

## ***Gemeinde Rudersberg, Rems-Murr-Kreis***

### ***Baugebiet "Tannbachstraße Ost"***

### ***Geophysikalische Vorerkundung nach Karsterscheinungen***

### ***Widerstandskartierung durch Elektromagnetik***

### ***Messbericht***

Untersuchungsdatum: 25.05.2016

Berichtsdatum: 07.06.2016

---

Auftraggeber: Gemeinde Rudersberg

betreuendes Büro: -

---

GGU-Projekt Nr.: 16-141-BO

Bearbeitung: Dipl.-Geophys. Dr. M. Bock



## Inhalt:

|    |                   |   |
|----|-------------------|---|
| 1. | Allgemeines       | 3   |
| 2. | Das Messverfahren | 3   |
| 3. | Die Untersuchung  | 5   |
| 4. | Ergebnisse        | 7   |
| 5. | Abbildungen       |   |
|    | WK-E              | Ergebnisse der elektromagnetischen Widerstandskartierung,<br>Maßstab 1:1000 |
| 6. | Anlagen           |   |
|    |                   | GGU-Informationsblätter "Die Frequenzbereichs-Elektromagnetik"              |

## 1. Allgemeines

Messort, Datum: Baugebiet "Tannbachstraße Ost", Gemarkung Steinenberg, Gemeinde Rudersberg, Messwertaufnahme am 25.05.2016.

Auftraggeber: Gemeinde Rudersberg.

Ziel: Flächige elektromagnetische Widerstandskartierung zur Vorerkundung des künftigen Baugebietes im Hinblick auf Karsterscheinungen.

## 2. Das Messverfahren

Messverfahren: **Elektromagnetische Widerstandskartierung**

Verfahrensbeschreibung: Das verwendete aktive elektromagnetische Zweispulen-System arbeitet im Frequenzbereich. Von der Sendespule wird ein primäres Magnetfeld erzeugt, wodurch im Untergrund Wirbelströme induziert werden. Diese wiederum erzeugen ein sekundäres Magnetfeld. In der Empfangspule wird sowohl durch das primäre wie auch durch das sekundäre Magnetfeld ein Strom induziert. Dieser wird gemessen. Auf elektronischem Wege wird der Anteil des primären Magnetfeldes eliminiert, sodass der Einfluss des interessierenden sekundären Magnetfeldes übrig bleibt. Der induzierte Stromanteil durch das sekundäre Magnetfeld ist im Messbereich der elektrischen Bodenleitfähigkeit direkt proportional. Das sekundäre Magnetfeld ist stark bei hoher Bodenleitfähigkeit und schwach bei niedriger Leitfähigkeit.

Bei der Widerstands- oder Leitfähigkeitskartierung wird die gewünschte Eindringtiefe ausgewählt und die Messwerte mit konstantem Abstand der Spulen vom Untergrund aufgenommen. Das Untersuchungsgebiet wird entlang von Profillinien in einem vorgegebenen Messpunktabstand abgetastet. Die dabei aufgenommenen Messwerte werden als Werte der scheinbaren spezifischen elektrischen Leitfähigkeit (oder Kehrwert: scheinbarer spezifischer elektrischer Widerstand) grafisch (z.B. Isolinienbild) dargestellt.

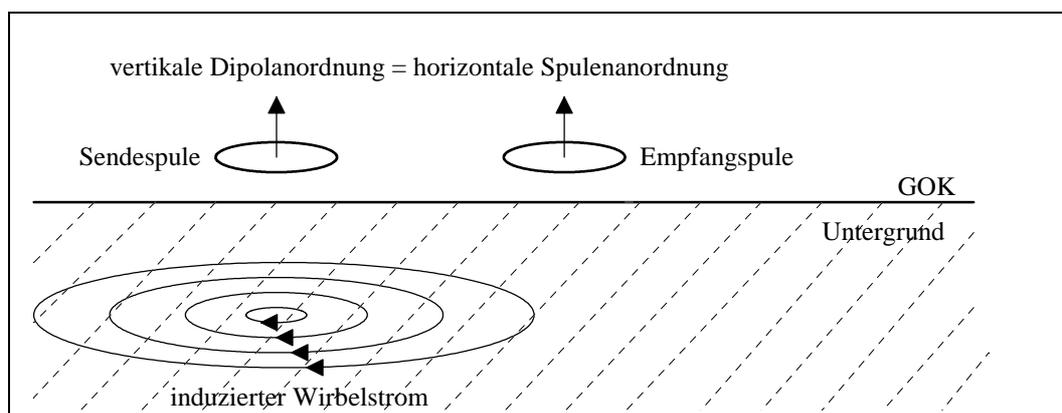


Abb. 1: Funktionsprinzip Elektromagnetik

Tiefenangaben: Die Eindringtiefeangabe (Tiefenbereich) besagt, dass die Wirkung des Untergrundes bis in etwa dieser Tiefe erfasst wird. Die tatsächliche Eindringtiefe hängt neben der verwendeten Anordnung (horizontal oder vertikal) sehr stark von den Schichtenmächtigkeiten und deren spezifischen Widerständen ab. Beispielsweise wird bei einer hochohmigen Deckschicht der Strom in die niederohmige liegende Schicht geleitet, wodurch die Eindringtiefe steigt. Umgekehrt bewirkt eine niederohmige Deckschicht, dass der Strom nur wenig in eine liegende hochohmige Schicht eindringt.

**Interpretation:** Bei den Verfahren der Geophysik und der zerstörungsfreien Prüfung handelt es sich um indirekte Verfahren. Dies bedeutet, dass die erwünschte Aussage i.a. nicht direkt (z.B. durch eine Bohrung oder Probenahme), sondern indirekt durch Interpretation von physikalischen Messwerten (Größe, Verlauf) erhalten werden. Eine Interpretation kann naturgemäß nur eine beschränkte Sicherheit bieten. Sie wird z.B. von folgenden Faktoren beeinflusst: Untersuchungsprogramm, Messbedingungen und Datenqualität, Vorkenntnisse und Erfahrung. Unter Umständen kann es auch verschiedene Interpretationsmöglichkeiten geben.

| Material             | Wertebereich (Ohmmeter) |                            | Material                | Wertebereich (Ohmmeter) |                            |
|----------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                      | Minimum                 | Maximum                    |                         | Minimum                 | Maximum                    |
| Kies                 | 50 (wassergesättigt)    | >10 <sup>4</sup> (trocken) | Haus- u. Industrierüll  | < 1                     | >1000 (Plastik)            |
| Sand                 | 50 (wassergesättigt)    | >10 <sup>4</sup> (trocken) | Sandstein               | < 50 (klüftig,feucht)   | >10 <sup>5</sup> (kompakt) |
| Schluff              | 20                      | 50                         | Kalkstein               | 100 (klüftig,feucht)    | >10 <sup>5</sup> (kompakt) |
| Geschiebemergel      | 30                      | 70                         | Tonschiefer             | 50 (klüftig,feucht)     | >10 <sup>5</sup> (kompakt) |
| Lößlehm              | 30                      | 100                        | Magmatite, Metamorphite | 150 (verwittert,feucht) | >10 <sup>6</sup> (kompakt) |
| Lehm (als Ziegel)    | 500                     | 5000                       | Schwarzschiefer         | <1                      | 50                         |
| Ton (erdfeucht)      | 3                       | 30                         | Steinsalz               | 30 (feucht)             | >10 <sup>6</sup> (trocken) |
| Ton (trocken)        |                         | >1000                      | Destilliertes Wasser    |                         | >10 <sup>3</sup>           |
| Torf, Humus, Schlick | 15                      | 25                         | Schneefirn              |                         | >10 <sup>5</sup>           |
| Mudde, Faulschlamm   | 10                      | 40                         | Natürliche Wässer       | 10                      | 300                        |
| Moorböden            | 10                      | 150                        | Meerwasser (35% NaCl)   | 0,25                    |                            |
| Braunkohle           | 10                      | 150                        | Salzlaugen              | <0,1                    |                            |
| Steinkohle           | 100                     | 10 <sup>6</sup>            |                         |                         |                            |
| Erdöl                | 10 <sup>9</sup>         | 10 <sup>12</sup>           |                         |                         |                            |
| Ölsand (trocken)     | 10 <sup>4</sup>         | 10 <sup>15</sup>           |                         |                         |                            |

Tabelle 1: Spezifische elektrische Widerstände für Sedimente, Ablagerungen, Festgesteine und Wässer.

### 3. Die Untersuchung

**Auftrag:** Auftraggeber der Untersuchungen ist die Gemeinde Rudersberg. Auftragsgrundlage ist das GGU-Angebot vom 25.04.2016. Die Beauftragung erfolgte am 26.04.2016 durch Herrn Kaufmann.

**Vorgehensweise:** Bei einem gemeinsamen Ortstermin mit dem Auftraggeber, vertreten durch Herrn Schaal, wurde das Messgebiet festgelegt. Unzugängliche Bereiche und Grundstücke ohne Betretungserlaubnis sollten nicht vermessen werden. Gleiches gilt für den südlichsten Abschnitt des Baugebietes. Innerhalb der zugänglichen Abschnitte wurden flächendeckend Daten aufgenommen und diese zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet.

**Örtliche Verhältnisse und Beschreibung des Messgebietes:** Das Messgebiet war auf Grund von Gebäuden und Zäunen nicht durchgängig begehbar. Deshalb war es notwendig, das Messgebiet in zwei einzelne Untersuchungsbereiche mit separaten Koordinatensystemen aufzuteilen. Das Messgebiet wies insgesamt sehr gute Messbedingungen auf. Störsignale wurden insbesondere durch eine große Leitung bzw. einen Kanal im Untersuchungsbereich 1 sowie durch Zäune hervorgerufen. An diesen Stellen ist die Aussagesicherheit herabgesetzt.

**Koordinatensystem:** Für jedes der beiden Untersuchungsbereiche wurde ein lokales, kartesisches Koordinatensystem festgelegt. Die x-Achse des Untersuchungsbereiches 1 verläuft annähernd von Westen nach Osten, exakt entlang der nördlichen Wand der Garage auf dem Grundstück 224/4. Die westliche Gebäudekante der Garage befindet sich 30 m und die östliche Gebäudekante 50 m von dem Koordinatenursprung auf der Tannbachstraße entfernt. Senkrecht zu dieser Basislinie, d. h. zu der x-Achse, erstreckt sich in etwa Süd-Nord-Richtung die y-Achse. Die Basislinie des Untersuchungsbereiches 2 ist ebenfalls die x-Achse. Diese verläuft entlang des südlichen Zaunes der Gärtnerei von etwa Ost nach West. Die senkrecht dazu von etwa Nord nach Süd ausgerichtete y-Achse beginnt an der südöstlichen Grundstücksgrenze der Gärtnerei. Die genaue Lage der beiden Untersuchungsbereiche kann dem Ergebnisplan **WK-E** entnommen werden.

**Messung:**

- Messfrequenz: 9,76 kHz
- Dipolabstand: 3,7 m
- Anordnung: horizontale Dipole (vertikale Spulen)
- Messhöhe: 0,8 m über GOK
- Tiefenbereich: 0 m bis ca. 5 m, integral
- Messgröße: scheinbarer spezifischer elektrischer Widerstand in  $\Omega\text{m}$
- Apparatur: digitale Elektromagnetik-Apparatur mit fixem Spulenabstand

|               |  |                               |
|---------------|--|-------------------------------|
| Messprogramm: | Datenaufnahme:   | flächendeckend als Messraster |
|               | Abstand der Profile (x-Richtung):                              | 3 m                           |
|               | Messpunktabstand auf den Profilen (y-Richtung):                | in der Regel 2 m              |
|               | Messfeldgröße:   | ca. 4.000 m <sup>2</sup>      |
| Auswertung:   | Graphische Darstellung   |                               |
|               | Ansprache der Messergebnisse im Hinblick auf die Fragestellung |                               |

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Vorbemerkungen

Anhand der elektromagnetischen Widerstandskartierung sollen potentielle Karsterscheinungen detektiert werden. Da oberhalb dieser geologischen Strukturen mit Auflockerungen bzw. Ausspülungen zu rechnen ist, sollten sich in diesen Abschnitten Kontraste in der elektrischen Leitfähigkeit gegenüber den ungestörten Bereichen abzeichnen, was die Grundlage für die Untersuchungen mit geoelektrischen Verfahren bildet.

Zu beachten ist bei der elektromagnetischen Widerstandskartierung, dass die Messungen einen integralen Wert über den Tiefenbereich von 0 bis ca. 5 m für jeden Messpunkt liefern.

### 4.2 Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der elektromagnetischen Widerstandskartierung sind in Abbildung **WK-E** dargestellt. Die scheinbaren spezifischen elektrischen Widerstände betragen - abgesehen von dem durch die Leitung bzw. den Kanal beeinflussten Abschnitt - zwischen ca. 15  $\Omega$ m und ca. 38  $\Omega$ m. Damit weisen sie insgesamt ein vergleichsweise niedriges Niveau auf, d.h. es handelt sich demnach um einen relativ gut leitfähigen Untergrund.

Trotz des von Störsignalen dominierten, in Abbildung **WK-E** schraffierten Bereiches mit herabgesetzter Aussagesicherheit, kann davon ausgegangen werden, dass beim Verlegen der Leitung bzw. des Kanals Karsterscheinungen entdeckt worden wären bzw. sich diese ggf. durch auffällige Werte in den niederohmigen Abschnitten durchpausen würden.

Die verbleibenden Flächen wurden anhand der gemessenen Werte in drei Verdachtskategorien für das Vorhandensein von Karsterscheinungen unterteilt:

#### Bereich K1

Ein Bereich mit hohem Verdacht (**K 1**) ist im Untersuchungsbereich 2 erkennbar. Dieser wird von Abschnitten mit ebenfalls geringfügig erhöhten Werten umrandet.

#### Bereich K2

Ein Bereich mit mittlerem Verdacht (**K 2**) ist in den untersuchten Bereichen nicht erkennbar.

#### Bereich K3

Ein Bereich mit geringem Verdacht (**K 3**) ist in den untersuchten Bereichen nicht erkennbar.

Die sehr niederohmigen Abschnitte resultieren wahrscheinlich von den Störsignalen gut leitfähiger Materialien wie beispielsweise Straßenauffüllung, Zäune und Gebäude.

### 4.3 Zusammenfassung und Empfehlung

Anhand von weiterführenden Untersuchungen wie die gleichstromgeoelektrische 2D-Tomografie oder Schürfe sollte insbesondere der blau umrandete Abschnitt mit hohem Verdacht auf Karsterscheinungen im Untersuchungsbereich 2 genauer untersucht werden.

Karlsruhe, den 07.06.2016

Dipl.-Geophys. Dr. Alexander Hemmann  
(Geschäftsführer)

Dipl.-Geophys. Dr. Melanie Bock  
(Projektleiterin)