GGH
Solutions in Geosciences

Giese, Grubert & Hübner Gbr
Offenburger Str. 82
D-79108 Freiburg i. Br.
T 0761-4001169
e-mail info@ggh-online.de
http://www.ggh-online.de

Geophysikalische Prospektion, Wolfbühl Schanz, Schönenberg/Hütten, Kanton Zürich
Bericht 2010

Projektnr. 320

Auftraggeber: Mark Dressler, Hütten



Hügelkuppe Burgrain: DGPS Basis auf dem Polygonpunkt

Freiburg, 06.07.10

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 4
2 Einleitung.....4
3.1 Beschreibung des verwendeten Koordinatensystems und der Festpunkte 4
3.2 Kurze Beschreibung der Messprinzipien der Geomagnetik und der verwendeten Geräte.....6
3.3 Kurze Beschreibung der Messprinzipien des Bodenradars und der verwendeten Geräte.....7
.....7
3.4 Ergebnisse.....10
Abschlussbetrachtung.....15

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Burgrain, DPGS-System Trimble R8, als Rover rechts und R7, als Basis auf dem Triangulationspunkt (TP) Bildmitte. 5
Abbildung 2: 4 Spur Magnetometer Ferex 4032 mit speziellen Archäologie-Sonden.....7
Abbildung 3: Bodenradar (GPR) mit einer 400 MHz Antenne auf der Westflanke der Anlage.....9
Abbildung 4: Interpretation, blau lineare Strukturen, interpretiert als Leitungen-Wegenetz? Steinfundamente; grün im Süden Mastfundamente?, Mitte ?, Norden Zaun vom Baum.....10
Abbildung 5: Magnetogram, Dynamik+3 bis -3 nT (schwarz nach weiß).....11
Abbildung 6: Profilschnitt von Ost nach West durch Verdachtsfläche, siehe auch Anlage 4, 1 Teilstrich Oberfläche = 3m, 40 nS = 1,5 m u. GOK (Pfeile, x = Gebäude?, xx = Hangfuß, xxx = Weg?. 13
Abbildung 7: 3 D- Blockbild Bodenradar (GPR) mit der 400 MHz Antenne, Blickrichtung von Südost, dargestellt ist Zeitscheibe 5 nS, ca. 20 cm u. GOK.....13
Abbildung 8: 3 D- Blockbild Bodenradar (GPR) mit der 400 MHz Antenne, Blickrichtung von Südost, dargestellt ist Zeitscheibe 21 nS, ca. 80 cm u. GOK.....14
Abbildung 9: 3 D- Blockbild Bodenradar (GPR) mit der 400 MHz Antenne, Blickrichtung von Südost, dargestellt ist Zeitscheibe 11 nS, ca. 40 cm u. GOK.....14
Abbildung 10: 3 D- Blockbild Bodenradar (GPR) mit der 400 MHz Antenne, Blickrichtung von Südost, dargestellt ist Zeitscheibe 40 nS, ca. 150 cm u. GOK. Verdachtsfläche (Fundamente?) geschnitten, vgl Abb. 5. 14

GOK = Geländeoberkante

Tabellen

Tabelle 1: Koordinatenliste der abgesteckten Punkte sowie der DGPS Basispunkt code = bas = TP.

Anlagen

Anlage 1	Lage der Untersuchungsflächen, Vermessungspunkte.
Anlage 2	Magnetogramm, Dynamik +- 100 nT
Anlage 2a	Magnetogramm, Dynamik +- 10 nT
Anlage 2b	Magnetogramm, Dynamik +- 3 nT
Anlage 3_005	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 5 cm u. GOK
Anlage 3_020	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 20 cm u. GOK
Anlage 3_040	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 40 cm u. GOK
Anlage 3_060	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 60 cm u. GOK
Anlage 3_080	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 80 cm u. GOK
Anlage 3_100	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 100 cm u. GOK
Anlage 3_150	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 150 cm u. GOK
Anlage 3inv_005	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 5 cm u. GOK
Anlage 3inv_020	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 20 cm u. GOK
Anlage 3inv_040	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 40 cm u. GOK
Anlage 3inv_060	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 60 cm u. GOK
Anlage 3inv_080	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 80 cm u. GOK
Anlage 3inv_100	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 100 cm u. GOK
Anlage 3inv_150	Radargramm, Zeit-/Tiefenscheibe ca. 150 cm u. GOK
Anlage 4	Interpretation

inv= invertierte Farben
Anhang Bericht: 3D- Visualisierung

Verteiler

Mark Dressler
Im Boden 20
8825 Hütten
079 237 64 85
044 788 22 30
DresslerGigalith@gmail.com
(„Online Museum Hütten“)
Patronat: Gemeinde Hütten
hist./fachl. Support: Prof. Dr. P. Ziegler
Co-Patronat Teilprojekt Burgrain: Gemeinde Schönenberg
Fachbehörde
Baudirektion Kanton Zürich

ARV Amt für Raumordnung und Vermessung

Kantonsarchäologie

Stettbachstrasse 7 8600 Dübendorf

1 Zusammenfassung

Südöstlich der Ortschaft Schönenberg wurde auf der Hügelkuppe Wolfbühl Schanz eine Kartierung mit dem Bodenradar auf einer Fläche von 0,2 ha durchgeführt. Weiterhin wurde die Messung durch eine nicht offerierte geomagnetische Kartierung ergänzt.

Die Ergebnisse sind

- eine Verdachtsfläche mit möglichen Fundamentresten ist lokalisiert
- die Strommastfundamente sind lokalisiert
- Hinweise auf weitere Strukturen (lineare Strukturen: Leitung, Fundament modern?)
- das Höhenmodell ist im Osten fehlerhaft

2 Einleitung

Am 8.06.2010 wurde eine Kartierung mit dem Bodenradar auf der Hügelkuppe „Burgrain“, 1,45 km südöstlich von Schönenberg, durchgeführt. Nach den Zwischenergebnissen des Bodenradars haben wir uns kurzfristig entschlossen zusätzlich eine geomagnetische Kartierung auf der Messfläche auszuführen. Die in einem Messtag untersuchten Flächen haben eine Ausdehnung von 900 m^2 Magnetik und 1980 m^2 Bodenradar. Die auf das Schweizer Koordinatensystem referenzierten Magnetogramme und Radargramme bieten eine Grundlage für weitere Forschungen.

3 Geophysikalische Prospektion

3.1 Beschreibung des verwendeten Koordinatensystems und der Festpunkte

Die Vermessung (50 x 50 m Raster oder kleiner) wurde mit einem Differential Global Position System, kurz DGPS, von Trimble (R8 als Rover und R7 als Basis) vorgenommen (siehe Abb. 1). Als Koordinatensystem verwendeten wir nach Rücksprache mit dem ARV das System CH 1903 (3 Parameter) mit dem Kartendatum Ch 1903*(7P). Der ARV stellte uns freundlicherweise alle Kartengrundlagen sowie ein Höhenmodell DGM zur Verfügung. Das auf Schweizer-Koordinaten aufgebaute Vermessungssystem ist auf

den Triangulationspunkt 91321140 bezogen, siehe Tabelle 1 und Abb. 1. Die Lagegenauigkeit der Messfläche liegt im cm-Bereich ist somit ausreichend genau. Abbildung 1 zeigt den Triangulationspunkt, auf dem die Basis des DGPS aufgebaut wurde, Tabelle 1 listet die Koordinaten der abgesteckten Punkte.



Abbildung 1: Burgrain, DPGS-System Trimble R8, als Rover rechts und R7, als Basis auf dem Triangulationspunkt (TP) Bildmitte.

Abgesteckte Punkte, TP Punkte, Hochwert y, Rechtswert x, Höhe z, code

name	*y*	*x*	*z*	*code*
huetten	225641	692714	729,3	gel
3062260	227020,671	692232,412	716,44	fix
91321140	226917,899	692396,213	742,385	bas
r1-1	226917,202	692404,475	740,18	gpr
r1-2	226956,88	692404,177	738,839	gpr
r1-3	226927,025	692404,517	741,065	gpr
r1-4	226926,854	692389,52	741,065	gpr
r1-5	226927,139	692414,516	741,065	gpr

Tabelle 1: Koordinatenliste der abgesteckten Punkte sowie des Triangulationspunktes = DGPS Basispunkt, code = bas, siehe Abb. 1.

3.2 Kurze Beschreibung der Messprinzipien der Geomagnetik und der verwendeten Geräte

Alle ferromagnetische Teile (Versorgungsleitungen, Bomben, Altlasten...), die sich im magnetischen Feld der Erde befinden, erzeugen in ihrer Umgebung ein magnetisches Störfeld mit Amplituden bis 1000 nT (Nanotesla = Einheit des magnetischen Feldes). Dieses Störfeld erzeugt eine Veränderung des homogenen Erdfeldes über dem Objekt. Mit Hilfe des Magnetometers (Gradiometer) wird dieses Feld gemessen. Man erhält als Ergebnis die Größe des Störfeldes, im folgenden Anomalie genannt.
Die geomagnetische Kartierung auf archäologische Befunde beruht auf der genauen und hochauflösenden Erfassung kleinräumiger magnetischer Anomalien. Anomalien im Bereich von 0,5 bis 15 nT gehen auf die unterschiedliche Magnetisierung zurück zwischen Boden und anthropogenen Strukturen und Objekte. Die Magnetisierungsfähigkeit (Suszeptibilität) hängt dabei von den enthaltenen Eisenverbindungen Magnetit, Maghämit und Hämatit ab. Entscheidend für eine erfolgreiche geomagnetische Prospektion sind der Bodentyp, das geologische Ausgangsgestein sowie der Einfluss von Störeinflüssen.
Zum Einsatz kamen vier hochempfindliche Ferex Archäologiesonden mit dem Datalogger 4.032 der Fa. Förster. Wir zogen die Förstersonden den Cäsiummagnetometern vor wegen der möglichen Störeinflüsse der nahen Starkstromtrasse. Die vier Messsonden waren dabei in einem Abstand von 50 cm nebeneinander auf einem Tragegestell angeordnet, siehe Abb. 2). Die Messungen wurden im bidirektionalen walking Modus durchgeführt, das Messpunktraster lag damit bei 0,5 m x 0,20 m.. Das Magnetogramm liegt als auf 25 cm x 0,25 cm interpoliertes georeferenziertes Raster im ESRI grid Format vor.

Die geringen Abweichungen vom Normalwert, im Bereich von 0,1 bis 100 nT oder mehr (0,1 Nanotesla (nT) oder auch 0,1 Gamma = Einheit des magnetischen Feldes) rühren von unterschiedlichen Magnetisierungen des Untergrundes her. Die Magnetisierungsfähigkeit (Suszeptibilität) des Bodens hängt im Wesentlichen von den im Boden enthaltenen Eisenverbindungen ab, vor allem Magnetit, Maghämit und Hämatit. Voraussetzung für diese Verfahren ist ein ausreichend großer magnetischer Kontrast zwischen dem Objekt und umgebendem Medium.



Abbildung 2: 4 Spur Magnetometer Ferex 4032 mit speziellen Archäologie-Sonden.

Prospektierbare Strukturen umfassen alle Arten von Gruben mit ursprünglich mehr oder weniger organischem Inhalt, mit Oberflächenmaterial gefüllte Gruben, Pfostenlöcher und Gräben, die meist als positive Anomalien erscheinen, im Magnetogramm dunkelgrau-schwarz. Negative Anomalien werden allgemein von Fundamenten, großen Steinobjekten etc. verursacht, im Magnetogramm hellgrau bis weiß.
Alle ferromagnetischen Metalle (z.B. Fundamente von Strommasten, Metallzäune, Metallabdeckungen, Eisenobjekte) verursachen ebenfalls Dipol- oder Monopolanomalien.

3.3 Kurze Beschreibung der Messprinzipien des Bodenradars und der verwendeten Geräte

Georadar oder Bodenradar ist ein elektromagnetisches Impulsverfahren, das kurze

Impulse von wenigen Nanosekunden Länge von der Oberfläche in den Untergrund abstrahlt und nach Reflexion an einer Schichtgrenze oder an Objekten sowie der Streuung an Einlagerungen wieder aufnimmt. Die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen im Untergrund ist dabei vergleichbar mit der Ausbreitung elastischer Wellen und deren physikalischen Gesetzmäßigkeiten wie Reflexion, Streuung, Beugung und Transmission, wobei an die Stelle der visko-elastischen Eigenschaften der Medien deren elektrische Eigenschaften treten. Genauer betrachtet werden dabei die Laufzeit und die Amplitude der sich ausbreitenden elektromagnetischen Welle. Für die Abstrahlung und den Empfang der kurzen Impulse werden breitbandige Dipolantennen benutzt. Die Arbeitsfrequenzen für archäologische Fragestellungen liegen etwa im Bereich von 200 – 600 MHz. Durch die Benutzung hoher Arbeitsfrequenzen ist es damit möglich, ein hohes räumliches Auflösungsvermögen zu erreichen. Jedoch nimmt mit der Erhöhung der Arbeitsfrequenzen auch die Dämpfung der Amplitude der elektromagnetischen Welle zu und damit die Eindringtiefe beziehungsweise die Erkundungstiefe ab. Die Untersuchung von Objekten mit dem Georadar ist damit immer an einen Kompromiss zwischen Eindringtiefe und Auflösungsvermögen geknüpft.
Im konkreten Fall wurde mit einer 400 MHz Antenne mit einem TerraSIRch 3000 Messcomputer der Firma GSSI gemessen (Abb. 3). Die Auflösung der 400 MHz Antenne liegt bei 10 cm. Somit lassen sich Objekte von einer Mindestgröße von 10 cm differenzieren.



Abbildung 3: Bodenradar (GPR) mit einer 400 MHz Antenne auf der Westflanke der Anlage.

Starken Einschränkungen unterliegen Radarmessungen durch die Absorption im Untergrund, die von der elektrischen Leitfähigkeit abhängt. Lehmziegel, Schluff und Lehm sind tonhaltig und reduzieren die Eindringtiefe erheblich. Sehr gut leitende Gesteine (Ton- und Mergelsteine) oder Feuchtigkeit (nasse Wiesen, Bewässerung usw.) reduzieren die Eindringtiefe rasch auf wenige Dezimeter.

Messbedingungen: trocken, Oberboden abgetrocknet, der bindige Anteil des Bodens ist hoch, nur bis 20 nS deutliche Signale, hohe Dämpfung, danach ringing, Einstellungen range 60 nS, Dielektrizitätskonstante (DIEL) 16, amplitudenbasierte Zeit- bzw. Tiefenscheiben von 5 nS bis 40 nS. Die Untergrundbedingungen für die Bodenradarmessungen sind als mäßig einzustufen. Die maximale Eindringtiefe liegt im konkreten Fall bei etwa 80 cm bei DIEL 16. Die Tiefenscheiben liegen digital als georeferenzierte Raster (interpoliert auf 10 cm x 10 cm) im ESRI Format vor. Die zum Teil sehr steilen Hangbereiche waren schwer zu begehen.

3.4 Ergebnisse

Das Magnetogramm liegt als georeferenziertes Graustufenbild mit den Amplitudenbereichen +- 100, +- 10, und +-3 nT vor, Anlage 2. Die Tiefenscheiben 5, 20, 40, 60, 80, 100cm und 150 cm unter Geländeoberkante (GOK) des Bodenradars gehen auf amplitudenbasierte Zeitscheiben zurück, Anlage 3. Die Interpretation berücksichtigt die auffälligsten Strukturen, Abb. 4 und Anlage 4. Sie bietet eine Grundlage für weitere Forschungen.

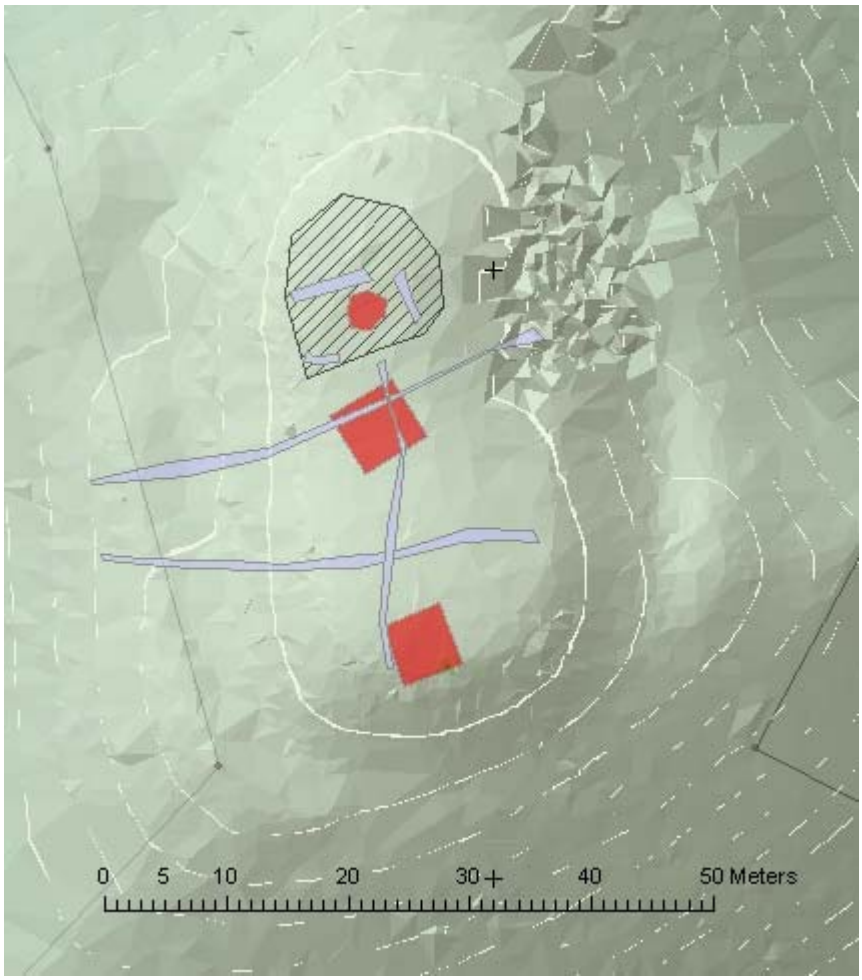


Abbildung 4: Interpretation, blau lineare Strukturen, interpretiert als Leitungen-Wegenetz? Steinfundamente; grün im Süden Mastfundamente?, Mitte ?, Norden Zaun vom Baum.

Magnetogramm, nicht offeriert, Anlage 2

Im unteren Drittel des Magnetogramms fehlt ein Profil. Im Süden fällt eine starke magnetische Anomalie auf, die von mindestens ferromagnetischen Objekten ausgehen. Sie sind dem „ausgegrabenen“? Fundament des Strommastes zu zuordnen Abbildung 4

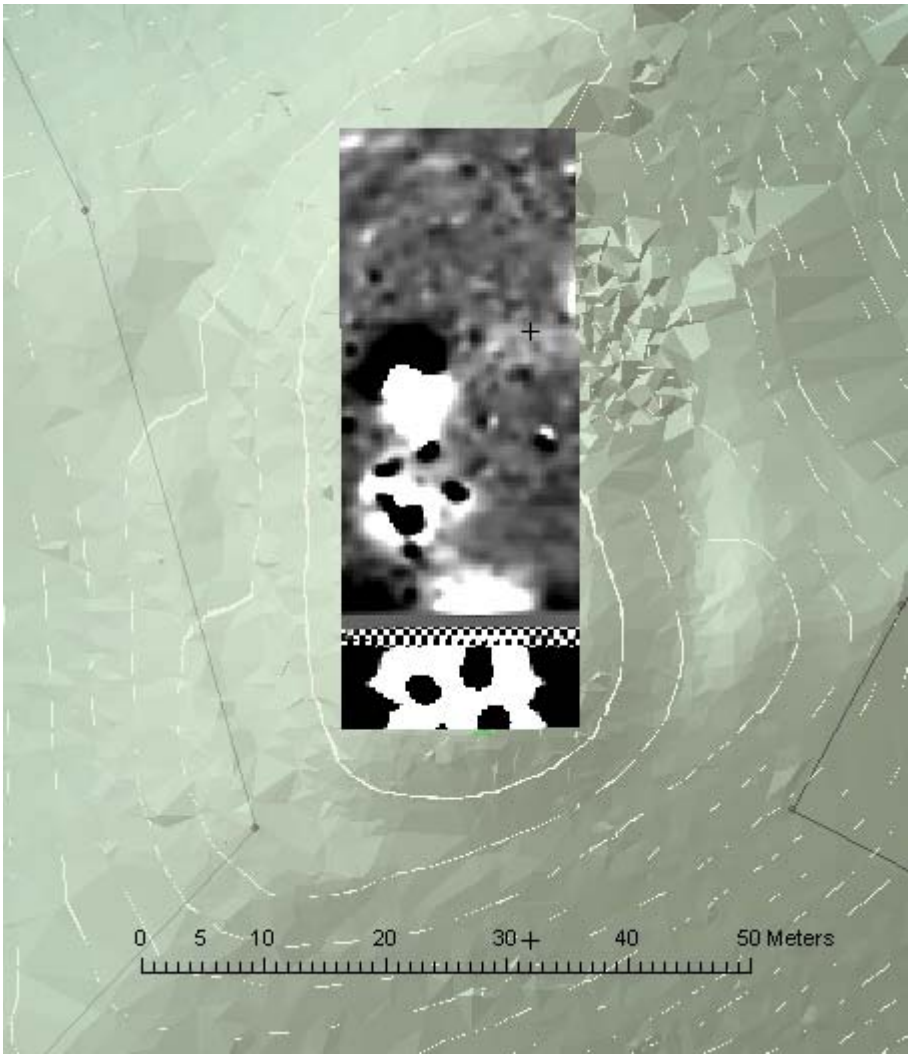


Abbildung 5: Magnetogram, Dynamik+3 bis -3 nT (schwarz nach weiß).

und 5. Weitere Anomalie schließen etwa 12 m weiter nördlich an, die nicht näher zugeordnet werden können, modern?. Die große Dipolanomalie im ersten Drittel im Nordwesten geht auf einen Schutzzaun eines Baumes zurück.

Radargramm, Anlage 3

In der 20 cm Tiefenscheibe sind Strukturen einer Terrassierung? im Hangbereich zu erkennen, Lage siehe Anlage 4.

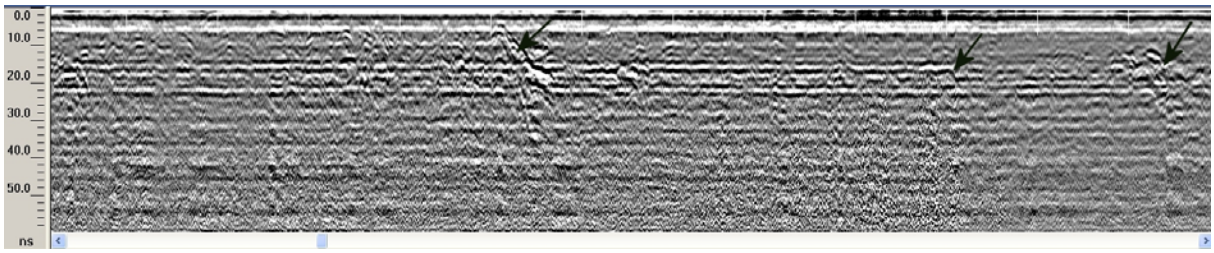
In der 40 cm Tiefenscheibe ist eine rechtwinklige, lineare Struktur angedeutet, blaue Linien im nördlichen Drittel der Hügelkuppe. Die Struktur streicht etwa Ostnordost - Westsüdwest, siehe Anlage 4. Auch in der 60 cm Tiefenscheibe sind hier noch Strukturen zu erkennen, siehe Schnitt Abb. 6 und 3 D Blockbilder 6 bis 9. Mögliche Interpretation Fundamentsteine eines Gebäudes, etwa 9 x 7 m, siehe Profilschnitt Abbildung 6. In der näheren Umgebung fallen weitere Strukturen auf, die als Verdachtsfläche ausgewiesen wurde. Auch in der 80 cm Tiefenscheibe sind Strukturen zu erkennen. Eine eindeutige Zuordnung der Strukturen ist nicht möglich.

Ost-West und Nord-Süd steichende lineare Strukturen in den 20 bis 80 cm Tiefenscheiben können auf Leitungen oder Wegenetz? hindeuten. Im Westen zwischen Hangfuß und Zaun sind keine Hinweise auf eine Grabenstruktur zu erkennen. Die Reflexionen im Westen bei 15 nS könnten auf den modernen Weg zurückgehen, siehe Abb. 6, xxx.

In den Tiefenscheiben größer 80 cm sind wegen der großen Dämpfung der Radarwellen, siehe Kapitel 3.3, keine Strukturen mehr abzuleiten,

Mit dem Bodenradar konnten Strukturen festgestellt werden, die archäologischen Befunden nicht eindeutig zugeordnet werden können.

Ost West



X xx xxx

Abbildung 6: Profilschnitt von Ost nach West durch Verdachtsfläche, siehe auch Anlage 4, 1 Teilstrich Oberfläche = 3m, 40 nS = 1,5 m u. GOK (Pfeile, x = Gebäude?, xx = Hangfuß, xxx = Weg?.

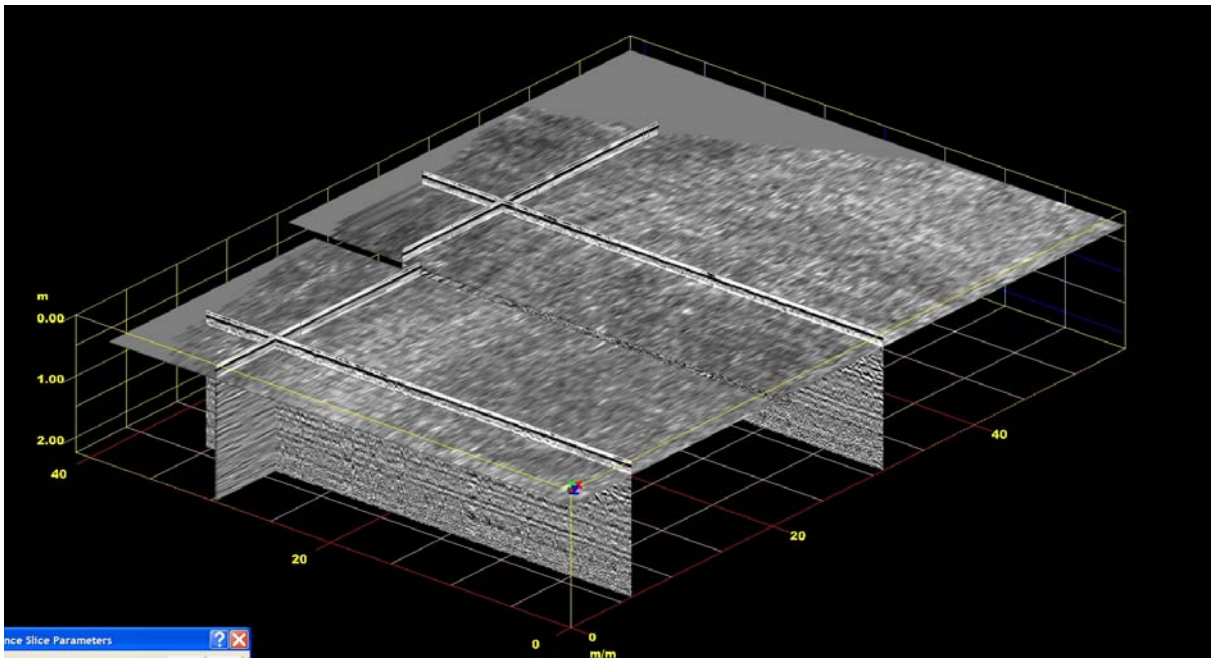


Abbildung 7: 3 D- Blockbild Bodenradar (GPR) mit der 400 MHz Antenne, Blickrichtung von Südost, dargestellt ist Zeitscheibe 5 nS, ca. 20 cm u. GOK.

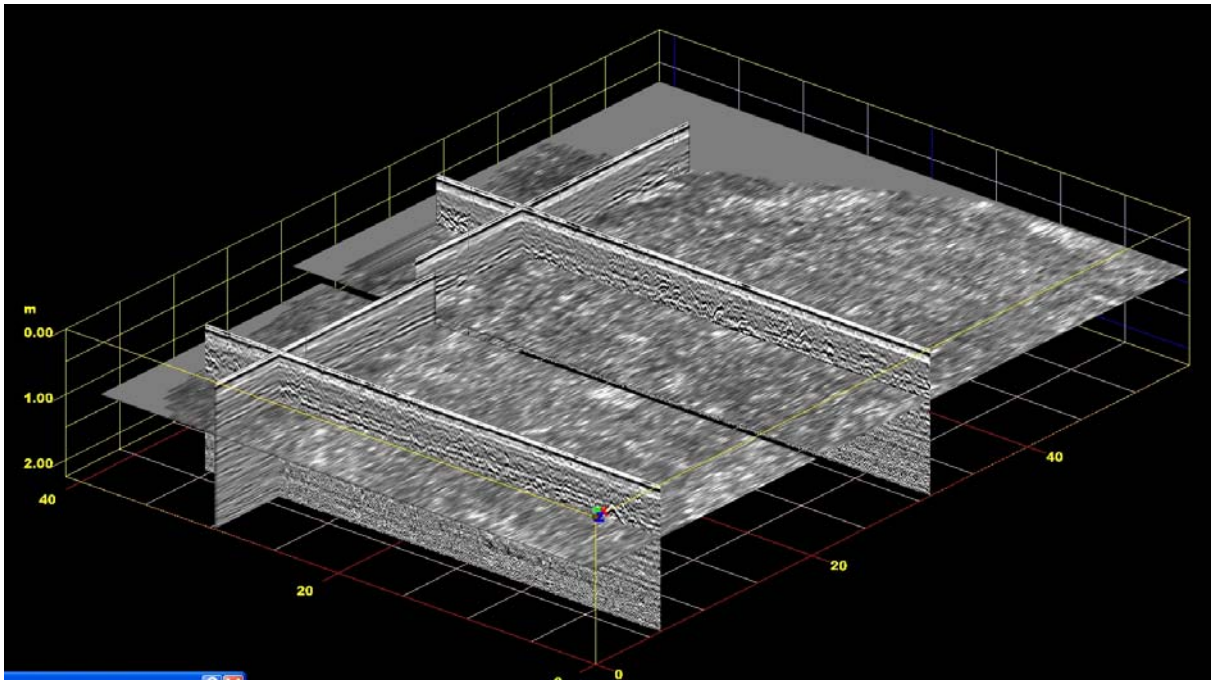


Abbildung 8: 3 D- Blockbild Bodenradar (GPR) mit der 400 MHz Antenne, Blickrichtung von Südost, dargestellt ist Zeitscheibe 21 nS, ca. 80 cm u. GOK.

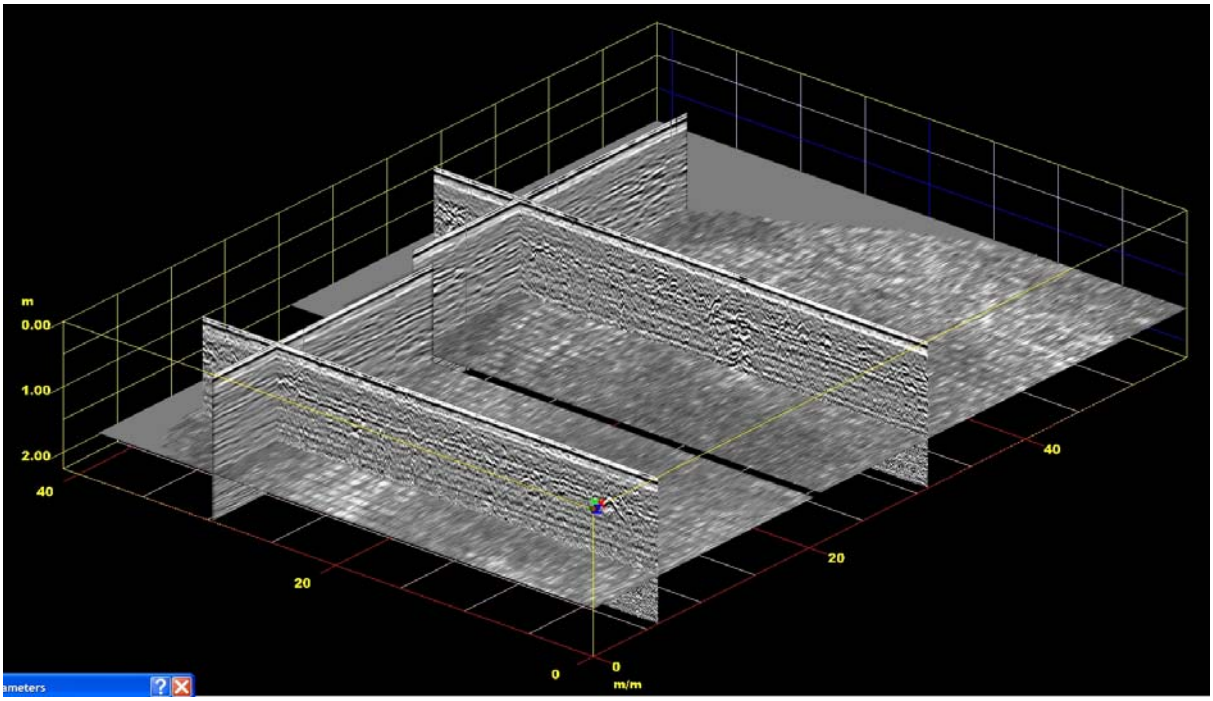


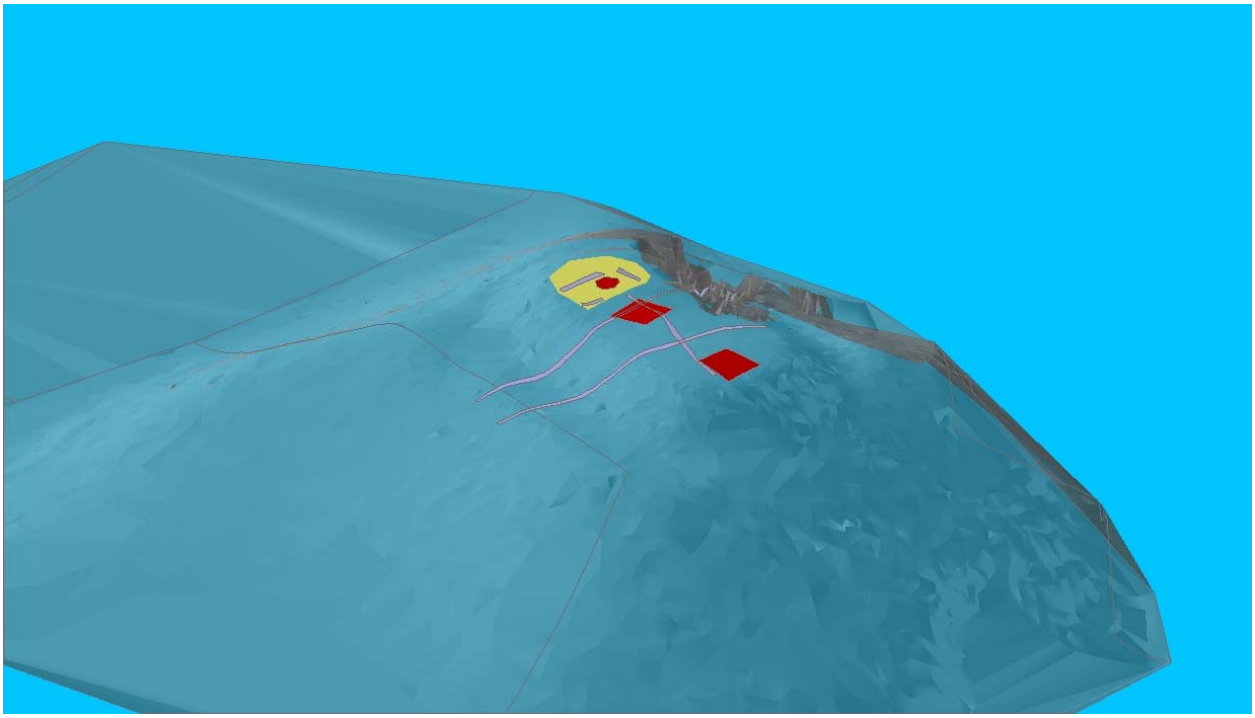
Abbildung 10: 3 D- Blockbild Bodenradar (GPR) mit der 400 MHz Antenne, Blickrichtung von Südost, dargestellt ist Zeitscheibe 40 nS, ca. 150 cm u. GOK. Verdachtsfläche (Fundamente?) geschnitten, vgl Abb. 5.

Abschlussbetrachtung

Die Kartierung mit dem Bodenradar ergänzt mit der Geomagnetik brachte befriedigende Ergebnisse. Sie waren die geeigneten Prospektionsmethoden. Das vom ARV gelieferte Geländemodell ist östlich der Messfläche fehlerhaft. Die Höhen sollten hier korrigiert werden. Nach Absprache mit der Kantonsarchäologie werden dazu die gelieferten LIDAR Daten von uns neu ausgewertet.

Christian Hübner
Freiburg, 06/07/10

3 D - Visualisierung



3D View: Digitales Höhenmodell und Interpretation. Im Osten sollte eine Höhenkorrektur des DGM durchgeführt werden.