

## Leistungsbild Hohlraumortung (Altbergbau, Karst, Gräfte u. a.)

Nachfolgende Darstellungen sind Hinweise und Informationen für die Planung und Auswahl geophysikalischer Untersuchungen des BDG- Ausschusses „Geophysikalische Mess- und Beratungsfirmen“. Zur **Angebotserarbeitung** sollte in jedem Fall eine Fachfirma einbezogen werden, um die objektspezifischen Randbedingungen gemeinsam zu beraten und die optimale Messmethodik fest zu legen.

### 1. Zielstellung

Erfassung von Hohlräumen ist abhängig von der Hohlraumgröße und möglichen Füllmaterialien (Luft, Wasser, Lockermaterial etc.)

Anwendungsgebiete: Karst, Stollen, Gewölbe, Mauerwerk

A Hohlraumortung bis 5.0 m Tiefe

B Hohlraumortung ab 5.0 m Tiefe

C Füllmaterial

### 2. Untersuchungsmethodik

Zur strukturellen Erkundung können geophysikalische Messungen linienhaft bzw. flächenhaft gemäß der gewünschten Aufgabenstellung untersucht werden. Der Erkundungsaufwand richtet sich nach der Größe und Lage gesuchter Hohlräume.

- Kalibrierung der geophysikalischen Messwerte über Ergebnisse an geologischen und/ oder geotechnischen Aufschlüssen zur Erhöhung der Aussagegenauigkeiten und zu Lage und Material erforderlich

### 3. Ergebnisse:

- Abgrenzung von Anomaliezonen (Materialübergänge, Änderungen des Hohlraumumfeldes)
- Interpretierte Anomalienkarte detektierter Hohlräume bzw. von Gefährdungsbereichen

### 4. Geophysikalische Messverfahren

Die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Verfahren und Verfahrenskombinationen (Messprogramme) stellen Vorschläge im Sinne von Handlungsempfehlungen dar und sind gegenüber jeglicher Modifikation offen. Im konkreten Fall empfiehlt sich die Festlegung des aufgabenstellungsadäquaten Messprogramms im direkten Kontakt mit der geophysikalischen Fachfirma. Das gilt auch für Auswertung und Interpretation der jeweiligen Mess- und Testergebnisse.

#### Verfahren

Zielstellung	Verfahren	Ortung <sup>1</sup>		
		A	B	C
Hohlraumortung	Geoelektrik	o	o	x
	Georadar	o	o	x
	Mikro-Gravimetrie	o	o	x
	Seismik	o	o	x
Hohlraumanalyse -Füllmaterial	Bohrsondierungen	-	-	o
Kalibrierung	Bohrsondierungen	o	o	o
	Bodenanalysen	o	o	o

<sup>1</sup> o : Verfahren geeignet

x: Verfahren bedingt geeignet, Randbedingungen sind im Vorfeld zu klären

Empfehlenswert!

- Kalibrierung der Messdaten anhand von Baugruben bzw. geologischen Aufschlüssen

- Geodätische Aufnahme der Messraster und –profile sowie Geländebesonderheiten

## 5. Hinweise zur Verfahrensauswahl und Messgeometrie

### 5.1 Geoelektrik

*Besonderheiten des Verfahrens:*

- Hohlraum muss Kontrast im spezifischen Widerstand aufweisen
- Metallische Leitungen, Zäune, Spundwände etc. beeinflussen Messergebnisse
- Stadtgebiete verursachen Hintergrundrauschen (Strömungen etc.)
- Aussagetiefen abhängig von Bodenmaterial ( $\pm 15\%$ )

*Darstellung* linienhafte Messungen:

- Pseudosektionen/ Widerstands-Tiefenmodell/Indikationen

flächenhafte Messungen:

- Isohmenkarte für unterschiedliche Eindringtiefen oder 3D-Modell und Tiefenscheiben

### 5.2 Georadar

*Besonderheiten des Verfahrens:*

- Ortung in Lage und Tiefe von Hohlraumanomalien
- Schnelle und genaue Untersuchungsmethodik
- Eingeschränkte Nutzbarkeit des Verfahren bei stark bindigen Böden
- Messung von linienhaften Rasterprofilen oder parallelen Einzelprofilen
- Aussagetiefen abhängig von Dielektrischen Eigenschaften des Bodens
- 2-D / 3-D oberflächen-Messungen oder  
2-D / 3-D Bohrloch-Radar möglich

*flächenhafte Messung:* kontinuierliche Aufnahme von Linienprofilen im Raster

*linienhafte Messung:* kontinuierliche Aufnahme von parallelen Einzelprofilen

*Messfrequenzen:* Kombination von verschiedenen Messfrequenzen empfohlen-

*Darstellung:* Radargramme mit Anomalienzuordnung + Anomalienkarte

Fehlertoleranzen der Tiefenlage 15%

Bei Eignung der Datensätze flächenhafte Darstellung von lateralen  
Tiefenschnitten

### 5.3 Mikro-Gravimetrie

*Besonderheiten des Verfahrens:*

- Dichtekontrast zum umgebenden Material muss gegeben sein
- Erfordert sehr genaue Einmessung der Messpunkt-Höhe
- Erfordert Korrekturen von Topographie, Gezeitenwirkung, Instrumentengang
- Erschütterungen im Umfeld sollten vermieden werden (Z. Bsp. Stadtgebiet, Autoverkehr)

*linienhafte Messung:* hochauflösend

*flächenhafte Messung:* Raster mit äquidistanten Messpunktabständen ist anzustreben

*Darstellung:*

- Raster und Karten der Freiluft-Anomalien und Bouguer - Anomalien
- Profile oder Karten von Rest-Anomalien oder regionalen Anomalien
- Interpretation und Modell der Dichteverteilung.

### 5.4 Seismik

*Besonderheiten der Verfahren:*

- Entscheidungskriterium Hohlraumauflösung
  - o Refraktionseismik / Tomographie
  - o S-Wellen
  - o VSP (Vertical Seismic Profiling)
- Quelle Hammer, S-Wellenquelle, Vibrator (P- und S-Welle)
- Querprofile bzw. Bohrlochprofile mit tomographischer Auswertung

*Darstellung:* Schichtmodell, Anomalienkarte

## 6. Ergänzende Untersuchungen

### *Besonderheiten der Verfahren:*

- Ergänzende Verfahren zur direkten Bodenansprache und zur Kalibrierung geophysikalischer Messergebnisse
- Erhöhung der Aussagegenauigkeit zur Tiefenlage
- Kalibrierpunkte werden nach einer Erstausswertung der geophysikalischen Messungen bestimmt
- Immer nur Punktergebnisse

*Sondierabstand:* mind. 100 m je nach Gegebenheiten laut DIN19712 oder nach Auffälligkeiten in der Änderung der Bodenmaterialien

*Aufschlusstiefe:* 5 m bis 10 m, abhängig von Erkundungstiefe

*Probenahme:* Probenahme bei Schichtwechsel und in max. 1 m Abstand in gleichem Bodenmaterial

*Darstellung:* Schichtenverzeichnis, Schichtenprofil

## 7. Messbeispiele zur Hohlraumortung

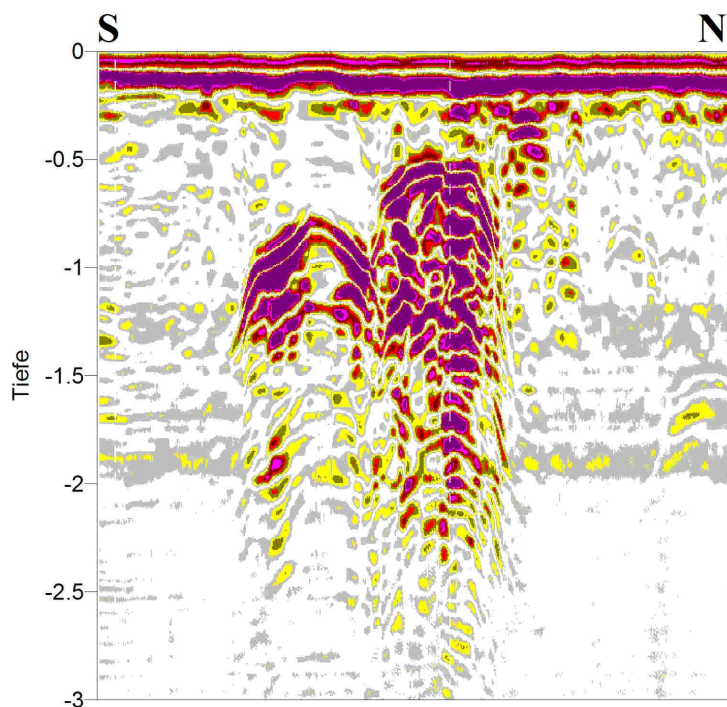
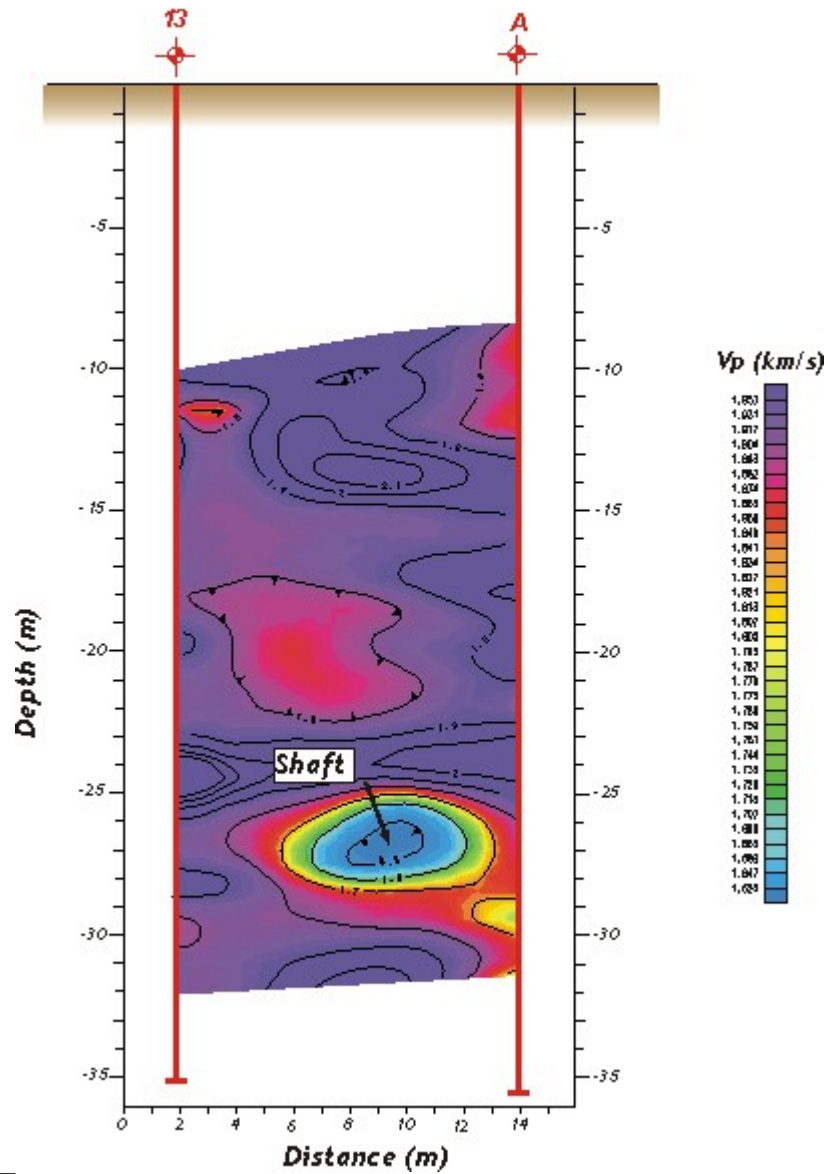


Abb. 1: Ortung von 2 Gräften mit Georadar, 500 MHz-Antenne



**Bild 2: Ortung eines Hohlrums mit seismischer Tomographie zwischen 2 Bohrungen**