geoFact GmbH, Von-Hymmen-Platz 1, D-53121 Bonn

geoFact GmbH

Von-Hymmen-Platz 1, 53121 Bonn
Tel.: +49 (228) 257 102
Fax: +49 (228) 925 83 16
eMail: info@geofact.de

Bonn, 18.07.2017

Projekt: Lokalisation einer Krypta auf dem Alten Friedhof in Oberaußem
Ansprechpartner: Herr Mühlen
Protokoll der Messungen vom 03.05.2017

Durchführungszeitraum:	13.07.2017
Personal:	Herr Raphael Holland, Herr Sascha Frömmel
Messgerät:	1) Georadar, SIR 4000 (GSSI) mit 400 MHz-Antenne 2) Cs-Dampf-Totalfeldmagnetometer.
Messgebiet:	Alter Friedhof in Oberaußem

1. Einleitung

Die Firma **geofact GmbH (AN)** wurde von der Kirchengemeinde **St. Vincentius (AG)** in Oberaußem (Bergheim) beauftragt, den Eingang zu einer verborgenen Krypta zu suchen. Die Krypta befand sich ehemals unterhalb der alten Dorfkirche, die durch eine neue Kirche an anderer Stelle ersetzt wurde. An dieser Stelle befindet sich nun der alte Friedhof. Anlass der Untersuchung ist der Wunsch des aktuellen Priesters, in der Krypta beerdigt zu werden, wie es auch seine Vorgänger praktiziert haben.

Die Messung fand am 13.07.2017 auf dem Alten Friedhof in Oberaußem statt. Es kamen zwei geophysikalische Messmethoden zum Einsatz: Das Georadar (Ground Penetrating Radar) und ein Totalfeldmagnetometer (Cs-Dampf).

Abb. 1: Alter Friedhof in Oberaußem mit Blick auf das Gedenkkreuz des ehemalgigen Hochaltars der alten Kirche in Oberaußem.

Abb. 2: Alter Friedhof mit Blick auf die Priestergedenkstätte. Dieser Bereich befand sich ehemals in der alten Kirche.

2. Durchführung der Messungen

Die Untersuchung fand am 13.07.2017 statt. Die Profile wurden im Gelände zum Teil mit Farbe markiert. Zum Einsatz kam das Georadar-System SIR 3000 (Fa. GSSI) mit einer 400 MHz Antenne. Aufgrund der vorliegenden Bodeneigenschaften erreichten die Radarwellen **maximale Eindringtiefen von 3 m.**

Das Messgebiet wurde in parallelen Profillinien sondiert, die untereinander einen Abstand von 0,5 m hatten. Die Daten wurden dabei digital aufgezeichnet. Es wurden alle relevanten Wege und Einbuchtungen zwischen den Gräbern mit Georadar sondiert. Auf den Gräbern und im Heckenbereich konnte nicht gemessen werden. Eine Übersicht zum Messgebiet zeigt **Anlage 1**. Alle Längen wurden sowohl durch das Hodometer am Rad des Messgerätes, als auch mit dem Maßband kontrolliert.

Neben der Georadarsondierung wurden die Wege ebenfalls mit einem Totalfeldmagnetometer in Gradimeteranordnung untersucht. Die Profillinien waren hierbei parallel mit einem Profilabstand von 1 m**. Tabelle 1** listet die eingesetzten Messgeräte, **Tabelle 2 und 3** die Messparameter der Untersuchung.

Die Messmethoden sind in den Anhängen kurz erläutert.

Tab. 1: Messgeräte und Personal

Messgeräte:

Georadar
SIR 3000 (GSSI)
400 MHz-Antenne mit Odometer

Magnetik
2 x G858 (Geometrics)
mit MagMapper als Datenlogger

Vermessung
lokal, Maßbänder und Odometer

Personal:
1 Geophysiker, 1 Geograph

Tab. 2: Messparameter Georadar und Magnetik

Anzahl der Profillinien	72
Profillinienabstand	0,5 m
Messpunktabstand	0,02 m
max. Erkundungstiefe	ca. 3 m

Tab. 3: Messparameter Georadar und Magnetik

Anzahl der Messfelder	3
Profillinienabstand	1 m
Messpunktabstand	0,1 m

3. Auswertung und Interpretation

Die gemessenen Profile wurden für jedes Messfeld, respektive Friedhofswege, mit lokalen Koordinaten versehen, auf Radarwellen-Laufzeit und Tiefe hin korrigiert und als Radargramm dargestellt. Die Radarwellenlaufzeit beträgt in diesem Boden v = 0,10 m/ns.

Zur Auswertung wurde das Programm Reflex-Win 8.0 verwendet. Anschließend wurden alle Radar-Anomalien, die auf Eingänge zur Krypta hinweisen können, markiert und mit dem Programm MATLAB dargestellt. In den **Anlagen 2 und 3** sind die Ergebnisse graphisch dargestellt.

Georadar

Das Georadar zeigt mehrere Indizien für die Lokalisation des Kryptaeingangs, die im Folgenden diskutiert werden.

Der Untergrund zeigt für die Radarsignale eine starke Dämpfung, insbesondere die Wege schirmen die elektromagnetischen Wellen stark ab, was zu einer starken bodennahen Reflektion führt wie sie in **Abb. 3 bis 5** zu sehen ist.

Die starke Gehweg-Reflektion ist an 5 Stellen in der Nähe des ehemaligen Hochaltars unterbrochen, was auf einen möglichen Eingang hindeutet. Die Ursache für die Unterbrechungen der Bodenschicht kann allerdings auch von der

Installation/Verlegung der Wege herrühren, was vom Georadar nicht unterschieden werden kann.

Neben diesen Radaranomalien zeigt sich eine bodennahe Radaranomalie auf (**Anlage 3**, ockergelb) mehreren Profillinien auf der Rückseite des Priestergedenksteins (**Abb. 5**). Diese könnten durch einen großen Stein, wie er für die Abdeckung des Kryptaeingangs vermutet wird, hervorgerufen werden.

Ebenso zeigen die Radargramme einen allgemeinen Bodenwechsel im Bereich der gelb-grünen Linie **in Anlage 3**, hier nimmt die Dämpfung der Radarwellen insgesamt zu. Dabei könnte es sich um das alte Kirchfundament handeln oder möglicherweise auch um den Beginn der Untermauerung der Krypta.

Die lokalisierten Anomalien befinden sich dabei sämtlich in dem ersten halben Meter unter GOK.

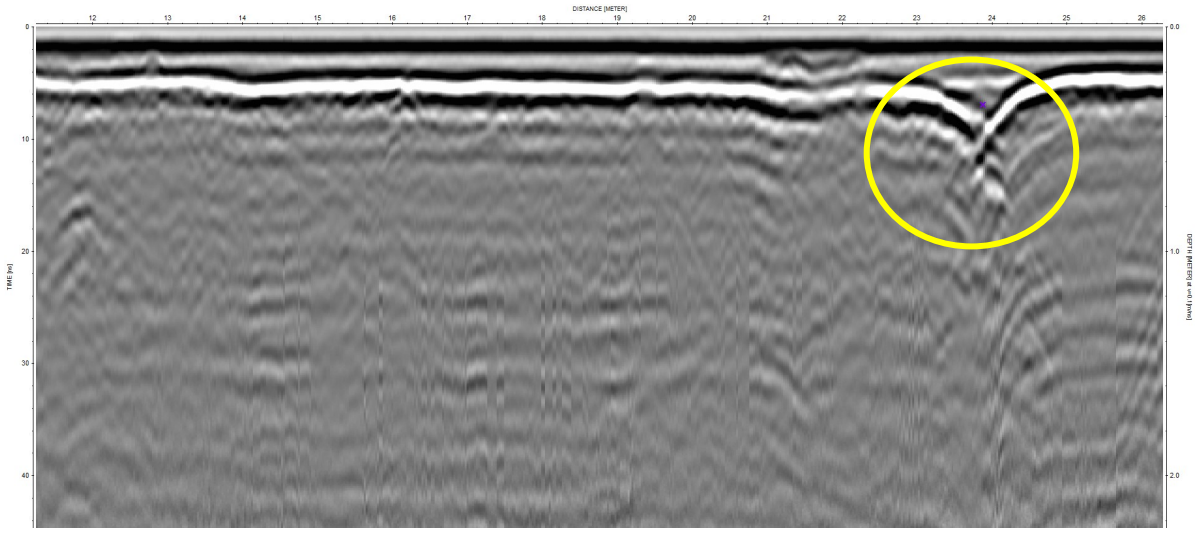


Abb. 3: Radargramm bei Schichtunterbrechungs- Anomalie 1 (**Anlage 3**). Der starke Reflektor ist unterbrochen.

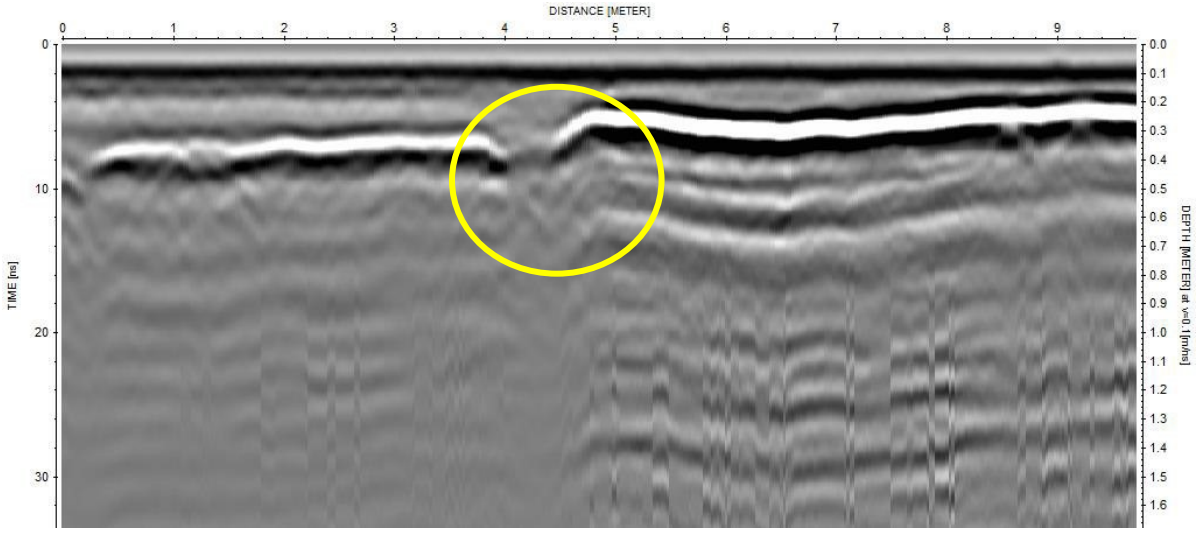


Abb. 4: Radargramm bei Schichtunterbrechungs- Anomalie 1 (**Anlage 3**). Der starke Reflektor ist unterbrochen. Ähnlich zu **Abb. 3.**

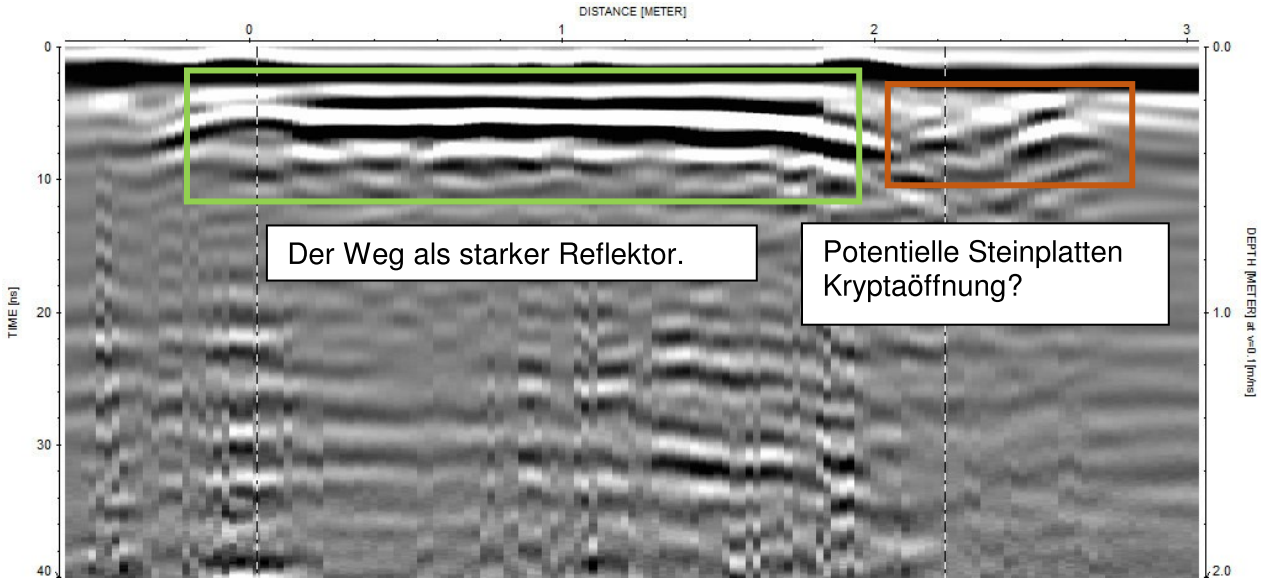


Abb. 5: Radargramm bei bodennaher Anomalie 1 (**Anlage 3**). Der starke Reflektor links ist der Friedhofsweg. Die Anomalie rechts befindet sich unter dem Rasen und könnte durch Steinplatten hervorgerufen werden.

Magnetik

Neben der Radaruntersuchung wurde auf den Wegen im Messgebiet eine Magnetik-Sondierung vorgenommen. Da sich auf den Gräbern und an den Gedenkstellen ferromagnetische Materialien befinden (Kerzenhäuschen, Befestigungen, Bewehrung etc.), ist die Umgebung magnetisch stark gestört (**Anlage 2**). Fokussiert man sich auf

die in der **Anlage 3** gezeigte relevante Fläche, fallen zwei größere Anomalien auf, die sich nicht eindeutig im Gelände zuordnen ließen. Anomalie 1 befindet sich hinter dem Priestergrab. Anomalie 2 in der Nähe der Bodenunterbrechung beim ehemaligen Hochaltar (**Anlage 3**). An beiden Orten ist unterhalb des Bodens mit eisenhaltigen Materialien zu rechnen, sofern sich kein anderes stark ferromagnetisches Objekt in der Nähe befindet.

Tiefe und Ausmaße der Materialien sind aufgrund des geringen Datenvolumens und der mannigfaltigen Störungen nicht zu bestimmen.

Zusammenfassung der lokalisierten Anomalien

Der Übersichthalber werden die gefundenen Anomalien hier nochmals zusammengefasst:

1) Unterbrechung der oberen Bodenschicht, möglicher Kryptaeingang. Die Anomalien befinden sich in der Nähe des ehemaligen Hochaltars.
2) Bodennahe Anomalien hinter der Priestergedenkstätte. Ursache könnte durch Steinplatten hervorgerufen werden.
3) Bodenwechsel. Beginn/Ende des alten Kirchfundaments / der Krypta?
4) Eisenhaltige Materialien hinter dem Priestergrab und in der Nähe des Hochaltars – Entweder im Boden oder durch Störobjekte in der nahen Umgebung.

4. Bemerkungen

- Die Positionsangaben sind auf ±0,3 m genau.
- Die maximale Eindringtiefe der Radarwellen beträgt 3,0 m.
- Georadar sendet gerichtete elektromagnetische Impulse in den Untergrund. Es werden die Echos von Materialwechsel im Untergrund registriert. Der stärkste Materialwechsel und damit das stärkste Echo kommen durch Metalle zustande. Die Echos können aber auch z. B. durch Findlinge, die sich im Untergrund befinden, erzeugt werden. Die Auswertung geschieht, in dem die Georadardaten nach charakteristischen Echos durchsucht werden. Es wird nach Objekten gesucht, die durch das Ortungsziel hervorgerufen werden können. Es fließen subjektive Erfahrungen ein. Es können unter ungünstigen Verhältnissen Objekte verdeckt oder bei der Auswertung falsch bewertet werden.
- Die Messung und Auswertung sind nach Stand der Technik und fachgerecht von einem erfahrenen Geowissenschaftler durchgeführt worden.

Bonn, den 18.07.2017

Dipl. Geophysiker Sascha Frömmel

Anlage 1: Lageplan des Messgebiets.

Anlage 2: Darstellung der Magnetikfarbkarten und Radaranomalien im Messgebiet.

Anlage 3: Darstellung der Ergebnisse im Messgebiet.

Anhang 1: Objektortung mit Georadar.

Anhang 2: Magnetik

Anhang 1

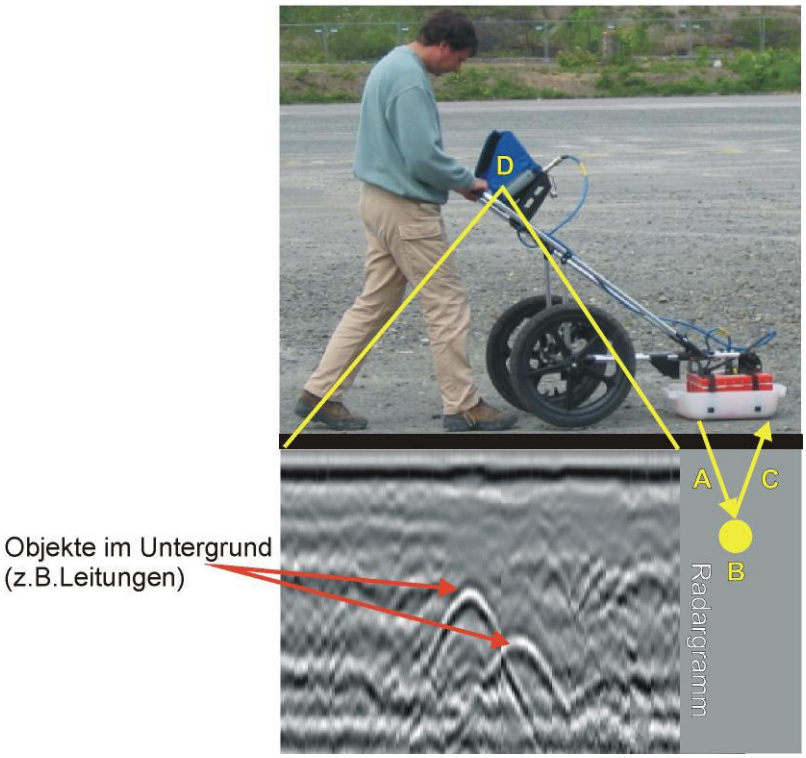
Objektortung mit Georadar

A. Elektromagnetische Radarwellen werden in den Boden abgestrahlt.

B. Diese Wellen werden von Objekten, z. B. metallische Störkörper, Kampfmittel, Rohrleitungen, Fundamente, Bauschutt oder auch Untergrundvariationen reflektiert und gestreut.

C. Die reflektierten und gestreuten Wellen werden von dem Radar empfangen. Bei guten Bedingungen (schlecht leitende trockene Materialien) können mit der eingesetzten Antenne (200 bzw. 400 MHz) Eindringtiefen bis zu 7 m bei hoher lateraler und vertikaler Auflösung erreicht werden. Bei feuchten bzw. tonigen Böden mit hoher el. Leitfähigkeit ist die Eindringtiefe der Radarwellen sehr gering (einige dm), in trockenen, sandigen oder felsigen Böden ist sie hoch.

D. Das Radargramm kann bei der SIR 3000 in Echtzeit auf dem Display des am Gerät angebrachten Minicomputers betrachtet werden. Eine erste Auswertung ist somit schon vor Ort möglich.



Anhang 2: **Magnetik**

Die Magnetik in der angewandten Geophysik dient zur Messung der magnetischen Flussdichte oder umgangssprachlich des „Magnetfeldes“. Dieses setzt sich aus drei Komponenten / Vektoren zusammen: dem sich nur langsam verändernden natürlichen Magnetfeld der Erde, dem sich schnell (in Bruchteilen von Sekunden bis mehrere Tage) verändernden Variationsfeld und dem zeitlich konstanten Anomalienfeld. Dieses zeitlich konstante Anomalienfeld wird durch die Magnetisierung des Materials der oberen Erdkruste verursacht also z.B. durch magnetische Gesteine, Erz oder Metallschrott.

Magnetische Anomalien im Untergrund, als Teil des magnetischen Gesamtfeldes, können von der Oberfläche aus u. a. durch verschiedene Methoden kartiert werden:

I: **Fluxgatemagnetometer (Saturationskernmagnetometer, Förstersonde [FEREX], Gradiometer)**

Hier laufen zwei gegensinnige Empfängerspulen um einen hochpermeablen Spulenkern. Ein Stromfluss in dieser Spule erzeugt eine Ausrichtung der magnetischen Achsen des magnetischen Materials im Untergrund, die sich als Differenzsignal zwischen den beiden Empfängerspulen niederschlägt.

Abb. 1: 3-Kanal-Fluxgatemagnetometer als Array-Anordnung. Felder werden durch Parallelprofile sondiert.

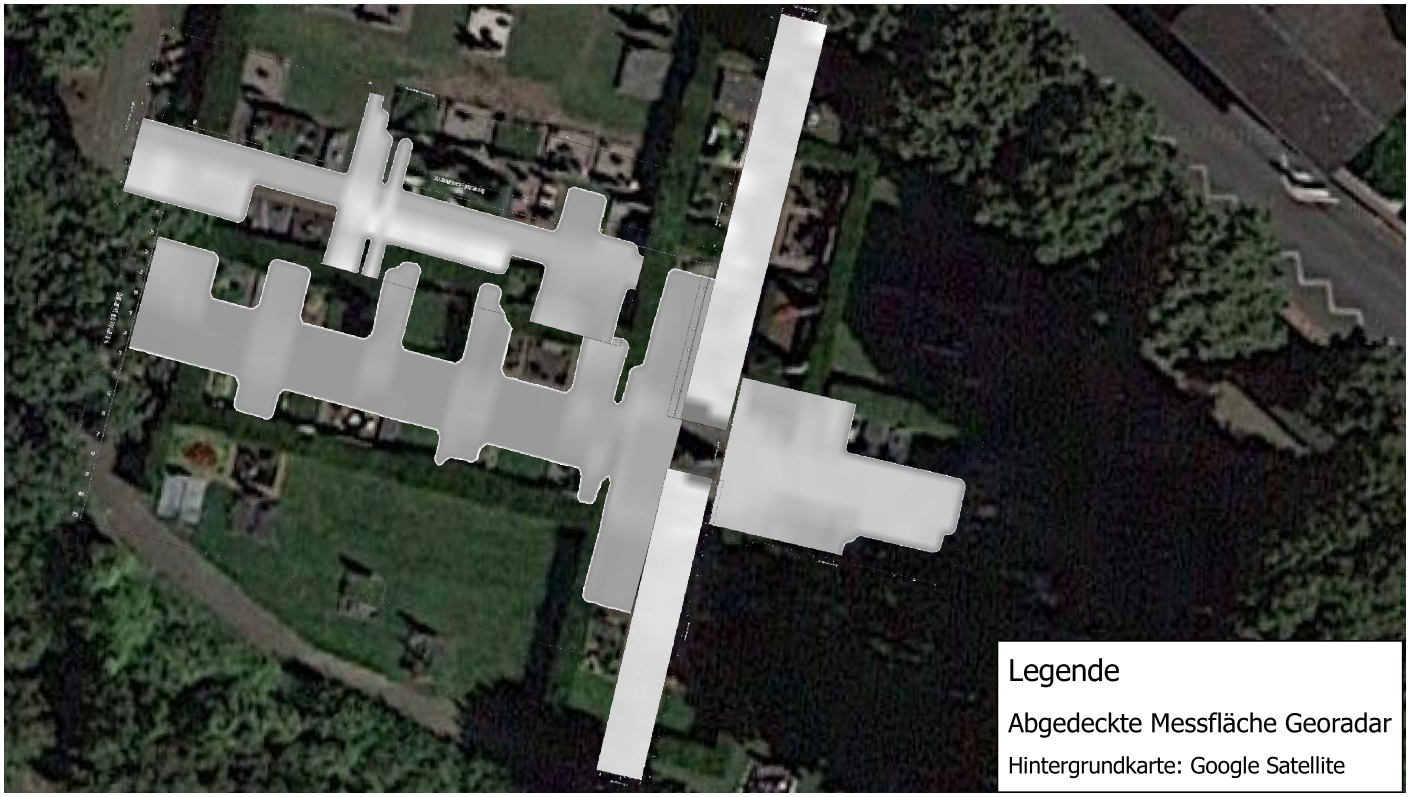
II: Protonenmagnetometer

Bei Protonenmagnetometern umgibt eine Spule eine protonenhaltige Flüssigkeit (z.B. Wasse, Cäsium-Dampf). Mithilfe der Spule wird nun einkünstliches Magnetfeld aufgebaut, auf das sich die Protonen der Flüssigkeit ausrichten (Kernspin). Nach Abschaltung des künstlichen Magnetfeldes richten sich die Protonen auf das natürliche Messfeld aus, wobei die Protonenspins zur Präzession gebracht werden. Dabei senden sie eine elektromagnetische Strahlung aus, welche in der Spule eine messbare Spannung induziert.

Anlage 1

Lageplan Messfeld
Alter Friedhof Oberaußem

geoFact GmbH



5 0 5 10 15 20 m

1:250

Anlage 2

Auswertung der Flächen
Alter Friedhof Oberaußem

geoFact GmbH

5 0 5 10 15 20 m

1:200

Anlage 3

Ergebniskarte
Alter Friedhof Oberaußem

5 0 5 10 15 20 m

1:100