abstand von 16 m. Im Bereich der querenden Störungen wurde der Schlagabstand verringert, um eine höhere Auflösung zu gewährleisten.

Ebenso wurden, wenn es die örtlichen Gegebenheiten zuließen, in regelmäßigen Abständen vor Beginn bzw. nach Ende der ersten bzw. letzten Geophonanlage noch Fernschüsse ausgeführt, um große Eindringtiefen bis zum ersten und letzten Geophon des Profils zu garantieren.

Die Aufnahmeparameter der Profile sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

**Tabelle 1: Aufnahmeparameter der seismischen Profile**

Profil	Anzahl Stationen	Geophon abstand [m]	Profil länge [m]	Schuss abstand [m]	Aufnahme länge [ms]	Sample Intervall [ms]	Spread
SP01/19	264	8	2104	16	3072	1,0	fix
SP02/19	400	8	3192	16	2048	1,0	fix
SP03/19	380	8	3032	16	2048	1,0	fix
SP04/19	336	8	2680	16	2048	1,0	fix
<b>Gesamtlänge [m]</b>			<b>11008</b>				

Die Messungen von SP01/19, SP02/19 und SP03/19 wurden zwischen 08.04. – 11.04.2019 und von SP04/19 zwischen 13.11. – 14.11.2019 durchgeführt. Die endgültige Lage der Profile ist dem beiliegenden Lageplan (Plan 119000722-001-01) und der Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zu entnehmen.

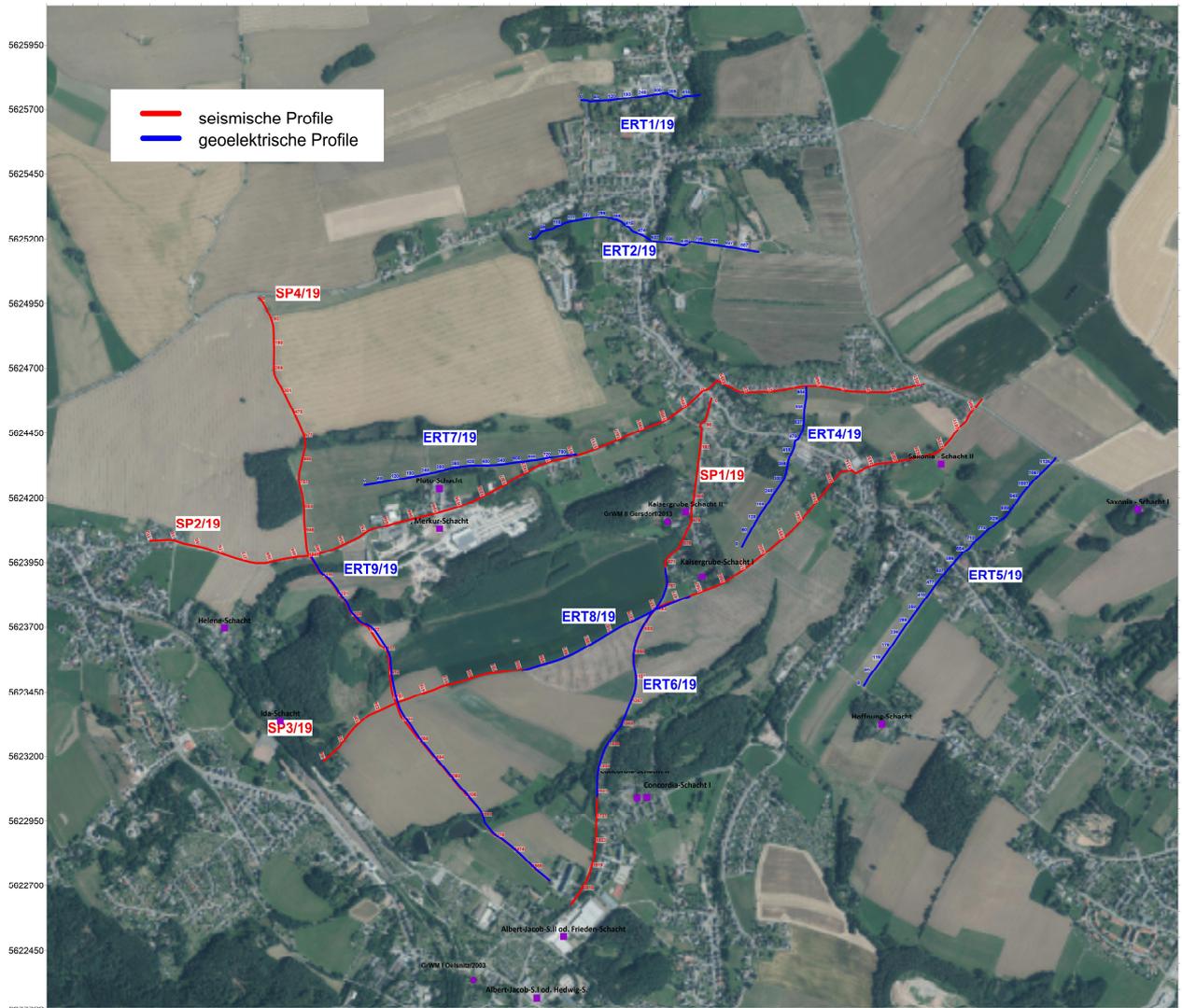


Abbildung 3: Lage der geophysikalischen Profile

## 4.2 Geoelektrik

Im Messgebiet wurden acht geoelektrische 2D-Profile durchgeführt. Die Lage der geophysikalischen Messungen ist dem beiliegenden Lageplan (Plan 119000722-001-01) und der Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zu entnehmen. Das Profil ERT03/19 wurde aufgrund der intensiven Bebauung ausgespart.

Die geoelektrische Aufnahme fand mit der Apparatur SYSCAL Pro Switch96 (IRIS Instruments) mit einem Elektrodenabstand von 5 m statt. Die Messungen wurden zwischen 20.05. – 24.05.2019 und am 13.11.2019 ausgeführt.

Die Aufnahmeparameter sind **Tabelle 1** zusammengefasst.

**Tabelle 2: Aufnahmeparameter der geoelektrischen Profile**

Profil	Anzahl Stationen	Stations abstand [m]	Profil länge [m]	Mess-geometrie	IP - Messung	Auslage
ERT01/19	96	5	475	Dipol-Dipol	Ja	fixed
ERT02/19	192	5	955	Dipol-Dipol	Ja	fixed

<b>ERT04/19</b>	139	5	690	Dipol-Dipol	Ja	fixed
<b>ERT05/19</b>	236	5	1175	Dipol-Dipol	Ja	fixed
<b>ERT06/19</b>	192	5	955	Dipol-Dipol	Ja	fixed
<b>ERT07/19</b>	168	5	835	Dipol-Dipol	Ja	fixed
<b>ERT08/19</b>	144	5	715	Dipol-Dipol	Ja	fixed
<b>ERT09/19</b>	322	5	1605	Dipol-Dipol	Ja	fixed
<b>Gesamtlänge [m]</b>			<b>7405</b>			

## 5 AUSWERTUNG

### 5.1 Seismik

Die refraktions- und reflexionsseismische Auswertung wurde im Industriesystem ProMAX® (Landmark Graphics Corp.) ausgeführt.

Die Berechnung der Refraktortiefen und seismischen Geschwindigkeiten erfolgt mit der Delay-Zeit-Methode. Der erste Schritt der Auswertung ist die Zuordnung der Ersteinsätze zu unterschiedlichen Refraktoren. Eine erste Analyse dieser Zuordnung wird mit dem Common Offset Stack (COS - 1D-Laufzeitstapelung über die Distanz) durchgeführt. Der Common Offset Stack (COS-Stack) gibt in der Regel Anzahl und Geschwindigkeiten der vorhandenen Schichten in den Daten an. Unter Anwendung dieser Information und der Information aus Laufzeitfeld und Einzelaufnahmen werden danach die Laufzeiten verschiedenen Refraktoren zugeteilt. Aus allen Laufzeiten eines Refraktors werden Geschwindigkeiten und „Delayzeiten“ durch mehrere Iterationen mittels Gauß-Seidl-Algorithmus ermittelt. Die Kontrolle der Ergebnisse erfolgt durch die Erstellung von Modellaufzeiten und durch reduzierte COS-Stacks der verschiedenen Schichten. Bei der Erstellung von Modellaufzeiten geht man von einem vorläufigen Schichtmodell aus und berechnet Laufzeiten, die in der Einzelaufnahme eingeblendet werden können. Werden Unterschiede zwischen berechneten und beobachteten Laufzeiten festgestellt, müssen Verbesserungen und Anpassungen des Modells erfolgen. Beim COS-Stack handelt es sich um die Stapelung von seismischen Spuren, die jeweils die gleiche Entfernung zum Schusspunkt haben. Die Reduktion für jede Schicht des COS erfolgt mittels der der Schicht zugehöriger Modellaufzeit. Nach der Reduktion sollten die Wellen der bearbeiteten Schicht eine horizontale Anordnung im Seismogramm aufweisen. Wenn dies nicht der Fall ist, ist eine Verbesserung des Modells nötig. Wenn das erstellte Modell mit den beobachteten Laufzeiten bestmöglich übereinstimmt, werden alle Schichten gemeinsam einer Tiefenkonvertierung unterzogen.

Das Ergebnis dieser Auswertung bilden 1-dimensionale Schichtmodelle, die Aufschluss über die vertikale und laterale Verteilung der seismischen Geschwindigkeiten geben. Ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit in den Schichten vertikal nahezu konstant, wird diese Auswertung ein getreues Modell des Untergrundes liefern.

Ferner wurde eine Auswertung nach Prinzipien der Refraktionstomographie vorgenommen. Diese wurde mit dem Programmpaket Rayfract™ (Intelligent Resources Inc.) durchgeführt.

Die verwendete Wavepath Eikonal Tomography umfasst im Allgemeinen folgende vier Schritte, die mehrfach durchlaufen werden müssen.

- Berechnung oder Vorgabe eines angenäherten Startmodells.
- Ermittlung der Fresnelschen Wellen-Pfade im aktuellen Geschwindigkeits-Tiefen-Modell
- Berechnung der theoretischen Laufzeit zwischen Schuss – und Geophon für den jeweils ermittelten Strahlenverlauf
- Ermittlung der Laufzeitdifferenz zwischen theoretischem und gemessenem Wert für das jeweilige Schuss-Geophon-Paar, sowie
- Modifikation des Geschwindigkeits-Tiefenmodells anhand der festgestellten Laufzeitdifferenzen durch Anpassung der Geschwindigkeitsdaten derjenigen Zellen, die vom Strahl durchlaufen wurden.

Das Ergebnis dieser Auswertung ist die 2-dimensionale Verteilung der Ausbreitungsgeschwindigkeit im Untergrund. Geschwindigkeiten sind nicht innerhalb einer Schicht vertikal konstant, sondern können vertikal und lateral variieren, und so nicht nur eine Veränderung mit der Tiefe, sondern auch horizontale Veränderungen anzeigen.

Ob eine bestimmte geologische Situation besser durch das refraktionsseismische oder das tomografische Modell beschrieben werden kann, hängt vom Kontrast der Geschwindigkeiten ab. Übergänge von Lockergestein in Festgestein können üblicherweise mit refraktionsseismischen Modellen hinreichend genau bestimmt werden, da der Geschwindigkeitskontrast zwischen beiden Gesteinen groß ist. Weist jedoch das Festgestein eine ausgeprägte Verwitterungszone auf, oder treten inhomogen verteilt Störungsbereiche auf, die zu einer Verringerung der Geschwindigkeit führen, kann dies durch tomografische Modelle besser nachgebildet werden.

Es wurde ferner eine reflexionsseismische Auswertung durchgeführt. Diese dient zur Ermittlung seismischer Horizonte in der Beckenstruktur und zur Erfassung der Lage der seismischen Grundgebirgsoberkante. Außerdem können tektonische Störungen durch unterbrochene Horizonte bzw. durch den Versatz von Horizonten besser erfasst werden. Kurz zusammengefasst können die wichtigsten Bearbeitungsschritte folgendermaßen erläutert werden.

- Anbringung der statischen Korrektur, d.h.: Elimination des Einflusses störender oberflächennaher Schichten, mit geringer Geschwindigkeit, auf die Reflexionen; Auswahl eines ebenen Bezugsniveaus (Final Datum) für die Berechnung der statischen Korrektur; für diese Korrektur werden die Ergebnisse der Refraktionsseismik herangezogen.
- Mittels so genanntem „Muting“ (Wegschneiden) werden Signale außerhalb der Zonen, in der Reflexionen zu erwarten sind, entfernt. Störsignale sind in diesem Fall Ersteinsatz, Luftschall und Oberflächenwellen.

- Geschwindigkeitsanalyse: d.h.: Festlegen der optimalen Stapelgeschwindigkeit, für die im Seismogramm vorhanden Reflexionseinsätze. Die erworbenen Geschwindigkeitsfelder wurden geglättet und unter der Prämisse kontinuierlicher Reflexionshorizonte erarbeitet.
- Dynamische oder NMO (Normal Move Out) – Korrektur. Dabei werden alle Strahlen die das gleiche Reflexionselement im CDP-Bereich (Common Depth Point) treffen mit der aus der Geschwindigkeitsanalyse hervorgegangenen Geschwindigkeit auf den Lotstrahl reduziert.
- Stapelung: Alle Lotstrahlen, die das gleiche Reflexionselement treffen werden aufsummiert und als eine Spur dargestellt. Das Ergebnis ist eine Zeitsektion der Untergrundverhältnisse („Stack“).
- Residuelle, statische Korrektur: Anbringung von geophon- und schusseiteigen Zeitkorrekturen zur Verbesserung des Stapelergebnisses. Diese sind notwendig, da die statische Korrektur meist nicht ausreichend ist.
- Migration: Aus der Zeitsektion wird eine lagerichtige Tiefensektion.

Die refraktionsseismischen, reflexionsseismischen und refraktionstomografischen Tiefenmodelle werden gegeneinander abgeglichen, um ein in sich stimmiges Modell zu ergeben. Eine weitere Beschreibung der methodischen Grundlagen ist dem **Anhang A** zu entnehmen.

## 5.2 Geoelektrik

Die Auswertung und Inversion der 2D-Profilaten erfolgte mit der Software CRTomo<sup>1</sup>. Bei der Inversion wird aus den Daten die Verteilung des komplexen Widerstands modelliert und abgebildet. Der komplexe Widerstand wird durch die Magnitude und die Phase ausgedrückt, die die Leitfähigkeits- (spez. Widerstand) und die Polarisationsseigenschaften des Untergrunds abbilden.

Die wesentlichen Schritte dieser Auswertung unter besonderer Berücksichtigung des Datenfehlers sind:

- a) Einlesen und Konvertieren der Daten
- b) Bestimmung des Datenfehlers aus den Abweichungen der Normal und Reverse Messung und Eliminierung von Ausreißern
- c) Generierung eines Finte-Element-Modells mit Hilfe der Topographie-Daten
- d) Wahl der Kalkulationsparameter
- e) Wahl der Inversions-Techniken und -Schritten
- f) Inversion der Daten
- g) Darstellung der Ergebnisdaten

Der Iterationsvorgang wird bis zur optimalen Anpassung der berechneten Werte des komplexen elektrischen Widerstandes an die gemessenen Werte wiederholt.

---

<sup>1</sup> A. Kemna, Tomographic inversion of complex resistivity – theory and application, Ph.D. Thesis, Ruhr Universität Bochum, 2000

Ergebnisse dieser Berechnung sind

- ein 2D-Widerstandsmodell, welches die laterale und vertikale Änderung der spezifischen Widerstände des Untergrundes wiedergibt, und
- ein 2D-Phasenverschiebungsmodell, welches die laterale und vertikale Änderung der Polarisierbarkeit des Untergrundes abbildet.

Eine weitere Beschreibung der methodischen Grundlagen ist dem **Anhang B** zu entnehmen.

### 5.3 Ergebnisdarstellung und Interpretationskriterien

Die Darstellung der Daten und Tiefenmodelle erfolgte im Programmpaket Surfer® (Golden Software Inc.).

Die Ergebnisse der Messungen sind in der Planbeilage als 2-D Schnitte (Anlagen 119000722-001-02–06) dargestellt. Die angegebene Schnittdistanz ergibt sich dabei aus den horizontalen Entfernungen der Stationen.

Für das seismische Profil ist die entlang der Refraktoren („seismische“ Schichtgrenzen) ermittelte Geschwindigkeit (Kompressions- oder P-Wellen Geschwindigkeit) dem kombinierten Tiefenmodell aus der Refraktionstomografie und der Reflexionsseismik gegenübergestellt. Die ermittelten seismischen **Refraktortiefen** ( $z_0$ = Geländeoberkante,  $z_1$  = 1.Refraktor,  $z_2$  = 2.Refraktor) sind als Linien Teil der Profilschnitte. Das tomografisch ermittelte P-Wellengeschwindigkeitsmodell (farbiger Bereich mit Isolinien) liegt darunter. Das Reflexionsmodell (tiefenmigrierter Stack) ist dem tomografischen Modell grafisch im Schwarz-Grau-Modus unterlegt.

Die Ergebnisse der Geoelektrik, spezifischer Widerstand und Polarisierbarkeit, wurden als farbliches Diagramm dargestellt.

Bohrungen bzw. Schächte, die in der Nähe oder in den koordinativen Verlängerungen der geophysikalischen Profile liegen, wurden als Bild in den Plänen integriert. Wenn diese einen größeren Abstand zu den Profilen hatten, wurden sie senkrecht auf das Profil projiziert und mit einem Verweis des lateralen Abstands (z.B.: lat. 300 m) versehen.

Störungen sind in den Plänen mit unterschiedlicher Linienstärke eingezeichnet. Diese richtet sich hauptsächlich nach den schon bekannten Hauptstörungen, aber auch nach der Sprungweite in den interpretierten Horizonten.

Die Interpretation der Horizonte und der Störungen entstand unter folgenden verschiedenen Gesichtspunkten.

- a) Horizonte passen mit Phasen im Ergebnis der Reflexionsseismik zusammen
- b) Tiefenlage der Horizonte passt einigermaßen mit den schon vorhandenen Flächenkarten zusammen
- c) Tiefenlage der Horizonte stimmen mit den Informationen aus den Schächten zusammen
- d) Tiefenlage der Horizonte passt an den Schnittpunkten der seismischen Linien zusammen
- e) Störungen gehen mit Sprüngen in den Horizonten einher

- f) Störungen gehen oberflächennah mit markanten horizontalen Änderungen des Verlaufs des 2. Refraktor einher
- g) Störungen passen oberflächennah mit markanten horizontalen Änderungen in den Widerständen bzw. der Polarisierbarkeit zusammen
- h) Störungen passen einigermaßen mit den vorhandenen Störungskarten zusammen
- i) Die Durchprojektionen an der Oberfläche für jedes Profil können miteinander zu einem plausiblen tektonischen Störungsbild an der Oberfläche verbunden werden.

Da nicht immer alle Kriterien erfüllt werden, gibt es teilweise Kompromisse, wie z.B.: Horizonte, die den Phasenverlauf nicht eindeutig folgen oder Störungen, die durch durchgehende Phasen verlaufen.

## 6 ERGEBNISSE

### 6.1 Seismikprofil SP01/19

SP01/19 ist ein Nordost-Südwest gerichtetes Profil, das im Norden in Gersdorf an der Hauptstraße beginnt, entlang der Kaisergruben- und der Badstraße Richtung Oelsnitz verläuft, und im Süden in der Badstraße vor dem Firmengelände der Sodectia Powertrain Oelsnitz GmbH in Oelsnitz endet. Die horizontale Profillänge beträgt knapp 2100 m. Das Profil SP02/19 liegt ca. 45 m vor dem nördlichen Beginn des Profils und das Profil SP03/19 kreuzt bei Schnittlänge (SL) 870. Die Bohrung GrWM-II-Gersdorf/2013 wurde auf SL 500 projiziert und die Bohrung GrWM-I-Oelsnitz/2003 liegt ca. 475 m nach dem südlichen Profilende. Die geologischen Informationen des Kaisergrube-Schachts II wurden auf SL 465, des Kaisergrube-Schachts I auf SL 750, des Concordia-Schacht auf SL 1665, des Helene-Schachts auf SL 1545, des Friedens-Schachts auf SL 2220 und des Hedwig-Schachts auf SL 2450 projiziert. Tektonisch liegt der Anfang des Profils in der Nähe der Lugauer-Verwerfung, kreuzt in der Mitte des Profils schräg die Plutoschacht-Verwerfung und am südlichen Teil des Profils die Härtensdorfer-Störung.

Refraktionsseismisch konnten entlang des Profils drei Schichten ermittelt werden. Die oberste davon weist eine Geschwindigkeit von  $v_0 = 700$  m/s auf und ist in der Refraktionstomografie durch den roten bis orangen Farbbereich dargestellt. Die Schichtmächtigkeit liegt zwischen 2 bis 20 m, wobei Werte über 10 m zwischen SL 170 – 270, 900 – 1050 und SL 1230 – 1730 anzutreffen sind. Im Bereich um SL 1500 sind die größten Tiefen vorhanden. Hier handelt es sich um trockene und stark aufgelockerte Lockersedimente.

Die zweite Schicht (hellgrau markiert) zeigt refraktionsseismische Geschwindigkeiten zwischen 1630 – 2350 m/s und ist in der Refraktionstomografie durch den grünen bis hellblauen Farbbereich dargestellt. Die vertikale Schichtmächtigkeit variiert zwischen 17 und 35 m, wobei die größten Mächtigkeiten zwischen SL 260 – 540, 1000 – 1340 und SL 1760 – 2030 vorliegen. Die niedrigsten Geschwindigkeiten treten zwischen SL 580 – 950 und SL 1400 – 1600 auf. Hier dürfte es sich geologisch um teilweise gesättigte, quartäre Sedimente handeln bzw. bei hohen Geschwindigkeiten um aufgelockertes Gestein des Rotliegenden.

In einer Tiefe zwischen 25 – 44 m konnte der Übergang zur dritten Schicht refraktions- und reflexionsseismisch nachgewiesen werden. Dieser ist in der

Ergebnisgrafik durch die rote Linie markiert, ab welcher Geschwindigkeiten zwischen 2680 – 2970 m/s auftreten. Der Übergang liegt am nördlichen Profilrand bis SL 600 bei ca. 30 – 35 m Tiefe und ab SL 970 bei ca. 35 – 40 m Tiefe. Aufgrund der hohen seismischen Geschwindigkeit kann ab diesem Tiefenbereich von kompakteren Schichten des Rotliegenden ausgegangen werden. In der Tomografie ist diese Felsschicht durch das hellblaue bis blaue Geschwindigkeitsfeld symbolisiert.

Mit der reflexionsseismischen Auswertetechnik konnte eine Vielzahl von Strukturen bestimmt und grafisch dargestellt werden. Die Interpretation des Top von der Planitz-Formation (orange, TPF), von der Härtensdorfer-Formation (magenta, THF) und des Oberkarbons (braun, TOK), sowie die Grenze zum Phyllit (grün, PHL) wurde farblich gekennzeichnet. Alle Horizonte sind am nordöstlichen Anfang des Profils in größerer Tiefe (TPF ca. 350 m Tiefe, THF ca. 400 m Tiefe, TOK ca. 600 m Tiefe, PYL ca. 710 m Tiefe) steigen bis ca. SL 950 – 1150 an (TPF ca. 300 m Tiefe, THF ca. 350 m Tiefe, TOK ca. 510 m Tiefe, PYL ca. 630 m Tiefe), fallen stufenförmig an der Plutoschacht-Verwerfung wieder in große Tiefen ab (TPF ca. 420 m Tiefe, THF ca. 480 m Tiefe, TOK ca. 640 m Tiefe, PYL ca. 770 m Tiefe) und steigen gegen Ende des Profils entlang der Härtensdorfer-Störung wieder an (TPF ca. 330 m Tiefe, THF ca. 390 m Tiefe, TOK ca. 520 m Tiefe, PYL ca. 670 m Tiefe). Aufgrund aller geophysikalischen, geologischen und bergmännischen Daten wurde eine Störungsinterpretation hinzugefügt. Diese zeigt eine große Anzahl von Störungen, die großteils in Richtung Nordwest-Südost streichen, wobei bei diesen die Plutoschacht-Verwerfung, die aus zwei Einzelstörungen besteht, die größte Sprungweite aufweist und ein Einfallen von ca. 60°SW besitzt. Hingegen scheint die Lugauer-Verwerfung (Einfallen ca. 80°SW) bzw. die Härtensdorfer-Störung (Einfallen ca. 80°NO), die Südwest-Nordost streicht, eine geringere Ausprägung zu besitzen. Die zwischen den Hauptstörungen interpretierten, weniger signifikanten Störungen zeigen teilweise unterschiedliche Fallrichtungen zwischen 60°SW und 60°NO.

## 6.2 Seismikprofil SP02/19

SP02/19 ist ein Südwest-Nordost gerichtetes Profil, das im Westen am Ortsende von Hohndorf beginnt, entlang der Plutostraße Richtung Gersdorf verläuft, das Tal des Hegebachs kreuzt und östlich von Gersdorf an der B180 endet. Die horizontale Profillänge beträgt knapp 3095 m. Das Profil SP04/19 kreuzt bei SL 515, der Beginn des Profils SP01/19 liegt projiziert ca. bei SL 2230. Die geologischen Informationen des Helene-Schachts wurden auf SL 260, des Merkur-Schachts auf SL 1055 und des Pluto-Schachts auf SL 1085 projiziert. Tektonisch kreuzt der westliche Anfang des Profils die Helene-Hedwig-Schacht Verwerfung, in der Mitte des Profils die Plutoschacht-Verwerfung und am östlichen Profilende die Lugauer-Verwerfung.

Refraktionsseismisch konnten entlang des Profils drei Schichten ermittelt werden. Die oberste davon weist eine Geschwindigkeit von  $v_0 = 700$  m/s auf und ist in der Refraktionstomografie durch den roten bis orangen Farbbereich dargestellt. Die Schichtmächtigkeit liegt zwischen 3 bis 20 m, wobei Werte über 10 m zwischen SL 740 – 1580 und ab SL 2260 anzutreffen sind. Im letzteren Bereich sind die größten Tiefen vorhanden. Hier handelt es sich um trockene und stark aufgelockerte Lockersedimente.

Die zweite Schicht (hellgrau markiert) zeigt refraktionsseismische Geschwindigkeiten zwischen 1700 – 2150 m/s und ist in der Refraktionstomografie durch den grünen bis

hellblauen Farbbereich dargestellt. Die vertikale Schichtmächtigkeit variiert zwischen 20 und 53 m, wobei die größten Mächtigkeiten zwischen SL 200 – 880, 1660 – 2030 und ab SL 2580 gut zu erkennen sind. Die niedrigsten Geschwindigkeiten treten zwischen SL 580 – 950 und SL 1400 – 1600 auf. Hier handelt es sich bei niedrigen Geschwindigkeiten um teilweise gesättigte, quartäre Sedimente bzw. bei hohen Geschwindigkeiten um aufgelockertes Gestein des Rotliegenden.

In einer Tiefe zwischen 29 – 70 m konnte der Übergang zur dritten Schicht refraktions- und reflexionsseismisch nachgewiesen werden. Dieser ist in der Ergebnisgrafik durch die rote Linie markiert, ab welcher Geschwindigkeiten zwischen 2750 – 3210 m/s auftreten. Dieser Übergang schwankt zwischen SL 0 - 2500 zwischen 35 – 50 m Tiefe, ab SL 2500 sind die größten Tiefen vorhanden. Aufgrund der hohen seismischen Geschwindigkeit kann man ab diesem Tiefenbereich von kompakteren Schichten des Rotliegenden ausgehen. In der Tomografie ist diese Festgesteinsschicht durch das hellblaue bis blaue Geschwindigkeitsfeld symbolisiert.

Mit der reflexionsseismischen Auswertetechnik konnte eine Vielzahl von Strukturen bestimmt und grafisch dargestellt werden. Die Interpretation des Top von der Planitz-Formation (orange), von der Härtensdorfer-Formation (magenta) und des Oberkarbons (braun), sowie die Grenze zum Phyllit (grün) wurde farblich gekennzeichnet. Alle Horizonte sind am Anfang des Profils am tiefsten (TPF ca. 470m Tiefe, THF ca. 520 m Tiefe, TOK ca. 670 m Tiefe, PYL ca. 800 m Tiefe). Zwischen SL 0 – 900 verlaufen die beiden oberen Formationen eher gleichförmig (TPF zwischen m.N.N –100 und – 150, THF zwischen m.N.N -150 und -200), danach steigen beide bis zum Ende des Profils stufenförmig an (TPF von ca. 460 auf 320 m Tiefe, THF von ca. 520 auf 370 m Tiefe). Zwischen SL 1300 – 2200 ist in den beiden tieferen Schichten ein leichtes Absinken zu erkennen (TOK von ca. 620 auf 700 m Tiefe, PYL von ca. 700 auf 730 m Tiefe), gegen Profilende steigen beide wieder leicht an (TOK auf ca. 610 m Tiefe, PYL auf ca. 660 m Tiefe). Aufgrund aller geophysikalischen, geologischen und bergmännischen Daten wurde eine Störungsinterpretation hinzugefügt. Diese zeigt eine große Anzahl von Störungen, die großteils in Nordwest-Südost streichen, wobei bei diesen die Plutoschacht-Verwerfung, die aus zwei Einzelstörungen besteht, die größte Sprungweite aufweist und ein Einfallen von ca. 60°SW besitzt. Hingegen scheinen die Hedwig-Helene-Schacht-Verwerfung (Einfallen ca. 10° SW) bzw. die Lugauer-Verwerfung (Einfallen ca. 10° SW), die anscheinend aus drei Einzelstörungen aufgebaut ist, eine etwas geringere Ausprägung zu besitzen. Die zwischen den Hauptstörungen interpretierten, weniger signifikanten Störungen zeigen teilweise unterschiedliche Fallrichtungen zwischen 60°SW und 60°NO.

### 6.3 Seismikprofil SP03/19

SP03/19 ist wiederum ein Südwest-Nordost gerichtetes Profil, das im Westen in der Nähe der Bahnlinie beginnt, durch große Ackerflächen Richtung Gersdorf verläuft, das Tal des Hegebachs kreuzt und östlich von Gersdorf an der B180 endet. Die horizontale Profillänge beträgt knapp 2960 m. Die Profile SP04/19 und SP01/19 kreuzen bei SL 300 bzw. SL 1380. Die geologischen Informationen des Ida-Schachts wurden auf SL -100 und des Kaisergrube-Schachts I auf SL 1590 projiziert. Tektonisch werden am westliche Profilbeginn die Helene-Hedwig-Schacht-Verwerfung, in der Mitte des Profils die Plutoschacht-Verwerfung und am Ende des Profils die Lugauer-Verwerfung gequert.

Refraktionsseismisch konnten entlang des Profils drei Schichten ermittelt werden. Die oberste davon weist eine Geschwindigkeit von  $v_0 = 700$  m/s auf und ist in der Refraktionstomografie durch den roten bis orangen Farbbereich dargestellt. Die Schichtmächtigkeit liegt zwischen 1,5 bis 16 m, wobei Werte über 10 m zwischen SL 1180 – 1350, 1730 – 2290 und ab SL 2650 anzutreffen sind. Hier handelt es sich um trockene und stark aufgelockerte Lockersedimente.

Die zweite Schicht (hellgrau markiert) zeigt refraktionsseismische Geschwindigkeiten zwischen 1610 – 2460 m/s und ist in der Refraktionstomografie durch den grünen bis hellblauen Farbbereich dargestellt. Die vertikale Schichtmächtigkeit variiert zwischen 11 und 46 m, wobei die größten Mächtigkeiten zwischen SL 150 – 430, 800 – 2200 und ab 2440 vorhanden sind. Die niedrigsten Geschwindigkeiten treten zwischen SL 1160 – 1430 und ab 2280 auf. Hierbei dürfte es sich bei den niedrigen Geschwindigkeiten um teilweise gesättigte, quartäre Sedimente bzw. bei hohen Geschwindigkeiten um aufgelockertes Gestein des Rotliegenden handeln.

In einer Tiefe zwischen 17 – 59 m konnte der Übergang zur dritten Schicht refraktions- und reflexionsseismisch nachgewiesen werden. Dieser ist in der Ergebnisgrafik durch die rote Linie markiert, ab welcher Geschwindigkeiten zwischen 2600 – 2890 m/s auftreten. Dieser Übergang schwankt bis SL 800 zwischen 25 – 30 m Tiefe, von SL 800 – 2200 zwischen 35 – 45 m Tiefe, besitzt eine geringe Tiefe im Bereich des Hegebachs und ab SL 2520 sind die größten Tiefen vorhanden. Aufgrund der hohen seismischen Geschwindigkeit kann ab diesem Tiefenbereich von kompakteren Schichten des Rotliegenden ausgegangen werden. In der Tomografie ist diese Felsschicht durch das hellblaue bis blaue Geschwindigkeitsfeld symbolisiert.

Mit der reflexionsseismischen Auswertetechnik konnte eine Vielzahl von Strukturen bestimmt und grafisch dargestellt werden. Die Interpretation des Top von der Planitz-Formation (orange), von der Härtensdorfer-Formation (magenta) und des Oberkarbons (braun), sowie die Grenze zum Phyllit (grün) wurde farblich gekennzeichnet. Alle Horizonte sind am südwestlichen Profilbeginn am tiefsten (TPF ca. 520 m Tiefe, THF ca. 580 m Tiefe, TOK ca. 750 m Tiefe, PYL ca. 840 m Tiefe) und steigen generell bis zum Ende des Profils (TPF ca. 290 m Tiefe, THF ca. 350 m Tiefe, TOK ca. 480 m Tiefe, PYL ca. 570 m Tiefe) stufenförmig an. Nur zwischen SL 0 – 1000 und 1600 – 2100 sind flachere Verläufe zu erkennen (TPF zwischen m.N.N 80 und 90, THF zwischen m.N.N 10 und 20, TOK zwischen m.N.N -150 und -170, PYL um m.N.N 300). Aufgrund aller geophysikalischen, geologischen und bergmännischen Daten wurde eine Störungsinterpretation hinzugefügt. Diese zeigt eine große Anzahl von Störungen, die großteils in Nordwest-Südost streichen, wobei bei diesen die Plutoschacht-Verwerfung, die aus zwei Einzelstörungen besteht, die größte Sprungweite aufweist und ein Einfallen von ca.  $70^\circ$ SW besitzt. Hingegen scheint die Lugauer-Verwerfung (Einfallen ca.  $75 - 80^\circ$ SW), die anscheinend aus drei Einzelstörungen aufgebaut ist, eine etwas geringere Ausprägung zu besitzen. Bei der Hedwig-Helene-Schacht-Verwerfung kann aufgrund des Fehlens der tieferen Schichten (Profilrand) diesbezüglich keine Aussage getroffen werden. Die zwischen den Hauptstörungen interpretierten, weniger signifikanten Störungen zeigen teilweise unterschiedliche Fallrichtungen zwischen  $60^\circ$ SW und  $60^\circ$ NO.

#### 6.4 Seismikprofil SP04/19

SP04/19 ist ein Nordwest-Südost gerichtetes Profil, das im Norden an der „Hofgraben“ Straße beginnt, zunächst entlang eines Feldweges verläuft, dann ein Waldstück sowie die große Agrarfläche quert und im Süden in der Nähe der Badstraße in Oelsnitz endet. Die horizontale Profillänge beträgt knapp 2660 m. Das Profil SP02/18 kreuzt ca. bei SL 1050 m, das Profil SP03/19 bei SL 1735 und das Profil SP01/19 liegt ca. 120 m hinter dem südlichen Profilende. Die geologischen Informationen des Pluto-Schachts wurden auf SL 855, des Merkur-Schachts auf SL 1200, des Helene-Schachts auf SL 1545, des Ida-Schachts auf SL 1700, des Concordia-Schacht auf SL 2730 und des Friedens-Schachts auf SL 2845 projiziert. Tektonisch liegt das Profil ca. 800 – 900 m westlich von der Plutoschacht-Verwerfung und am südlichen Profilende kreuzt die Härtensdorfer-Störung.

Refraktionsseismisch konnten entlang des Profils drei Schichten ermittelt werden. Die oberste davon weist eine Geschwindigkeit von  $v_0 = 700$  m/s auf und ist in der Refraktionstomografie durch den roten bis orangen Farbbereich dargestellt. Die Schichtmächtigkeit liegt zwischen 4 bis 14,5 m, wobei Werte über 10 m zwischen SL 60 – 320, 720 – 1090 und SL 1840 – 2200 im Bereich der Geländeerhöhungen anzutreffen sind. Hier handelt es sich um trockene und stark aufgelockerte Lockersedimente.

Die zweite Schicht (hellgrau markiert) zeigt refraktionsseismische Geschwindigkeiten zwischen 2040 – 2350 m/s und ist in der Refraktionstomografie durch den grünen bis hellblauen Farbbereich dargestellt. Die vertikale Schichtmächtigkeit variiert zwischen 16 und 43 m, wobei die größten Mächtigkeiten zwischen SL 720 – 1175 und SL 1850 – 2260 vorhanden sind. Die niedrigsten Geschwindigkeiten treten zwischen Profilanfang und SL 300 auf. Hier handelt es sich um teilweise gesättigte, quartäre Sedimente bzw. bei hohen Geschwindigkeiten um aufgelockertes Gestein des Rotliegenden.

In einer Tiefe zwischen 22 – 53 m konnte der Übergang zur dritten Schicht refraktions- und reflexionsseismisch nachgewiesen werden. Dieser ist in der Ergebnisgrafik durch die rote Linie markiert, ab welcher Geschwindigkeiten zwischen 2730 – 2875 m/s auftreten. Dieser Übergang liegt am nördlichen Profilrand bis SL 625 in ca. 30 – 35 m Tiefe, danach bis SL 1200 in ca. 50 m. Ab SL 1200 bis SL 1760 treten Tiefen von ca. 25 – 30 m auf, danach folgt bis SL 2300 eine 50 m tiefe Mulde. Zwischen SL 2300 – 2660 ist der Übergang in 30 m Gesamttiefe situiert. Aufgrund der hohen seismischen Geschwindigkeit ist ab diesem Tiefenbereich von kompakteren Schichten des Rotliegenden auszugehen. In der Tomografie ist diese Felsschicht durch das hellblaue bis blaue Geschwindigkeitsfeld symbolisiert.

Mit der reflexionsseismischen Auswertetechnik konnte eine Vielzahl von Strukturen bestimmt und grafisch dargestellt werden. Die Interpretation des Top von der Planitz-Formation (orange), von der Härtensdorfer-Formation (magenta) und des Oberkarbons (braun), sowie die Grenze zum Phyllit (grün) wurden farblich gekennzeichnet. Alle Horizonte sind am nördlichen Profilanfang in größerer Tiefe gelegen (TPF ca. 520 m Tiefe, THF ca. 580 m Tiefe, TOK ca. 800 m Tiefe, PYL ca. 900 m Tiefe). Die beiden oberen Formationen steigen bis SL 1800 nur leicht an, danach kommt es zu einem markanten Anstieg (TPF von ca. 480 auf 360 m Tiefe, THF von ca. 540 auf 400 m Tiefe). Die beiden unteren beschreiben zwischen SL 400 – 1500 eine Kuppe (TOK in ca. 680 m Tiefe, PYL in ca. 800 m Tiefe), zwischen SL 1200 – 2100 eine Mulde

(TOK in ca. 770 m Tiefe, PYL in ca. 870 m Tiefe) und steigen gegen das südliche Profilende entlang der Härtensdorfer-Störung wieder an (TOK in ca. 550 m Tiefe, PYL in ca. 650 m Tiefe). Aufgrund aller geophysikalischen, geologischen und bergmännischen Daten wurde eine Störungsinterpretation hinzugefügt. Diese zeigt eine große Anzahl von Störungen, die großteils in Südwest-Nordost bzw. im hinteren Teil des Profils Nordwest-Südost streichen. Am ausgeprägtesten sind die Störungen, die das Abfallen im ersten Viertel des Profils und die Mulde im hinteren Teil abgrenzen. Bei letzterer ist auch die Härtensdorfer-Störung (Einfallen ca. 80 – 85°NW) gelegen. Die dazwischen liegenden, weniger signifikanten Störungen zeigen teilweise unterschiedliche Fallrichtungen zwischen 70°NW und 70°SO.

## 6.5 Geoelektrikprofil ERT01/19

ERT01/19 ist das nördlichste West-Ost gerichtete Profil, das die Ortschaft Gersdorf und das Hegebachtal quert und über ein Nord-Süd verlaufendes Teilstück der Lugauer-Verwerfung liegt. Die horizontale Profillänge beträgt ca. 475 m.

Die ermittelten spezifischen Widerstände schwanken zwischen 30 und 735 Ohm m und zeigen generell eine Abnahme mit der Tiefe. Oberflächennah treten überwiegend Widerstände um die 100 Ohm m und darüber auf, die an beiden Profilenden bis in größere Tiefen reichen und auf sandige Sedimente schließen lassen. Zwischen SL 120 – 345 bilden sich in 10 – 25 m Tiefe kleinräumigen Zonen niedrigen Widerstandes ab, die auf tonige Sedimente hindeuten. In über 30 m Tiefe folgt in diesem Bereich wieder ein Wechsel zu einem höher ohmigen Bereich mit ca. 100 – 150 Ohm m, dessen Widerstand mit größerer Tiefe abnimmt. Annähernd vertikale niederohmige Strukturen bis zur Oberfläche, die auf Störungen hinweisen könnten, sind zwischen SL 75 – 100 und SL 350 – 380 (im Bereich des Hegebachtals) zu erkennen.

Die Polarisierbarkeit ist oberflächennah nur gering und in größeren Tiefen ist eine vertikale Zonierung vorhanden, die auf Störungen hinweisen könnte. So wechseln sich von Westen nach Osten vertikale Bereiche hoher Polarisierbarkeit (Profilanfang bis SL 75, SL 125 – 205, SL 305 – 350) mit Bereiche niedrigerer Polarisierbarkeit (SL 75 – 125, SL 205 – 305, SL 350 – Profilende) ab.

Eine Interpretation der Störungen aufgrund beider geoelektrischen Parameter ist in der Planbeilage 119000722-001-06 einzusehen. Hier dürfte es sich um die Fortsetzung der hier Nord-Süd streichenden Lugauer-Verwerfung (Einfallen ca. 80 – 85°W) handeln.

## 6.6 Geoelektrikprofil ERT02/19

ERT02/19 ist ein ebenfalls West-Ost gerichtetes Profil, das die Ortschaft Gersdorf und das Hegebachtal quert und über ein Nord-Süd verlaufendes Teilstück der Lugauer-Verwerfung situiert ist. Es liegt ca. 500 m südlich von ERT01/19 und besitzt eine horizontale Profillänge von ca. 940 m.

Die ermittelten spezifischen Widerstände schwanken zwischen 25 und 1285 Ohm m und zeigen bis auf den Bereich SL 500 – 750 eine Abnahme mit der Tiefe. Oberflächennah treten überwiegend Widerstände über 200 Ohm m auf, die auf sandige bis kiesige Sedimente schließen lassen. Diese Sedimente sind im Westen (SL 0 – 330) bis 20 m und im Osten (SL 530-940) bis 40 m mächtig. Dazwischen im Bereich des Hegebachtals liegen niederohmige (30 – 50 Ohm m) Werte und somit tonige bis schluffige Sedimente vor, die bis zur Oberfläche reichen. Diese setzen sich

im Osten unterhalb der 20 m hochohmigen Schicht fort. Im westlichen Teil ist in größerer Tiefe eine vertikale Zonierung vorhanden. Es wechselt sich von Westen nach Osten ein vertikaler Bereich hohen Widerstands (SL 500 – 750) mit einem Bereich niedrigen Widerstands ab (SL 750 – Profilende) ab, was auf Störungen hindeuten kann.

Die Polarisierbarkeit ist oberflächennah bis SL 520 nur gering und ab SL 520 stellenweise hoch. In größeren Tiefen ist wiederum eine vertikale Zonierung vorhanden, die auf Störungen hinweisen könnte. So wechseln sich von Westen nach Osten vertikale Bereiche niedrigerer Polarisierbarkeit (Profilanfang – 320, SL 550 – 725, SL 820 – Profilende) mit Bereiche hoher Polarisierbarkeit (SL 320 – 550 im Gebiet des Hegebachtals, SL 725 – 820) ab.

Eine Interpretation der Störungen aufgrund beider geoelektrischen Parameter ist in der Planbeilage 119000722-001-06 einzusehen. Hier dürfte es sich um die Fortsetzung der hier Nord-Süd streichenden dreiteiligen Lugauer-Verwerfung (Einfallen ca. 70 – 85°W) handeln.

## 6.7 Geoelektrikprofil ERT04/19

ERT04/19 ist ein Südwest-Nordost gerichtetes Profil, das die Ortschaft Gersdorf und das Tal des Hegebachs quert und über die Nordwest-Südost gerichtete Lugauer-Verwerfung verläuft. Es liegt ca. 300 m parallel und östlich vom Seismikprofil SP01/19. Die horizontale Profillänge beträgt ca. 685 m.

Die ermittelten spezifischen Widerstände schwanken zwischen 45 und 1975 Ohm m und zeigen über das gesamte Profil eine Abnahme mit der Tiefe. Oberflächennah treten überwiegend bis zu 40 m mächtige Bereiche mit Widerständen über 400 Ohm m auf, was auf kiesige Sedimente schließen lässt. Nur um SL 85 und SL 475 (im Bereich des Hegebachtals) werden diese von niederohmigen und damit tonigen bis schluffigen Sedimenten unterbrochen. Diese setzen sich im Osten unterhalb der unterschiedlich mächtigen hochohmigen Schicht fort. Eine vertikale Zonierung in größerer Tiefe ist hier aufgrund der überwiegend niederohmigen Widerstände schwerer durchzuführen, die niedrigsten Widerstände sind aber zwischen SL 225 – 590 vorhanden, was auf Störungen hindeuten kann.

Die Polarisierbarkeit ist oberflächennah stellenweise etwas erhöht. In größeren Tiefen ist wiederum eine vertikale Zonierung vorhanden, die auf Störungen hinweisen könnte. So wechseln sich von Westen nach Osten vertikale Bereiche niedrigerer Polarisierbarkeit (Profilanfang – 400, SL 620 – Profilende) mit einem Bereich etwas höherer Polarisierbarkeit (SL 400 – 620 im Gebiet des Hegebachtals) ab.

Eine Interpretation der Störungen aufgrund beider geoelektrischen Parameter ist in der Planbeilage 119000722-001-06 einzusehen. Hier dürfte es sich bei den drei hinteren Störungen um die Nordwest-Südost streichende dreiteilige Lugauer-Verwerfung (Einfallen ca. 80 – 85°W) handeln. Die vierte passt mit einer weiteren in den seismischen Profilen auftretenden Nordwest-Südost streichenden Störung zusammen.

## 6.8 Geoelektrikprofil ERT05/19

ERT05/19 stellt das südlichste Profil dar, das die Ortschaft Gersdorf und das Tal des Hegebachs quert und über die Nordwest-Südost verlaufende Lugauer-Verwerfung bzw. Carl-Schacht-Verwerfung verläuft. Die horizontale Profillänge beträgt ca. 1160 m.

Die ermittelten spezifischen Widerstände schwanken zwischen 40 und 425 Ohm m und zeigen über das gesamte Profil eine generelle Abnahme mit der Tiefe. Oberflächennah treten überwiegend Widerstände um die 100 Ohm m und darüber auf, die an beiden Profilen bis in größere Tiefen reichen und auf sandige Sedimente schließen lassen. Zwischen SL 590 – 700 im Bereich des Hegebachtals bildet sich eine vertikale Zone niedrigen Widerstandes ab, was auf tonige Sedimente schließen lässt. Eine vertikale Zonierung in größerer Tiefe ist hier aufgrund der überwiegend niederohmigen Widerstände schwerer durchzuführen, die niedrigsten Widerstände sind aber zwischen SL 490 – 720 vorhanden, was auf Störungen hindeuten kann.

Die Polarisierbarkeit ist auch hier oberflächennah stellenweise etwas erhöht. In größeren Tiefen ist wiederum eine vertikale Zonierung vorhanden, die auf Störungen hinweisen könnte. So wechseln sich von Westen nach Osten vertikale Bereiche hoher Polarisierbarkeit (Profilanfang – 100, SL 520 – 720 im Gebiet des Hegebachtals) mit Bereichen niedrigerer Polarisierbarkeit (SL 100 – 520, SL 720 – Profilende) ab.

Eine Interpretation der Störungen aufgrund beider geoelektrischen Parameter ist in der Planbeilage 119000722-001-06 einzusehen. Hier dürfte es sich bei den drei mittleren Störungen um die Nordwest-Südost streichende dreiteilige Lugauer-Verwerfung (Einfallen ca. 80 – 85°W) handeln. Die beiden anderen passen mit weiteren, in den seismischen Profilen auftretenden Nordwest-Südost streichenden Störungen zusammen.

## 6.9 Geoelektrikprofil ERT06/19

ERT06/19 ist ein Nordost-Südwest gerichtetes Profil entlang des Seismikprofils SP01/19 und liegt im vorderen Teil über der Plutoschacht-Verwerfung. Es beginnt bei SL 708 von SP01/19 und ist knapp 955 m lang.

Die ermittelten spezifischen Widerstände schwanken zwischen 20 und 560 Ohm m. Oberflächennah treten zwischen SL 708 – 820, 995 – 1060 und 1125 – 1400 geringmächtige Zonen von Widerständen um die 100 Ohm m und darüber auf, die auf sandige Sedimente schließen lassen. Dazwischen und darunter bildet sich Zonen niedrigen Widerstandes ab, die auf tonige Sedimente hinweisen und teilweise bis in große Tiefen reichen. Eine vertikale Zonierung in größerer Tiefe ist hier aufgrund der überwiegend niederohmigen Widerstände und deren unregelmäßigen Abbaus schwer durchzuführen. Auffallend ist eine Struktur mit höheren Widerständen, die zwischen SL 1110 – 1290 in über 80 m Tiefe auftritt.

Die Polarisierbarkeit ist auch hier oberflächennah stellenweise hoch. In größeren Tiefen ist eine vertikale Zonierung vorhanden, die auf Störungen hinweisen könnte. So wechseln sich von Norden nach Süden vertikale Bereiche niedriger Polarisierbarkeit (SL 708 – 840, SL 1205 – 1410) mit Bereichen höherer Polarisierbarkeit (SL 840 – 1205, SL 1410 – Profilende) ab.

Eine Interpretation der Störungen aufgrund aller geophysikalischer Parameter und der geologischen Information ist in der Planbeilage 119000722-001-02 einzusehen.

#### **6.10 Geoelektrikprofil ERT07/19**

ERT07/19 ist ein West-Ost gerichtetes Profil etwas nördlicher als das Seismikprofil SP02/19 gelegen. Es verläuft durch Wiesenflächen Richtung Gersdorf über die Plutoschacht-Verwerfung und endet ca. bei SL 1650 von SP02/19. Der Anfang von ERT07/19 wurde auf SL 810 von SP02/19 projiziert. ERT07/19 weist eine horizontale Profillänge von ca. 835 m auf.

Die ermittelten spezifischen Widerstände schwanken zwischen 15 und 335 Ohm m. Oberflächennah treten zwischen SL 810 – 1010 und 1345 – 1650 Zonen mit etwas höheren Widerstandswerten auf, die auf sandige Sedimente zurückzuführen sind. Dazwischen und darunter ist ein Widerstand um 40 Ohm m vorhanden, der auf tonige Sedimente schließen lässt. Eine vertikale Zonierung in größerer Tiefe ist nicht zu erkennen.

Die Polarisierbarkeit ist hier auch oberflächennah stellenweise etwas erhöht. In größeren Tiefen ist eine zweiteilige Zonierung vorhanden, die auf Störungen hinweisen könnte. So ist von SL 810 bis 1415 die Polarisierbarkeit niedrig und ab SL 1415 erhöht.

Eine Interpretation der Störungen aufgrund aller geophysikalischer Parameter und der geologischen Information ist in der Planbeilage 119000722-001-03 einzusehen.

#### **6.11 Geoelektrikprofil ERT08/19**

ERT08/19 ist ein Südwest-Nordost gerichtetes Profil entlang des Seismikprofils SP03/19 und geht durch die große Ackerflächen Richtung Gersdorf über die Plutoschacht-Verwerfung. Es beginnt bei SL 810 von SP03/19 und ist knapp 715 m lang.

Die ermittelten spezifischen Widerstände schwanken zwischen 25 und 365 Ohm m. Oberflächennah treten zwischen SL 1000 – 1345, 1255 – 1410 und 1565 – 1650 geringmächtige Zonen von Widerständen um die 100 Ohm m und darüber auf, die auf sandige Sedimente schließen lassen. Dazwischen und darunter bildet sich Zonen niedrigen Widerstandes ab, die auf tonige Sedimente hinweisen und bis in große Tiefen reichen. Eine vertikale Zonierung in größerer Tiefe ist hier aufgrund der überwiegend niederohmigen Widerstände und deren unregelmäßigen Abbaus schwer durchzuführen. Auffallend ist eine Struktur mit höheren Widerständen die zwischen SL 1250 – 1400 in über 60 m Tiefe auftritt.

Die Polarisierbarkeit zeigt oberflächennah hohe Werte und eine generelle Abnahme mit der Tiefe. Unterbrochen werden diese von niederohmigen Zonen bei SL 1150 – 1185 und 1395 – 1480.

Eine Interpretation der Störungen aufgrund aller geophysikalischer Parameter und der geologischen Information ist in der Planbeilage 119000722-001-04 einzusehen.

#### **6.12 Geoelektrikprofil ERT09/19**

ERT09/19 ist ein Nordost-Südwest gerichtetes Profil entlang des Seismikprofils SP04/19, beginnt am nördlichen Waldrand und endet in der Nähe der Badstraße Richtung Oelsnitz. Es beginnt bei SL 1060 von SP04/19 und ist ca. 1595 m lang.



Die ermittelten spezifischen Widerstände schwanken zwischen 25 und 210 Ohm m. Oberflächennah treten zwischen SL 1060 – 1285 und 1765 – 2050 geringmächtige Zonen von Widerständen um die 100 Ohm m und darüber auf, die auf sandige Sedimente schließen lassen. Dazwischen und darunter bildet sich Zonen niedrigen Widerstandes ab, die auf tonige Sedimente hinweisen und bis SL 2090 in große Tiefen reichen. In größeren Tiefen ist eine zweiteilige Zonierung vorhanden, die auf Störungen hinweisen könnte. So ist von SL 1060 bis 2090 der Widerstand niedrig und ab SL 2090 erhöht.

Die Polarisierbarkeit zeigt oberflächennah niedrige Werte und ab ca. 50 m Tiefe eine unregelmäßige Zunahme mit der Tiefe. Eine vertikale Zonierung ist bei diesem Profil nicht zu erkennen.

Eine Interpretation der Störungen aufgrund aller geophysikalischer Parameter und der geologischen Information ist in der Planbeilage 119000722-001-05 einzusehen.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

Pöry Austria GmbH wurde von der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge mit geophysikalischen Erkundungen zur Untersuchung der Störungssituation im Bereich der Ortslagen Oelsnitz und Gersdorf im Hegebachtal im März 2019 beauftragt.

Dieser Bericht präsentiert die Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen nach dem derzeitigen Kenntnisstand.

Insgesamt wurden vier seismische Profile mit einer Gesamtlänge von ca. 11 km Länge und acht geoelektrische Profile mit ca. 7,4 km Länge durchgeführt. Vier der geoelektrischen Profile (ERT06/19 bis ERT09/19) liegen über den seismischen.

**Refraktionsseismik:** Refraktionsseismisch konnten oberflächennah entlang der Profile drei Schichten ermittelt werden. Die oberste davon weist eine Geschwindigkeit von  $v_0 = 700$  m/s auf und besitzt Schichtmächtigkeiten bis 20 m. Hier handelt es sich um trockene und stark aufgelockerte Lockersedimente, die laut den Widerständen meist sandiger bis toniger Natur sind. Östlich der Lugauer-Verwerfung sind auch kiesige Sedimente möglich. Die zweite Schicht zeigt refraktionsseismische Geschwindigkeiten zwischen 1600 – 2450 m/s und die Schichtmächtigkeiten variieren zwischen 10 und 50 m. Die größten Mächtigkeiten und die niedrigsten Geschwindigkeiten treten überwiegend im Bereich von Anhöhen auf. Hier handelt es sich bei niedrigen Geschwindigkeiten um teilweise gesättigte, quartäre Sedimente bzw. bei hohen Geschwindigkeiten um aufgelockertes Gestein des Rotliegenden. In einer Tiefe zwischen 20 – 70 m konnte der Übergang zur dritten Schicht refraktions- und reflexionsseismisch nachgewiesen werden. Dort treten Geschwindigkeiten zwischen 2680 – 3200 m/s auf und weisen damit auf kompaktere Schichten des Rotliegenden hin. Die größten Tiefen sind östlich der Lugauer-Verwerfung und im Bereich der Anhöhen vorhanden, die geringsten im Bereich des Hegebachtals. Der Verlauf dieser Grenze könnte auf bis zur Oberfläche reichende Störungen hindeuten. Die refraktionstomografische Auswertung gibt im Wesentlichen die refraktionsseismische Analyse wieder, reicht aber aufgrund der Methodik viel tiefer. Auch hier könnte der Verlauf von Isolinien Hinweise auf Störungen geben.

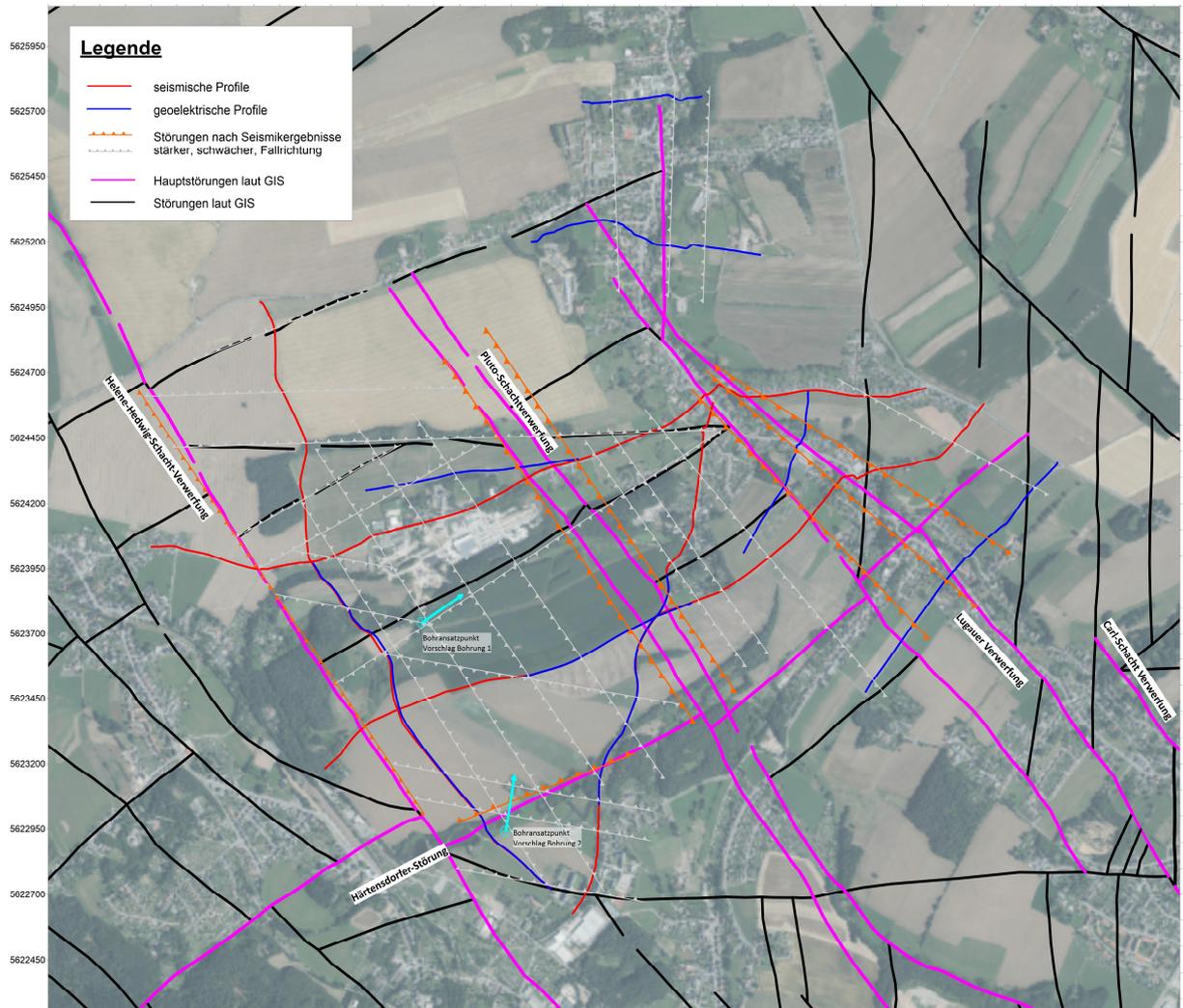
**Geoelektrik:** Die geoelektrischen Ergebnisse zeigen entlang den Profilen sowohl kiesige, sandige und als auch tonige Bereiche an. Kiesige Sedimente werden hauptsächlich östlich der Lugauer-Verwerfung angetroffen, tonige im Bereich des Hegebachtals und westlich davon. Hingegen sind überwiegend sandige Sedimente entlang des Profils ERT09/19 und ERT05/19 vorhanden. Aufgrund der lateralen Widerstandsverteilung können stellenweise die Lage von Störungen, die bis zur Oberfläche reichen, eingegrenzt werden. Auch die Polarisierbarkeit zeigt an den Profilen laterale und vertikale Unterschiede. Bei der Polarisierbarkeit sollten feinkörnigere bzw. mit Wasser angereicherte Sedimente höhere Werte besitzen. Teilweise sind laterale Unterschiede, die auf Störungen hindeuten, sogar besser in der Polarisierbarkeit, wie z.B.: bei den Profilen ERT04/19 und ERT05/19 im Bereich des Hegebachtals, zu erkennen.

**Reflexionsseismik:** Mit der reflexionsseismischen Auswertetechnik konnte eine Vielzahl von Strukturen bestimmt und grafisch dargestellt werden. Die Interpretation

des Top von der Planitz-Formation (orange), von der Härtensdorfer-Formation (magenta) und des Oberkarbons (braun), sowie die Grenze zum Phyllit (grün) wurde farblich gekennzeichnet. Diese Grenzen entstanden durch das Zusammenspiel aller vorhandenen Informationen, der reflexionseismischen Ergebnisse, der geologischen Informationen der Schächte /9/ und der Bohrungen /3/, und dem vorhanden 3D-Modell dieser Grenzen /4/. Wegen der großen strukturellen Ähnlichkeit mit der Reflexionsseismik folgen diese im Wesentlichen der sehr geglätteten Version dieser Schichten aus dem 3D-Modell /4/, nur viel detaillierter. Alle Grenzen befinden sich im Nordwesten und Westen in tieferen Lagen (TPF ca. 500 – 550 m Tiefe, THF ca. 550 – 600 m Tiefe, TOK ca. 750 – 800 m Tiefe, PYL ca. 850 – 900 m Tiefe), liegen ab SL 1400 des Profils SP02/19 in etwas höheren Lagen (TPF ca. 350 – 450 m Tiefe, THF ca. 450 – 500 m Tiefe, TOK ca. 600 – 650 m Tiefe, PYL ca. 700 – 800 m Tiefe), und bilden zwischen SP02/19 (SL 300 – 600) und SP01/19 (SL 700 – 1150) eine gemeinsame Erhebung (TPF ca. 300 – 350 m Tiefe, THF ca. 350 – 400 m Tiefe, TOK ca. 500 – 550 m Tiefe, PYL ca. 600 – 650 m Tiefe). Hingegen sind zwischen SP01/19 (SL 1400 – 1700) und SP04/19 (SL 1500 – 2100), und zwischen SP02/19 (SL 1800 – 2200) und SP01/19 (vom Anfang an bis SL 500) jeweils eine gemeinsame West-Ost streichende Mulde vorhanden, die hauptsächlich in den beiden unteren Horizonten zu erkennen ist (TOK ca. 650 – 700 m Tiefe, PYL ca. 750 – 800 m Tiefe). In der Mitte des Messgebiets ist im Bereich der Plutoschacht-Verwerfung die prägendste stufenförmige Anhebung der Horizonte zu erkennen. Ähnliche, nicht so ausgeprägte Sprünge in höhere Lagen sind am Ende der Profile SP02/19 und SP03/19 im Bereich der Lugauer-Verwerfung und am Ende der Profile SP01/19 und SP04/19 im Bereich der Härtensdorfer-Störung vorhanden. Aufgrund aller geophysikalischen, geologischen und bergmännischen Daten wurde eine Störungsinterpretation hinzugefügt. Diese zeigt eine große Anzahl von Störungen, die großteils in Nordwest-Südost streichen, wobei bei diesen die Plutoschacht-Verwerfung, die aus zwei Einzelstörungen besteht, an den Profilen SP01/19, SP02/19 und SP03/19 die größte Sprungweite aufweist. Hingegen scheint die Lugauer-Verwerfung bzw. die Härtensdorfer-Störung, die Südwest-Nordost streicht, eine geringere Ausprägung zu besitzen. Die zwischen den Hauptstörungen interpretierten, weniger signifikanten Störungen, die einen Fallwinkel zwischen 60 – 85° beschreiben, zeigen teilweise unterschiedliche Fallrichtungen an.

**Störungsinterpretation:** Mit allen aus den Profilen interpretierten Störungen wurde danach eine tektonische Störungskarte an der Oberfläche generiert (siehe Planbeilage 119000722-001-01). Die Verbindungen von den Störungen an der Oberfläche wurde einerseits durch die Ähnlichkeit der Reflexionsbilder paralleler Profile und andererseits durch die Form der Grenze zum Phyllit festgelegt. Trotzdem sind manche Verbindungen und deren Richtungen nicht eindeutig bestimmt bzw. feststellbar. Generell gibt es drei Hauptrichtungen, die Nordwest-Südost streichenden Störungen wie die Helene-Hedwig-Schacht-Verwerfung, die zweiteilige Plutoschacht-Verwerfung und die dreiteilige Lugauer-Verwerfung. Senkrecht dazu gibt es die Südwest-Nordost streichenden Störungen, wie die Härtensdorfer-Störung, und mit 45° dazu streichende Störungen in Richtung West-Ost, die vorwiegend im südlichen und nördlichen Teil des Messgebiets auftreten dürften. Die Nord-Süd streichenden Störungen des Nordteils der Lugauer-Verwerfung ist noch eine Spezialfall. Der Vergleich mit der Störungskarte (**Abbildung 4**) aus /4/ zeigt für die Hauptstörungen

einen ähnlichen Verlauf. Die Helene-Hedwig-Schacht-Verwerfung, die Härtensdorfer-Störung und der westliche Teil der Lugauer-Verwerfung sind fast an derselben Stelle, die Plutoschacht-Verwerfung hingegen zeigt sich in der Neuinterpretation an der Oberfläche etwas breiter. Die nicht so ausgeprägten Störungen sind teilweise deckungsgleich, es kamen aber auch noch weitere Störungen dazu.



**Abbildung 4: Vergleich der interpretierten Störungen mit den Störungskartierung aus [4]**

**Wassergehalt:** Hinweise zur Wasserführung und Wasserwegsamkeiten im oberflächennahen Bereich sind am besten durch die Polarisierbarkeit gegeben. Eine erhöhte Polarisierbarkeit könnte auf Wasser zurückzuführen sein. Es ist aber auch möglich, dass das Material einen stärkeren Tongehalt aufweist und damit stärker zerrieben ist, was wiederum durch einen höheren Porenraum Platz für Wasser bietet. Solche vertikale Strukturen sind im Bereich des Hegebachtals und damit entlang der Lugauer-Verwerfung, aber auch im Bereich der Plutoschacht-Verwerfung und anderen nicht so signifikanten Störungen zu erkennen. In diesen Bereichen treten auch in der zweiten refractionseismischen Schicht meist niedrige Geschwindigkeiten auf, die auf stärker aufgelockertes Gestein hinweisen. Die Geschwindigkeiten des zweiten Refraktors und die refractionstomografischen Ergebnisse zeigen aber, dass ab 50 m

Tiefe das Rotliegende als kompakt angesehen werden kann und damit eine breite Schwächezone aus seismischer Sicht nicht tiefer gehen sollte. Daher ist eine tiefer greifende Wasserwegigkeit eher nur entlang der Störungsbahnen zu erwarten, wenn diese nicht verkittet wurden.

**Flutungsverhalten:** Das unterschiedliche Flutungsverhalten (/1/ und /7/) in den zwei Tiefbohrungen, das einen geringeren Wasserspiegel in der südlich gelegenen Bohrung zeigt, könnte an der Mulde und der Erhebung der Schichten am Ende der Profile SP01/19 und SP04/19 liegen, wobei zweiteres als Barriere wirken könnte.

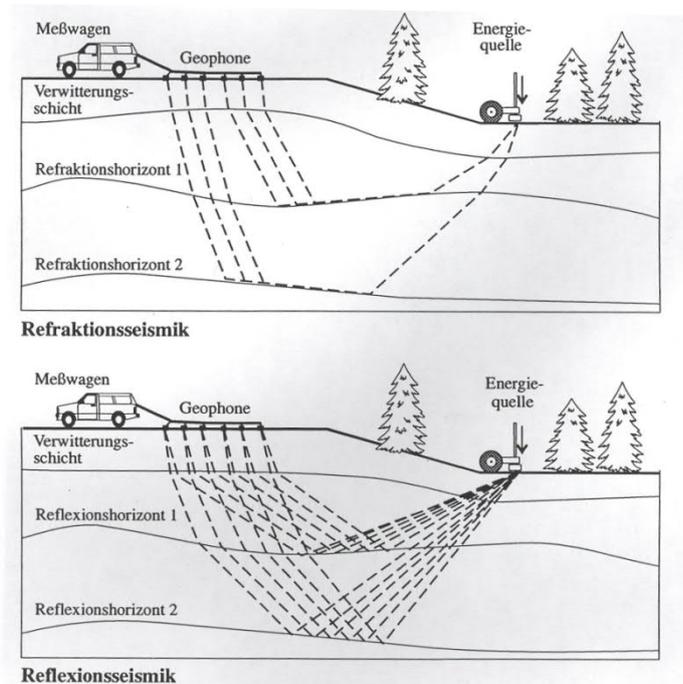
**Bohrlochansatzpunkte:** Die hier vorgeschlagenen Bohrlochansatzpunkte und deren Neigungen richten sich nach folgenden Kriterien. Einerseits sollte geklärt werden, ob die Lage der interpretierten Störungen richtig ist und ob die Störbahnen offen und wasserführend oder verkittet sind. Hierfür sollten die Bohrungen möglichst senkrecht auf die Störungen treffen und sollten daher bevorzugt eher geneigt auszuführen sein. Andererseits ist zu klären, warum ein unterschiedliches Flutungsverhalten in den Tiefbohrungen besteht. Möglicherweise ist die Mulde und die Erhebung am Ende der Profile SP01/19 und SP04/19 für dieses Verhalten ausschlaggebend. Deshalb wurden zwei Bohransatzpunkte ausgewählt:

- Der erste liegt in der Nähe des Schnittpunktes von SP02/19 und SP04/19. Die Empfehlung für die Bohrung wäre diese mit ca. 60° bis 65° Neigung, Richtung Nordosten mit einem Azimuth von ca. 35° und einer Gesamtlänge von ca. 950m (bis zum Phyllit) durch die Plutoschacht-Verwerfung abzuteufen.
- Der zweite Ansatzpunkt liegt im Süden am Ende der Profile SP01/19 und SP04/19. Auch hier wäre eine Schrägbohrung zu empfehlen, die mit ca. 60° bis 65° Neigung, ca. in Richtung Norden mit einem Azimuth von 10° und wiederum mit einer Gesamtlänge von ca. 950 m (bis zum Phyllit) durch die Härtensdorfer-Störung geht.

Die Ansatzpunkte und die Richtungen sind in der Planbeilage 119000722-001-01 zu sehen, die ungefähre Lage und Neigungen der Bohrungen wurde in den nahe liegenden Profilen eingezeichnet.

## ANHANG A GRUNDLAGEN DER SEISMISCHEN VERFAHREN

Durch mechanische Anregung (Kleinsprengungen oder pneumatische Impulsquelle) an der Erdoberfläche werden elastische Wellen erzeugt. Diese breiten sich im Untergrund nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten aus und werden an der Oberfläche mittels Schwingungsaufnehmern (Geophone), welche entlang linearer Profile (2-D Seismik) angeordnet sind, registriert.



**Abbildung 5: Methodische Prinzipien der Seismik**

In Abhängigkeit von registriertem bzw. ausgewertetem Strahlentyp unterscheidet man zwei Teildisziplinen der Seismik:

- die Refraktionsseismik, die gebrochene Strahlen benutzt, und
- die Reflexionsseismik, die reflektierte Strahlen verwertet.

Unter Hybridseismik versteht man die kombinierte Anwendung von refraktionsseismischem und reflexionsseismischem Verfahren.

Das vertikale Auflösungsvermögen seismischer Messungen hängt von Wellenfrequenz, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Geophon- und Schusspunktständen ab. So ist die Refraktionsseismik trotz großer Auslagelängen in der Erkundungstiefe beschränkt. Die Erkundungstiefe der Reflexionsseismik hingegen ist nach oben begrenzt. Die Refraktionstomografie ermöglicht, die Informationslücke der Reflexionsseismik zur Oberfläche zu schließen.

### Hochauflösende Refraktionsseismik

Die Refraktionsseismik macht sich die Brechung von Wellen an geologischen Grenzflächen, an denen sich die mechanischen Eigenschaften des Untergrundes ändern, zunutze.

Bei Zunahme der seismischen Geschwindigkeit ( $V_p$ ) in der unteren Schicht ( $V_2$ ) gegenüber der oberen ( $V_1$ ) erfolgt eine Brechung der Welle vom Lot. Im Grenzfall der kritischen Brechung läuft die Welle mit der Geschwindigkeit  $V_2$  an der Grenzfläche entlang und erzeugt nach dem Huygen'schen Prinzip eine geführte (Mintrop-) Welle, die unter dem Winkel der Totalreflexion in einer von den Geschwindigkeiten  $V_1$  und  $V_2$  und der Tiefe der Grenzfläche abhängigen Entfernung vom Anregungspunkt an die Oberfläche auftaucht und deren Geschwindigkeit dort gemessen werden kann.

Aus der Laufzeit der Wellen zu den einzelnen Geophonen, der Aufstellungsgeometrie und der Wellengeschwindigkeit kann die Tiefe von Schichtgrenzen, den so genannten Refraktoren berechnet werden.

Die Refraktionsseismik gibt somit Aufschluss über die Tiefenlage von Refraktoren (seismische bzw. physikalische Grenzflächen) und den Verlauf der seismischen Wellengeschwindigkeiten ( $V_p$ ) entlang von Schichtgrenzen.

Folgende methodische Grundlagen der Refraktionsseismik sind immer zu beachten:

- Es können nur Horizonte erfasst werden, deren seismische Geschwindigkeit über jener aller hangenden Schichten liegt. Diese Horizonte werden als Refraktoren bezeichnet.
- Das laterale und vertikale Auflösungsvermögen ist abhängig von der Hauptfrequenz und der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, der Bandbreite des Signals sowie der Erkundungstiefe. Dabei wird die laterale Auflösung bestimmt von der Größe der Fresnel'schen Zone und dem Abstand der Untergrundabtastung (CMP-Abstand).
- Die erkennbare Mindestmächtigkeit einer refraktierenden Schicht wird durch die Mächtigkeit derselben und die Wellenlänge der erzeugten seismischen Wellen bestimmt (vertikales Auflösungsvermögen ca.  $1/3$  bis  $1/4$  der Wellenlänge).
- Der horizontale Aussagebereich hängt von der Möglichkeit ab, Fernschüsse außerhalb der Geophonauslage abtun zu können.
- In Profilrichtung kann das Einfallen von Schichtgrenzen bis zu einem Winkel, der dem kritischen Brechungswinkel zwischen Hangendem und Liegendem entspricht, verfolgt werden. Steil eingeschnittene Rinnen sind deshalb nur in Ihrem Ansatz zu erkennen und auch nur bei entsprechender Weite.
- Die refraktionsseismisch ermittelten Tiefen liefern den kürzesten Abstand zur Grenzfläche, der sich bei quer zur Profilrichtung geneigten Grenzflächen erheblich vom lotrechten Abstand unterscheiden kann. Sie sind daher in einem Querprofil als Halbkreise abzuschlagen.

### **Refraktionstomographie**

Bei kontinuierlicher Zunahme der Geschwindigkeit mit der Tiefe (vertikaler Geschwindigkeitsgradient) wird die Methode der Tauchwellentomografie verwendet. Dabei handelt es sich um ein iteratives Verfahren, das ein vorher zu erstellendes Startmodell für den Aufbau des Untergrundes schrittweise verbessert.

Das Ergebnis dieser Auswertung ist die 2-dimensionale Verteilung der Ausbreitungsgeschwindigkeit im Untergrund.

### **Reflexionsseismik**

Die Reflexionsseismik nutzt die Reflexion von Wellen an geologischen Grenzflächen, an denen sich die physikalischen Eigenschaften (Dichte oder/und Ausbreitungsgeschwindigkeit) des Untergrundes ändern. Die Reflexionsseismik selbst liefert nur eingeschränkte Möglichkeiten zur direkten Bestimmung seismischer Geschwindigkeiten.

Die folgenden methodischen Grundlagen der Reflexionsseismik sind zu beachten:

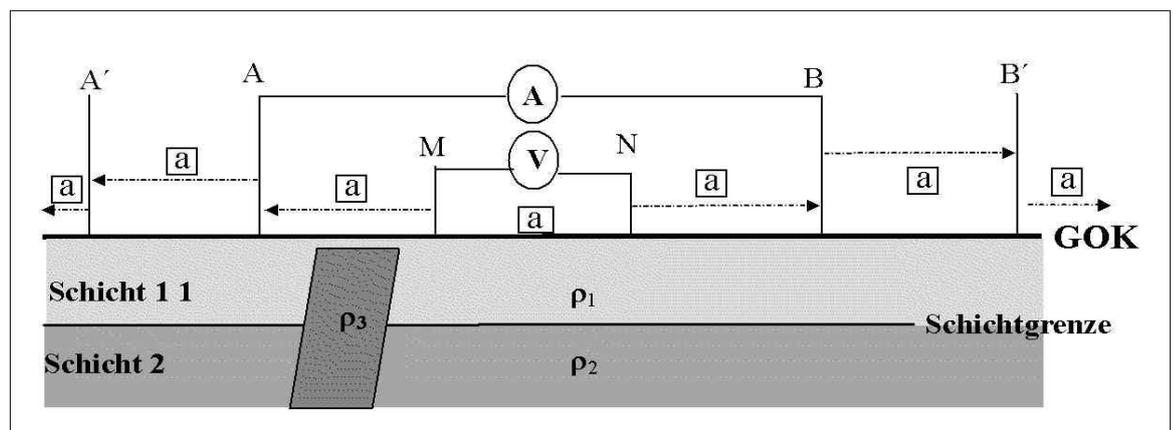
- Die Mindestmächtigkeit einer reflektierenden Schicht, die reflexionsseismisch aufgelöst werden kann, wird durch die Wellenlänge des seismischen Signals bestimmt.
- Reflexionen sind später eintreffende Ereignisse und werden durch die vorlaufenden Refraktionen sowie durch Oberflächenwellen oder den Luftschall überlagert. Zur Verstärkung der Nutzsignale gegenüber statistisch verteilter Unruhe ist eine vertikale Stapelung mehrerer Einzelanregungen notwendig. Zur Ausblendung der Störwellen erfolgt eine so genannte CMP-Stapelung, bei der alle Informationen, die zu einem gemeinsamen Untergrundelement gehören, gestapelt werden. Diese damit erreichte Überdeckung bestimmt wesentlich die Erkennbarkeit von Reflexionen.
- Der horizontale und vertikale Aussagebereich hängt von der erzielbaren CMP-Überdeckung ab.

## ANHANG B GRUNDLAGEN DER GEOELEKTRISCHEN VERFAHREN

Die Widerstandsmessung beruht auf der Ermittlung des spezifischen Bodenwiderstandes. Aufgrund der in Wasser gelösten Ionen ist der Erdboden mit einem elektrolytischen Leiter zu vergleichen. Die Leitfähigkeit, beziehungsweise der spezifische Widerstand eines Bodens hängt in komplexer Form vom Porenvolumen, dem Wassergehalt, der Menge der im Bodenwasser gelösten Ionen und von weiteren Faktoren ab. Unterschiedliche Materialien zeigen verschiedene spezifische Widerstände. Lehme oder Tone weisen niedrigere Widerstände als Humus, Sande, Schotter oder gar Fels auf.

Bei den verschiedenen Verfahren der Gleichstromgeoelektrik wird dem Untergrund über zwei Metallsonden, den Elektroden A und B, zwischen denen sich eine Gleichstromquelle befindet, ein Strom  $I(A)$  zugeführt. Der Stromkreis wird durch den mehr oder weniger gut leitenden Untergrund geschlossen. In diesem bildet sich ein Potentialfeld aus, das außer von der Position der Elektroden und der Form der Erdoberfläche wesentlich von der Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Untergrund bestimmt wird. Aus Messungen des Potentialunterschiedes (gleich der elektrischen Spannung  $U$ ) zweier Sonden M und N an der Erdoberfläche sind dann umgekehrt Aufschlüsse über die Verteilung leitfähiger Strukturen im Untergrund und deren spezifischer elektrischer Widerstand zu erwarten.

Je nach der Fragestellung werden in der Praxis verschiedene Konfigurationen der Stromelektroden und der Spannungssonden verwendet. Im Falle der Erfassung von lateralen Veränderungen im Untergrund (Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes) können die Potentialdifferenzen an verschiedenen Punkten bei festen Abständen zwischen den Elektroden und Sonden gemessen und das Ergebnis Profil- oder flächenmäßig dargestellt werden. Durch die Möglichkeit von unterschiedlicher Positionierung von Strom- und Potentialelektroden können verschiedene Kartierungsanordnungen simuliert werden. Die meist eingesetzten Kartierungsmethoden sind „Wenner“ (siehe **Abbildung 6**) und „Dipol-Dipol“ Anordnung, doch es gibt auch noch „Schlumberger“ und „Gradientmessung“.



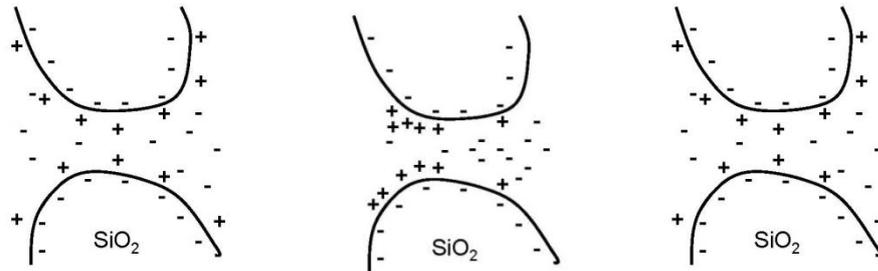
**Abbildung 6: Geoelektrische Profilierung mit „Wenner“ Anordnung**

Zur Kartierung der spezifischen Bodenwiderstände werden zwei Elektroden in den Boden eingebracht, über die ein elektrisches Feld aufgebaut wird. Ein scheinbarer Bodenwiderstand wird über die Messung einer Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden in einem Raster unter Berücksichtigung der Messgeometrie ermittelt.

Dieser Widerstand wird "scheinbar" genannt, da er die Wirkung der einzelnen Schichten mit verschiedenen spezifischen Widerständen gleichsam aufintegriert.

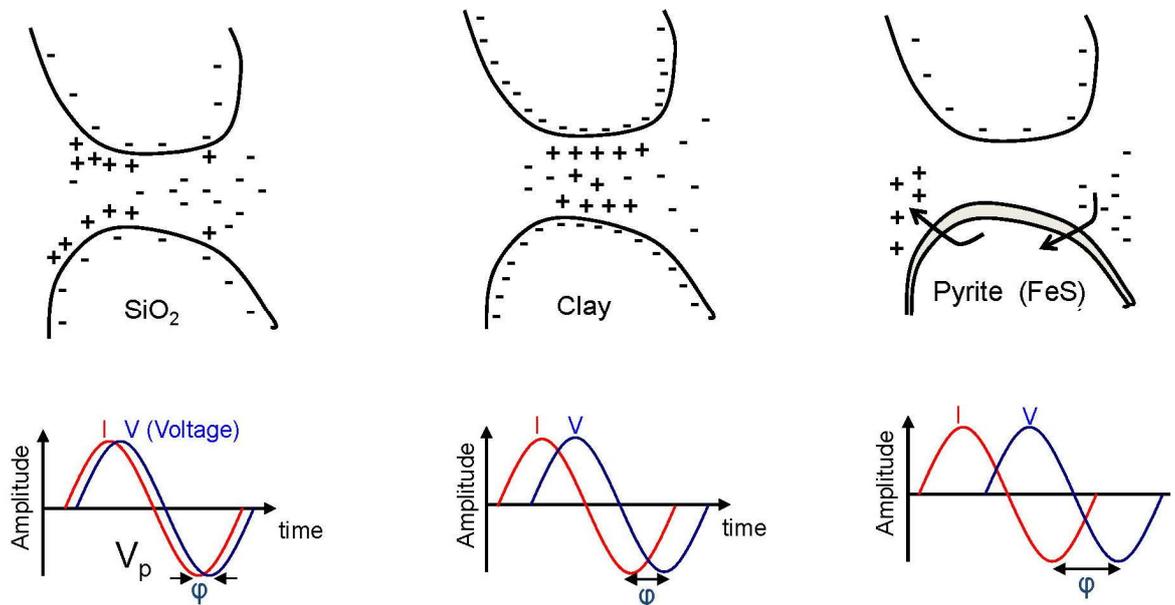
Die neuen Messsysteme mit „Multi-Elektroden“ sind heute technisch rasch und einfach für mehrere Tiefenebenen einsetzbar, wodurch ein zweidimensionales Bild des Untergrundes ermittelt werden kann.

Mit den neuen Messsystemen ist auch die Messung der induzierten Polarisation möglich. Dieser elektrische Effekt wird ausgelöst durch die Einspeisung des elektrischen Stromes in den Untergrund und tritt nach Abschaltung des Stromes auf.



**Abbildung 7: Anordnung der Ionen vor (links), während (mitte) und nach der elektrischen Einspeisung (rechts)**

Die Ionen werden im Untergrund durch das elektrische Feld umgruppiert (polarisiert) und nach Abschaltung des Stromes wird durch Stromfluss die ursprüngliche Verteilung der Ionen wiederhergestellt (**Abbildung 7**). Dieser Stromfluss wird durch die Messung der Abklingkurve an den Spannungselektroden bestimmt. Die Messgröße für die Polarisierbarkeit ist die Verzögerung (Phasenverschiebung)  $\phi$  mit dem dieser Stromfluss stattfindet und damit der Spannungsabfall.



**Abbildung 8: Anordnung der Ionen und Phasenverschiebung  $\phi$  für Sand (links), Ton (mitte) und Pyrit (rechts)**

Unterschiedliche Gesteine bzw. Sedimente haben unterschiedliche Polarisierbarkeit und sind damit unterscheidbar (**Abbildung 8**). Am höchsten polarisierbar sind Tone, wassergesättigte Sedimente und Gesteine mit metallischen Anteilen und am niedrigsten trockene Sand und Kiese. Störend wirken z.B.: Stromleitungen.