



Untersuchungsbericht

Erkundung mit Georadar und Widerstands- kartierung auf archäologische Strukturen: Projektiertes Einkaufszentrum Innenstadt, 78224 Singen

Auftraggeber: ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG, Heegbarg 30,
D-22391 Hamburg, vertreten durch Herrn Volker Stieg

Datum des Auftrags: 21.11.14 auf Grundlage des Angebots 78B-1014 vom 29.10.14

Bearbeiter: Messung Dipl.-Geol. Dr. Martin Waldhör, Dipl.-Geol. Harald Scherzer
Bericht Dipl.-Geophys. Dr. Arno Patzelt

Datum der Messungen: 24. - 27. November 2014

Datum Bericht: 8. Dezember 2014

Bericht-Nr.: TG741-14

Anzahl der Seiten: 16

Anlagen: Anlage 1, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, CD-ROM



Inhalt

1	Aufgabenstellung, Zweck der Erkundung und Vorgehensweise	3
2	Die geophysikalischen Methoden in der Archäologie	3
2.1	Georadar	3
2.2	Geoelektrische Widerstandskartierung	6
2.3	Signifikanz und Unsicherheiten der Verfahren	8
3	Durchführung der Messungen.....	9
3.1	Georadar	9
3.2	Geoelektrische Widerstandskartierung	9
4	Auswertung.....	10
4.1	Datenverarbeitung	10
4.1.1	Georadar	10
4.1.2	Geoelektrische Widerstandskartierung	12
4.2	Befunde und Interpretation	13
4.2.1	Georadar	13
4.2.2	Widerstandskartierung.....	15
5	Zusammenfassung	16

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan der Messflächen
Anlage 2A	Amplitudenbild ca. 0,75 - 1,0 m (Zeitscheibe 15 - 20 ns)
Anlage 2B	Amplitudenbild ca. 1,5 - 2,0 m (Zeitscheibe 20 - 30 ns)
Anlage 2C	Widerstandsbild - Fläche S6
Anlage 3A	Anomaliebereiche auf Amplitudenbild ca. 0,75 - 1,0 m
Anlage 3B	Anomaliebereiche auf Lageplan
CD-ROM	Bericht inkl. Anlagen (PDF), Radargramme, Messdaten, prozessierte Daten, CAD-Dateien mit Messbildern und Referenzen

Verwendete Unterlagen

Plangrundlagen:	CAD-Plan <i>Tachydaten Hohentwielgalerie 09.2012.dwg</i> , übergeben durch Stadtbauamt Singen
-----------------	--

1 Aufgabenstellung, Zweck der Erkundung und Vorgehensweise

In der Innenstadt von Singen, zwischen Bahnhofstraße und Hegaustraße sowie Alpenstraße im Osten und August-Ruf-Straße im Westen, ist der Neubau eines Einkaufszentrums projektiert.

Im Westen der geplanten Baufläche, im Bereich des Cafe Hanser in der August-Ruf-Straße, ist ein merowingerzeitliches Gräberfeld bekannt. Die Ausdehnung des Gräberfeldes nach Osten hin ist unbekannt. Zudem sind im Innenstadtbereich von Singen, einem zentralen Siedlungsbereich über lange Zeiträume, weitere archäologische Befunde im Untergrund zu erwarten. Um im Vorfeld der geplanten Tiefbaumaßnahmen einen ersten Einblick über potentielle archäologische Befunde im Untergrund zu erhalten, regte Herr Dr. Hald, Kreisarchäologie Landratsamt Konstanz, eine geophysikalische Erkundung der Bauflächen an.

Die *Terrana Geophysik* wurde beauftragt, eine geophysikalische Archäoprospektion auf den zugänglichen Freiflächen der projektierten Bauflächen durchzuführen, um mögliche archäologische Befunde im Untergrund zu detektieren. Es kam die Methode des Georadars auf den überwiegend versiegelten Flächen zum Einsatz. Auf einer Teilfläche mit Grasbewuchs kam zusätzlich die Methode der geoelektrischen Widerstandskartierung zum Einsatz.

2 Die geophysikalischen Methoden in der Archäologie

Geophysikalische Messmethoden erkunden den Untergrund zerstörungsfrei durch Messung physikalischer Größen von der Oberfläche aus. Im Folgenden werden die beiden eingesetzten Methoden näher erläutert.

2.1 Georadar

Die Erkundung mit der Methode des Georadars (auch Bodenradar) beruht auf der Reflexion elektromagnetischer Wellen an Störkörpern und Grenzflächen im Untergrund.

Von einer Sendeantenne an der Oberfläche werden Radarwellen ausgesendet, die an Störkörpern oder Schichtgrenzen reflektiert und mit einer Empfangsantenne wieder aufgenommen werden (Bild 1 oben). Dabei werden Laufzeit und Amplitude der zurückkommenden Signale gemessen. Zu einem Objekt oder einer Struktur im Untergrund kann man über die Laufzeit der reflektierten Signale die Tiefenlage der Objektoberkante bestimmen.

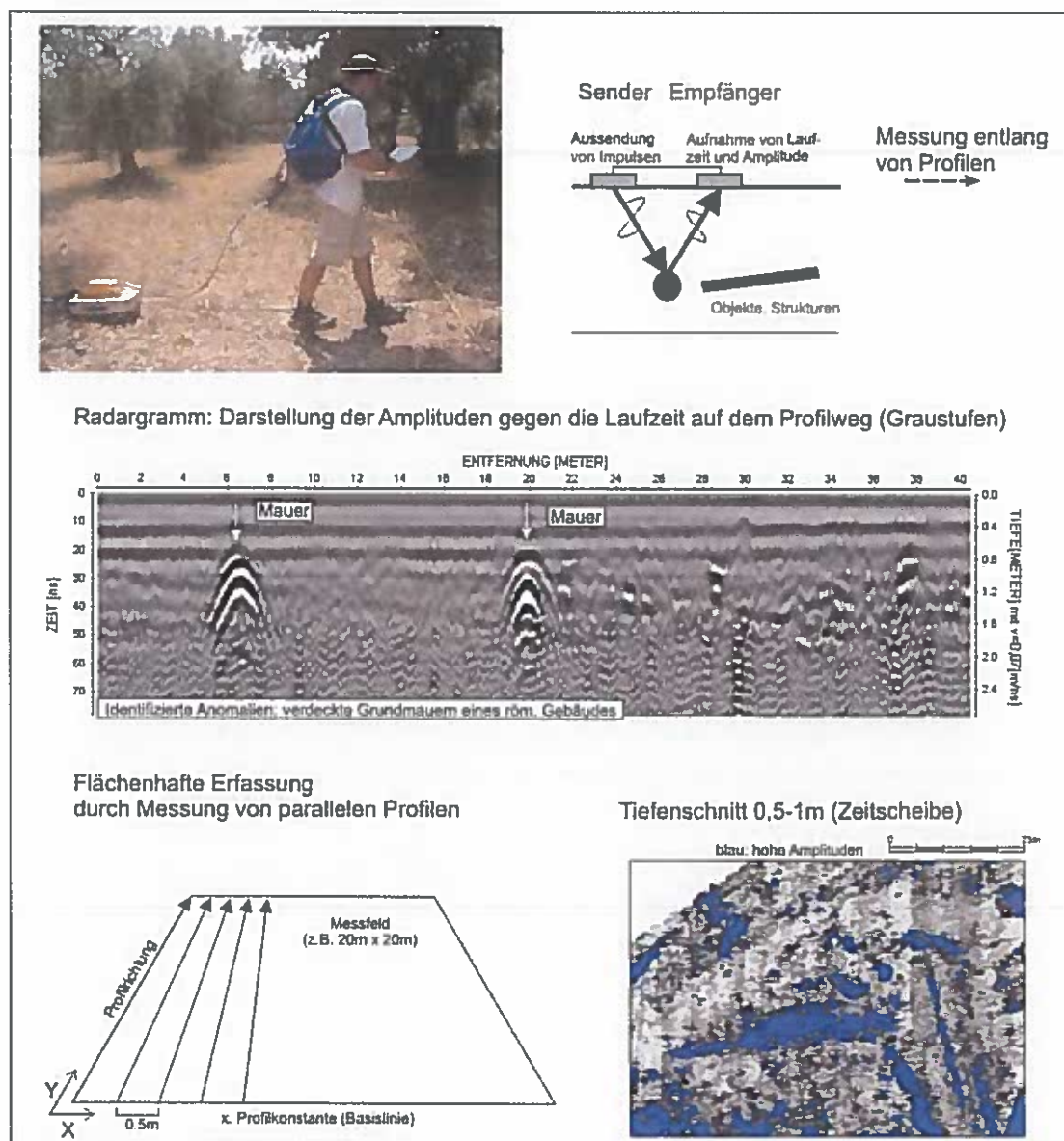


Bild 1: Prinzip der Messung mit dem Georadar. Oben: Prinzip der Messung. Mitte: Radargramm mit Anomalien. Unten: Flächenhafte Messung mit Beispiel eines Tiefenschnitts, der archäologische Strukturen zeigt. Blau = erhöhte Reflexionen.

Es können Frequenzen zwischen 10 MHz und 2000 MHz verwendet werden, wobei bei größeren Frequenzen eine höhere Auflösung, jedoch durch verstärkte Absorption im Boden eine niedrigere Eindringtiefe gegeben ist. Die Verwendung niedrigerer Frequenzen erlaubt eine größere Eindringtiefe, die Auflösungsgenauigkeit von Strukturen hingegen reduziert sich.

Die Darstellung der Messdaten erfolgt in sogenannten Radargrammen (Bild 1 Mitte), in denen die reflektierten Signale in Abhängigkeit von der Laufzeit (in Nanosekunden, ns) bzw. der Tiefe (m) auf einem Profilschnitt dargestellt werden. Die Amplitudenstärke wird in einer Graustufen- oder Farbzuordnung wiedergegeben.

Das Reflexionsvermögen eines Störkörpers oder einer Grenzfläche ist abhängig vom Kontrast in der elektrischen Polarisierbarkeit des Materiales zu seiner Umgebung. Die Maßzahl dafür ist die relative Dielektrizitätszahl ϵ_r . Wasser besitzt die höchste Dielektrizität von $\epsilon_r=81$, Luft die niedrigste mit $\epsilon_r=1$. Gesteine haben Dielektrizitäten von $\epsilon_r=3-30$, abhängig vom Wassergehalt.

Mauern, Steinfundamente, Rohrleitungen oder auch Hohlräume im Untergrund bewirken in der Regel verstärkte Reflexionsamplituden im Vergleich zum umgebenden Bodenmaterial. Stärker durchfeuchtete oder saline Bodenbereiche verursachen ebenfalls verstärkte Reflexionsamplituden.

Um eine flächendeckende Erkundung mit Georadar durchzuführen, werden parallele Profile gemessen (Bild 1 unten links). Die Radargramme werden anschließend lageorientiert zu einem dreidimensionalen Datensatz zusammengeführt. Dieser Datenblock wird zur Interpretation in horizontalen Scheiben aufgeschnitten und analysiert (sog. Zeitscheiben bzw. Tiefenschnitte; Bild 1 unten rechts). Innerhalb dieser Zeitscheiben wird der Betrag der Reflexionsamplituden aufsummiert. Auf diese Weise kommt man zu einer flächhaften Darstellung der zuvor linienhaften Radardaten für verschiedene Tiefenlagen.

Bild 2 zeigt das Beispiel eines lokalisierten Hohraums, links die Montage von zwei orthogonalen Einzelprofilen und rechts den flächigen Tiefenschnitt /Zeitscheibe (Planaufsicht).

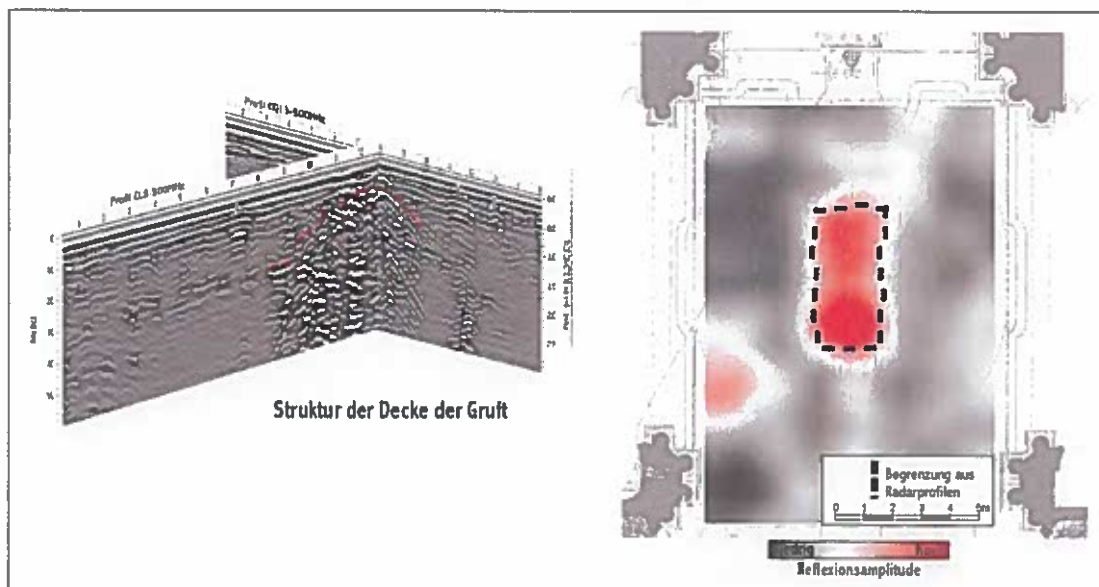


Bild 2: Lokalisierung eines Hohraums (Gruf) im Münster Zwiefalten mit Georadar. Links: Profildarstellung mit zwei senkrecht zueinander verlaufenden Profilen. Rechts: Flächendarstellung der Reflexionsamplitude für einen Tiefenschnitt (1-2 m Tiefe).

2.2 Geoelektrische Widerstandskartierung

Das Prinzip der geoelektrischen Erkundung ist die Messung des scheinbaren elektrischen Widerstandes des Untergrundes über eine Vier-Elektrodenanordnung: Über zwei Stromelektroden wird ein Stromsystem I in den Untergrund eingebracht, zwischen zwei weiteren Elektroden die sich einstellende Spannung U gemessen (Bild 3). Der spezifische elektrische Widerstand (Einheit Ωm) folgt aus dem Quotienten U/I multipliziert mit einem Geometriefaktor, der sich aus den Elektrodenabständen ergibt. Wird der Abstand (Auslage) zwischen den Stromsonden erhöht, dringt das Stromsystem tiefer in den Untergrund ein. Auf diese Weise ist es möglich, zunehmende Tiefenniveaus zu erfassen.

Zur Messung können verschiedene Elektrodenanordnungen verwendet werden. Die Anordnungen *Wenner* und *Schlumberger* sind die am häufigsten verwendeten. Kommt es auf ein hohes laterales Auflösungsvermögen bei gleichzeitig guter Tiefenschärfe an, sollte die *Pol-Dipol*-Anordnung gewählt werden (= *Halbe Schlumberger*).

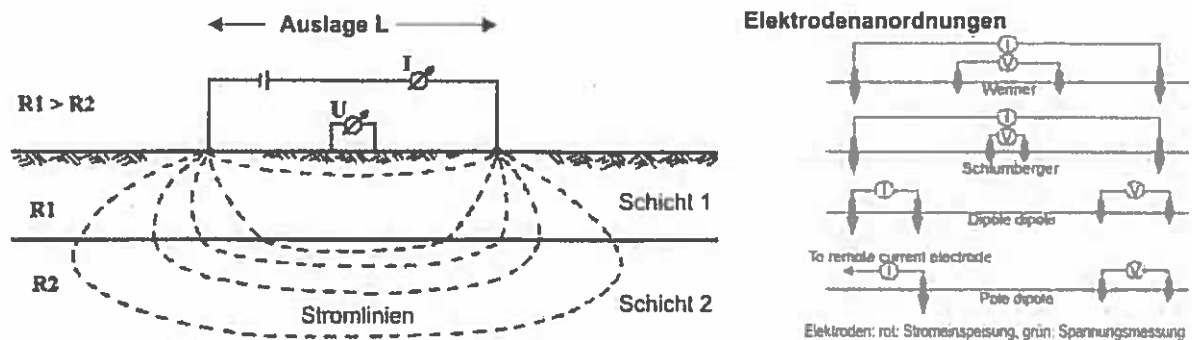


Bild 3: Links: Prinzip der geoelektrischen Messung über vier Elektroden. Rechts: häufigst verwendete Elektrodenanordnungen

Bei der *Geoelektrischen Widerstandskartierung* für archäologische Fragestellungen wird der elektrische Bodenwiderstand mit einer festen Sondenanordnung in einem engmaschigen Raster erfasst. Hierzu wird entlang von parallelen Profilen gemessen mit einem Messpunktabstand von 0,5 m auf dem Profil und 0,5 m oder 1 m zwischen den Profilen (2 bis 4 Messpunkte pro Quadratmeter). Üblicherweise wird die sogenannte *Pol-Pol-Anordnung* (*Twin-Array*) verwendet, bei der eine Strom- und eine Spannungselektrode sich in größerer Entfernung vom Messfeld befinden (Bild 4A). Die Erkundungstiefe liegt etwa im Bereich des Elektrodenabstands A - M (ca. 0,5 bzw. 1 m Tiefe).

Wir verwenden das mehrkanalige Messgerät RM85 von Geoscan Research Ltd. Zwischen drei je 0,5 m separierten Elektroden werden an jedem Aufnahmepunkt drei Messwerte erfasst: zwei Werte für einen Elektrodenabstand von 0,5 m (geringere Eindringtiefe) und ein Wert für 1,0 m Abstand (höhere Eindringtiefe).

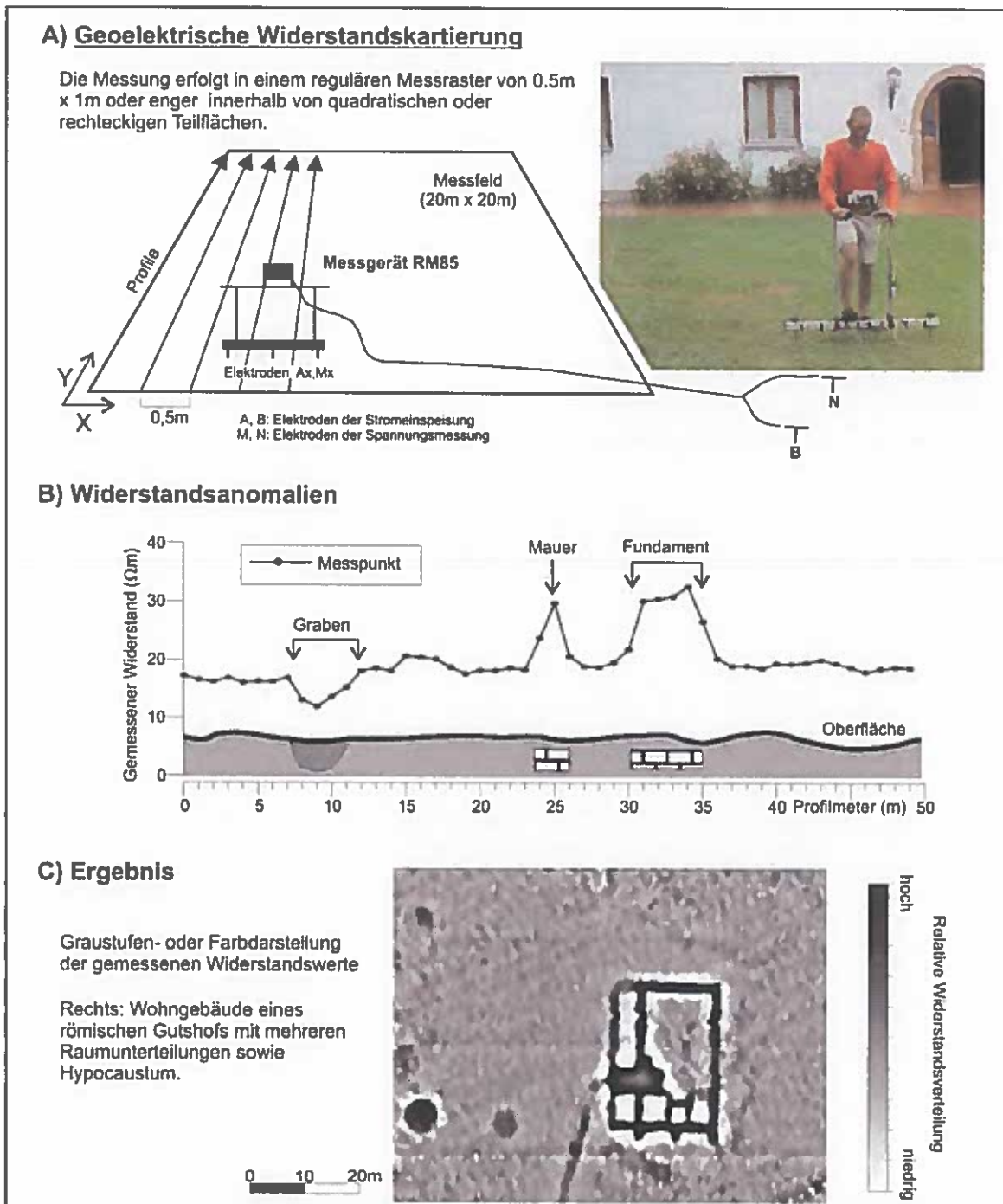


Bild 4: Geoelektrische Widerstandskartierung mit dem Messgerät RM85 (Geoscan Research Ltd.). Gemessen wird der scheinbare spezifische elektrische Widerstand des Untergrundes nahe der Oberfläche

Voraussetzung für den Erfolg der Methode ist das Vorhandensein von messbaren Widerstandskontrasten im Untergrund. Je ungestörter der Untergrund ist, v.a. hinsichtlich moderner Eingriffe, desto höher ist die Aussicht auf Erkundungserfolg. Mauer- und Fundamentreste im Untergrund sind Hindernisse für den Stromfluss und verursachen hierdurch einen erhöhten Widerstandswert (positive Widerstandsanomalie; Bild 4B). Die Methode ist daher im Besonderen geeignet, um steinerne Mauer- und Fundamentreste nachzuweisen. Mit Erde verfüllte Gräben, Gruben, Rinnen und auch Pfosten weisen zumeist einen verringerten Widerstandswert auf, die Ausprägung ist jedoch stark abhängig vom geoelektrischen Kontrast der Verfüllung zum umgebenden Bodenmaterial. Günstige Verhältnisse liegen z.B. bei erdigen Verfüllungen in kiesig-steiniger Umgebung vor.

Die Darstellung der Messwerte erfolgt als Flächendarstellung (Aufsicht) in Form von Graustufen- oder Farbbildern, die die Anomaliestrukturen verdeutlichen (Bild 4C).

2.3 Signifikanz und Unsicherheiten der Verfahren

Geophysikalische Messungen an der Erdoberfläche sind indirekte Erkundungsmethoden. Sie beruhen auf der nachvollziehbaren Messung physikalischer Größen. Ihre Auswertung unterliegt aufgrund der mathematisch-physikalischen Gegebenheiten grundsätzlich dem Mehrdeutigkeitsprinzip. Die Auswertung und Interpretation hat daher den Charakter einer Meinung, die auf im Fachbereich anerkannten Verfahren, Literaturdaten, Bohrergebnissen und eigenen Erfahrungswerten basiert. Es ist prinzipiell nicht möglich, eine Garantie auf lokalisierte Störkörper, interpretierte Materialzusammensetzungen oder berechneten Tiefenlagen zu geben. Die geophysikalischen Befunde müssen mittels Schürfen oder Bohrungen verifiziert werden.

3 Durchführung der Messungen

Die Messungen wurden vom 24. - 27. November 2014 durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Messungen lag trockenes Wetter vor. Zum überwiegenden Teil waren die Messflächen asphaltiert (Parkplätze).

Die Einmessung der Flächen erfolgte mit einem geodätischen GPS Trimble R4 mit differenzieller Sofortkorrektur über SAPOS in einer nominalen Genauigkeit im Freifeld von besser als 3 cm in Lage und Höhe. Die aufgenommenen Messpunkte sind in der CAD-Datei *TG_Georadar_Singen_1114.dwg* auf der Ebene *GPS* enthalten.

3.1 Georadar

Die Georadarmessungen wurden mit einem Georadargerät *IDS Detector Duo* (IDS S.p.A., Pisa, Italy) ausgeführt. Das Gerät verwendet zwei abgeschirmte Antennen mit simultanen Messfrequenzen von 700 MHz und 250 MHz. Pro Spur (Radarimpuls) werden 512 Samples aufgezeichnet mit einem Zeitinkrement von 0,25 ns. Die Eindringtiefe erreicht mit einer Laufzeitregistrierung von 120 ns maximal 6 m, abhängig von der Geschwindigkeit der Radarwellen im Untergrund. Gemessen wurde auf parallelen Profilen im Abstand von 1/3 Meter. Entlang der Profile wurden Reflexionsspuren alle 3 cm aufgezeichnet.

Die Messungen erfolgten auf den zugänglichen Freiflächen der projektierten Baufläche. Die Messflächen inklusive der Lage der einzelnen Radarprofile sind dem Lageplan der **Anlage 1** zu entnehmen. Auf sieben Teilflächen wurden insgesamt 3800 m² prospektiert. Dies entspricht 11.400 mit Georadar aufgenommenen Profilmeter.

3.2 Geoelektrische Widerstandskartierung

Die Widerstandskartierung erfolgte nur auf der unversiegelten Rasenfläche S6. Auf den übrigen, versiegelten Flächen war methodisch bedingt keine Messung möglich (keine Ankopplung der Stromelektroden an den Untergrund).

Für die Widerstandskartierung kam das Messgerät *RM85* zum Einsatz (Geoscan Research, Bradford, U.K.). Zwischen drei je 0,5 m separierten Elektroden wurden an jedem Aufnahmepunkt drei Messwerte erfasst: zwei Werte für einen Elektrodenabstand von 0,5 m (geringere Eindringtiefe) und ein Wert für 1,0 m Abstand (höhere Eindringtiefe). Die Messung wurde in der sogenannten Twin-Anordnung ausgeführt. Der Profilabstand betrug 1 m, auf den Profilen erfolgte alle 0,5 m eine Messung. Daraus ergeben sich fünf Einzelmesswerte pro Quadratmeter.

4 Auswertung

4.1 Datenverarbeitung

4.1.1 Georadar

Die vor Ort auf dem Messrechner abgespeicherten Rohdaten wurden im Büro weiterverarbeitet. Verwendet wurde das Softwarepaket *REFLEXW* (Sandmeier Software, Karlsruhe). Zunächst wurden beide Messfrequenzen (250 MHz und 700 MHz) betrachtet. Da die Messfrequenz 700 MHz eine höhere strukturelle Auflösung hat und bereits eine gute Eindringtiefe von bis zu 2,5 m aufwies, wurde nur diese Messfrequenz für die weitere Auswertung herangezogen.

Die Geschwindigkeit der Radarwellen im Untergrund wurde zu durchschnittlich 0,1 m/ns angenommen und zur Umrechnung in die Tiefenlage verwendet. Die Darstellung der Messdaten erfolgt in sogenannten Radargrammen (Profile) und in flächenhaften Amplitudenbildern (Zeitscheiben oder ‚time slices‘).

In den Radargrammen sind die Reflexionsamplituden farbkodiert entlang des Profils dargestellt. Die Radargramme (Messfrequenz 700 MHz) der gemessenen Profile sind als PDF-Dateien im digitalen Datenanhang auf CD-ROM unter dem Verzeichnis *Radar/Radargramme_PDF* abgelegt.

Steinige Einbauten oder Befestigungen in sandig-kiesiger Umgebung sollten erhöhte Reflexionsamplituden verursachen. Erdige Verfüllungen von Gruben, Gräben oder Kellern dämpfen die Radarwellen und führen zu geringeren Reflexionsamplituden.

Im nachfolgenden sind exemplarisch ausgewählte Radargramme dargestellt.

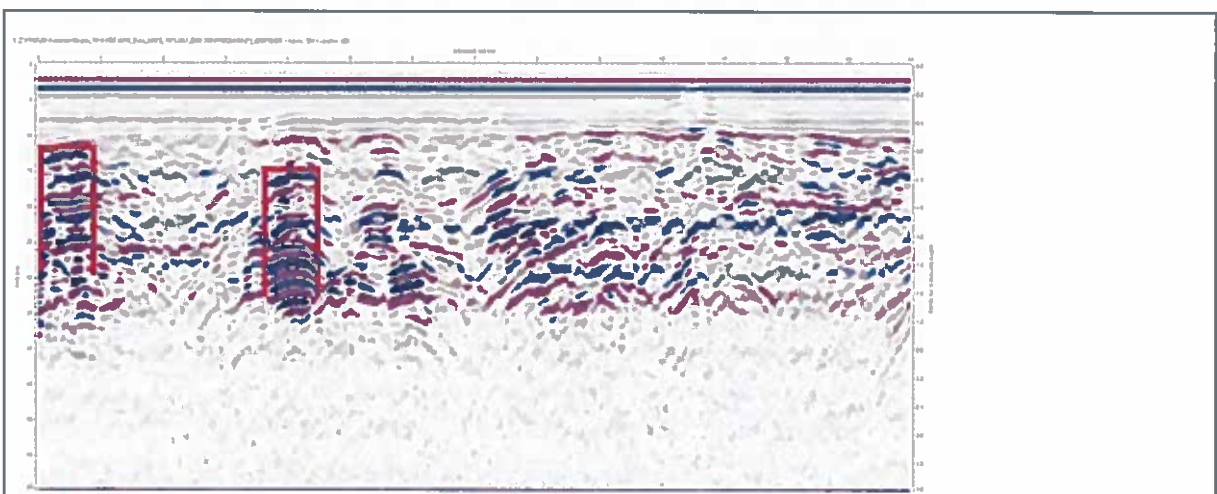


Bild 5: Fläche S1, Radargramm 700 MHz des Profils P3_000110 (bei Profilkonstante 11,0 m) über Anomalie 1 (siehe Anlagen 2A, 2B, 3A). Profillänge 14 m. Rote Markierung: vermutete Mauerreste.

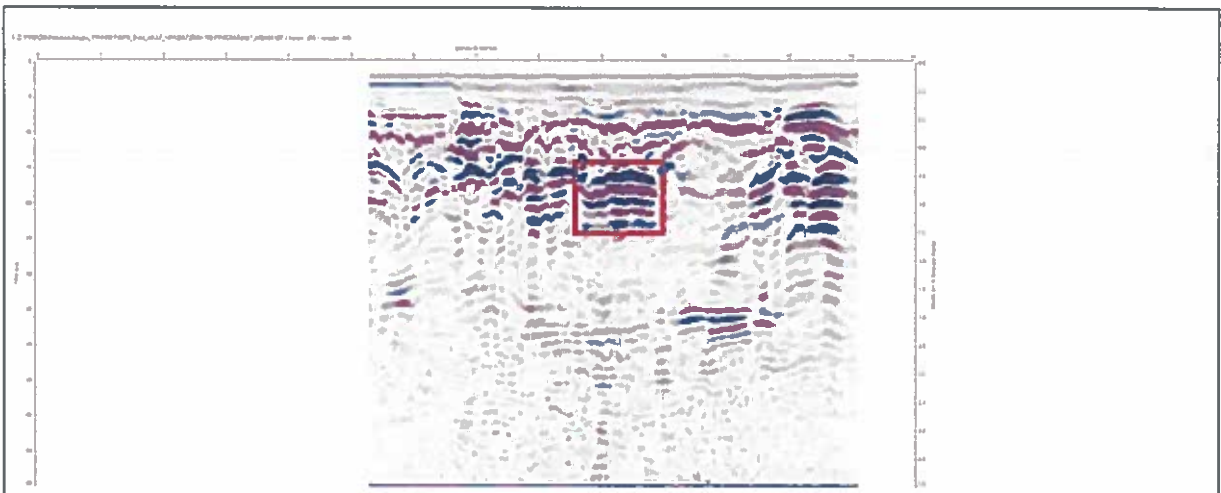


Bild 6: Fläche S7, Radargramm 700 MHz des Profils S7_000243 (bei Profilkonstante 24,3 m) über Anomalie 2 (siehe Anlagen 2A, 2B, 3A). Rote Markierung: Anomaliebereich mit potentieller archäologischer Relevanz..

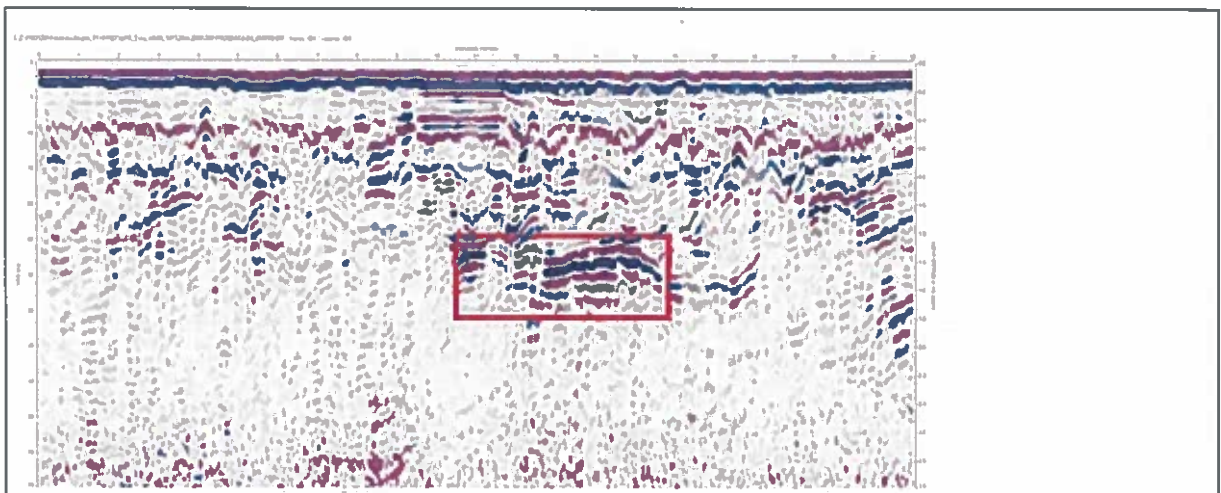


Bild 7: Fläche S6, Radargramm 700 MHz des Profils S6_000100 (bei Profilkonstante 10,0 m) über Anomalie 3 (siehe Anlagen 2A, 2B, 3A). Rote Markierung: Anomaliebereich mit potentieller archäologischer Relevanz.

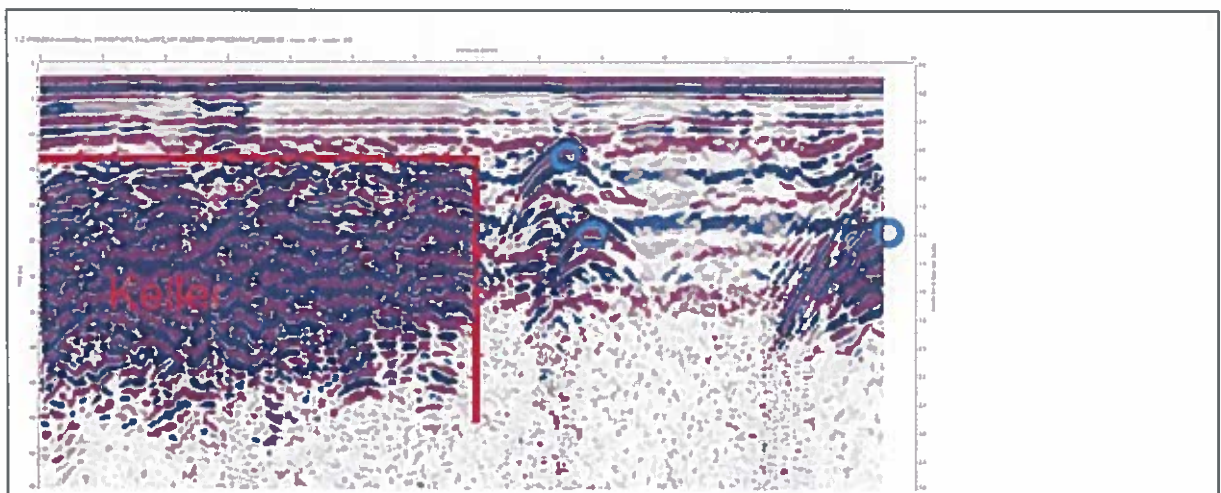


Bild 8: Fläche S2, Radargramm 700 MHz des Profils P2_000263 (bei Profilkonstante 26,3 m) über Anomalie 4 (siehe Anlagen 2A, 2B, 3A). Profillänge 13,5 m. Rote Markierung: vermuteter Keller. Blaue Kreise: Rohrleitungen (z.B. Wasser, Abwasser, etc.).

Um zu einer flächenhaften Darstellung zu gelangen, wurden aus den profilgebundenen Messdaten Amplitudenbilder für die Flächen erstellt. Hierzu wurden die Reflexionsamplituden aus ausgewählten Laufzeitbereichen (Tiefenbereichen) extrahiert und auf der Fläche dargestellt.

Für die Darstellung und Interpretation wurden relevante Amplitudenbilder ausgewählt: Die **Anlage 2A** zeigt Amplitudenbilder für den Zeitbereich von 15 bis 20 ns (Tiefenbereich etwa 0,75 - 1,0 m), **Anlage 2B** die Amplitudenbilder für den Zeitbereich 30 bis 40 ns (Tiefenbereich etwa 1,5 - 2,0 m). Weitere berechnete Amplitudenbilder für die einzelnen Messflächen sind auf der beiliegenden CD-ROM im Verzeichnis *Radar/Zeitscheiben* abgelegt.

4.1.2 Geoelektrische Widerstandskartierung

Die Widerstandskartierung erfolgte nur auf der Wiesenfläche S6. Auf den übrigen, versiegelten Flächen war methodisch bedingt keine Messung möglich

Die Auswertung der geoelektrischen Messungen erfolgte mit dem Softwarepaket *GEO PLOT 3* (Geoscan Research). Die Messwerte wurden in mehreren Prozessingschritten mit verschiedenen Filterverfahren bearbeitet, um mögliche archäologische Strukturen hervorzuheben. Das dargestellte Widerstandsbild gibt niedrige Widerstandswerte in weiß wieder, hohe Werte in dunkelgrau und schwarz.

Mauer- und Fundamentreste im Untergrund verursachen einen erhöhten Widerstandswert. Die Methode ist daher im Besonderen geeignet, um steinerne Mauer- und Fundamentreste oder steinbefestigte Wege und Straßen nachzuweisen. Erdig verfüllte Gräben, Gruben oder Keller dürften sich bei homogenen, kiesig-sandigen Bodenverhältnissen durch etwas verringerte Widerstandswerte abzeichnen. Die Aussagekraft in Bezug auf verfüllte Gruben ist jedoch in der Regel begrenzt.

Anlage 2C zeigt das Widerstandsbild der prozessierten Messdaten für die Auslage A-M = 0,5 m (Erkundungstiefe ca. 0,3 - 0,8 m) im Lageplan.

4.2 Befunde und Interpretation

4.2.1 Georadar

In der **Anlage 3A** sind aufgefundene Georadar-Anomalien von möglicher archäologischer Relevanz auf dem Amplitudenbild eingetragen. Die Bewertung von Anomaliebereichen erfolgte auf Grundlage der kombinierten Betrachtung der Amplitudenbilder und der Radargramme. Die **Anlage 3B** schließlich zeigt die Anomalien im Lageplan.

Signifikante Anomalien wurden in den Anlagen 3A, 3B mit den Ziffern 1 bis 4 bezeichnet. Der Zusatz *f* deutet auf flacher liegende Befunde (ca. 0,75 - 1 m), der Zusatz *t* auf tiefer liegende Befunde (ca. 1,5 - 2 m) hin.

Zu den Anomalien im Einzelnen:

Am signifikantesten in Hinblick auf archäologische Strukturen ist die Anomalie 1 im Osten. Es handelt sich um eine etwa 13 m lange Aneinanderreihung von fünf Rechtecken mit einer Ausrichtung parallel zur Bahnhofstraße. Die Rechtecke haben eine Breite von 2 - 3,3 m und eine Länge von etwa 3,5 m. Ein gerundetes Linear umgibt diese Struktur mit knapp 2 m Abstand im Süden und Westen. Die Anomalien (siehe auch Bild 5) deuten auf Mauern hin. Es könnte sich hierbei um eine ehemalige Häuserreihe handeln.

Auf der westlichen Messfläche S7 findet sich etwa in der Mitte ein Anomaliebereich, der sich aus einer flacheren Anomalie 2f und einer tiefer liegenden 2t zusammensetzt, die sich teilweise überlappen. Das Bild 6 zeigt ein Radargramm aus dem Überlappungsbereich. Die Anomalien zeigen stärkere Reflexionsamplituden, was auf Veränderungen in der Bodenzusammensetzung hinweist. Diese können durch anthropogene Bodeneingriffe oder geologische Variationen bedingt sein. Auffällig ist die etwa rechteckige Form der tiefer liegenden Anomalie 2f mit einer Ausdehnung von 5,7 x 3 m und einer Ausrichtung in etwa parallel zur nördlichen Grundstücksgrenze.

Die Anomalie 3t (siehe auch Bild 7) ist eine etwa rechteckige Anomalie von ca. 6 x 7 m Ausdehnung. Das folgende Bild 9 zeigt drei Zeitscheiben der Fläche und verdeutlicht die Geometrie der Anomalie. Die starken Reflexionsamplituden (dunkelviolette Farbtöne) könnten auf Mauer- und Fundamentstrukturen und damit auf die Reste eines Gebäudes hindeuten.

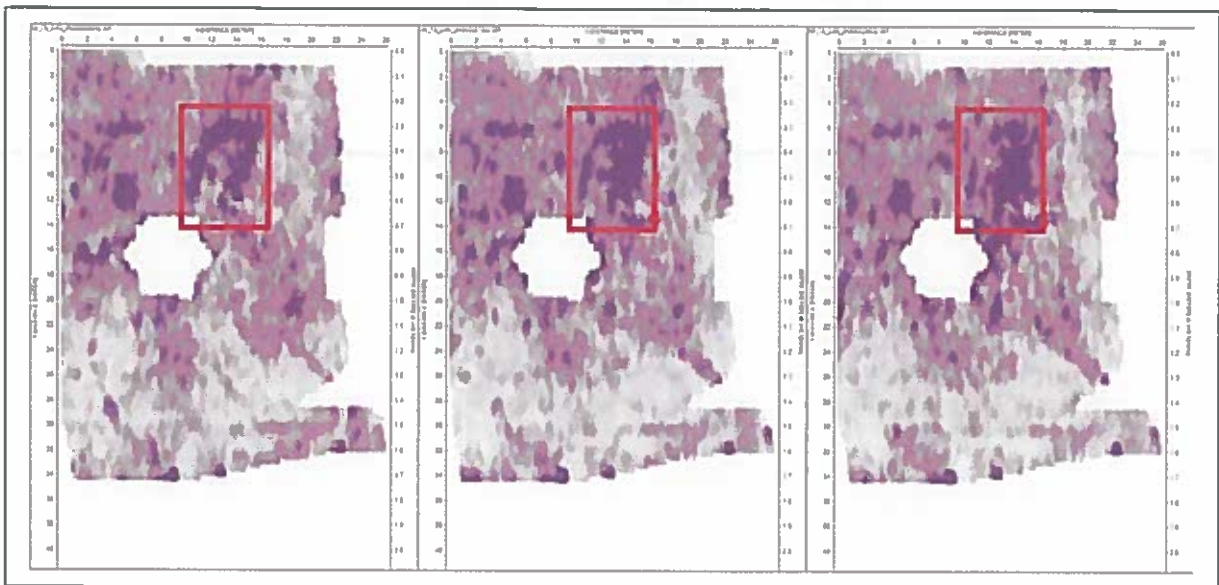


Bild 9: Fläche S6, Zeitscheiben 25-27 ns (Tiefe ca. 1,3 m), 27-29 ns (1,4 m) und 29-31 ns (1,5 m). Innerhalb der roten Markierung sind starke Reflexionsamplituden (dunkelviolet) erkennbar, die auf Mauer- und Fundamentstrukturen hindeuten.

Weitere Anomaliebereiche von möglicherweise archäologischer Relevanz sind in den beiden Anlagen 3A/3B mit roten Linien umrandet. Insbesondere auf der Fläche S3 (Parkplatz Thurgauer Straße) finden sich mehrere derartige Anomalien. Die Analyse der Einzelradargramme weist jedoch tendenziell eher auf geologisch bedingte Bodenvariationen hin.

Westlich der Fläche S7 ist ein merowingerzeitliches Gräberfeld bekannt, das vermutlich auf die Fläche S7 hineinreicht. Die westliche Hälfte der Fläche S7 zeigt in den Amplitudenbildern ein relativ unruhiges Reflexionsmuster, das vielfältige Ursachen haben kann (Geologie, moderne Bodeneingriffe, archäologische Strukturen). Neben der oben bereits erwähnten Anomalie 2 zeigen sich auch kleinere Bereiche mit im Vergleich zur Umgebung geringeren Reflexionsamplituden. Diese sind in den Anlagen 3A/3B mit grünen Kreisen markiert. Es ist denkbar, dass sie durch erdig verfüllte Gruben in einer kiesig-sandigen Umgebung verursacht sind, und damit auf potentielle Grabgruben hindeuten. Diese Befunde sind aber insgesamt als schwach einzustufen.

Weitere, sehr starke lineare Anomalien, die zudem häufig auf im Lageplan verzeichnete Schächte hinlaufen, stellen wahrscheinlich überwiegend (Rohr-)Leitungen dar. Sollte ein Abgleich mit Spartenplänen im Einzelfall keine Übereinstimmung ergeben, könnten hier ältere Leitungsrohre, eventuell aber auch die Reste von Mauern vorliegen.

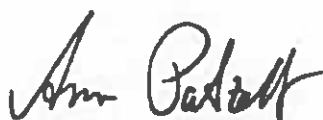
4.2.2 Widerstandskartierung

Im Widerstandsbild sind keine eindeutigen Strukturen hoher Widerstandswerte erkennbar, die auf Mauer- oder Fundamentstrukturen im Untergrund hindeuten. Ansteigende Widerstandswerte treten vor allem an den Rändern der Grünfläche auf und sind wohl als angrenzende Auffüllungen (z.B. Schotter) zu interpretieren.

Das nur auf der CD-ROM hinterlegte Widerstandsbild der tiefer eindringenden Messkonfiguration erbrachte keine weiteren Erkenntnisse.

5 Zusammenfassung

- Auf den zugänglichen Freiflächen des geplanten Einkaufszentrums in der Innenstadt von Singen wurde eine geophysikalische Archäoprospektion mit Georadar durchgeführt. Auf sieben, überwiegend versiegelten Flächen wurden insgesamt 11.400 Profilmeter Georadar gemessen. Eine Fläche (Rasenfläche) wurde zudem ergänzend mit einer geoelektrischen Widerstandskartierung erkundet.
- Die Messungen mit Georadar ergaben mehrere Anomaliebereiche, die möglicherweise eine archäologische Signifikanz aufweisen:
- Im Osten der geplanten Baufläche zeigt sich eine etwa 13 x 3,5 m große rechteckige Anomaliestruktur mit mehreren Unterteilungen. Es könnte sich hierbei um Mauer- und Fundamentreste einer ehemaligen Häuserzeile handeln. Weitere, weniger signifikante Anomalien deuten auf Bereiche hin, in denen möglicherweise archäologisch relevante Befunde vorliegen. Es kann sich aber ebenso um geologisch bedingte Strukturen handeln oder Strukturen, die durch moderne Bodeneingriffe zustande kommen. Die Hinweise auf potentielle Grabgruben sind insgesamt als schwach anzusehen.
- Die geoelektrische Widerstandskartierung ergab keine archäologisch signifikanten Befunde.
- Es wird empfohlen, die ausgewiesenen Anomalien durch Grabungen unter archäologischer Fachaufsicht auf ihre archäologische Relevanz hin zu prüfen.



Dr. Arno Patzelt / Dipl.-Geophysiker


Mitglied der Deutschen Geophysikalischen Gemeinschaft

Mitglied im BGD-Ausschuss Geophysikalische Mess- und Beratungsunternehmen

Mitglied der International Society of Archaeological Prospection







 0 20m


Lage der Messflächen Georadar
 Rote Linien: Profile Georadar
S1...S7
 Fläche S5 etwa 1 - 1,5 m abgeteilt im Vergleich zur Umgebung

Messgerät: Georadar: IDS Detektor Duo, simultane Messung von 250 und 700 MHz
 Plangrundlage: Tachydaten Höhenwägalerie 09.2012.dwg
 (georefrenziert, Koordinaten: Gauß-Krüger)

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG	
Archäoprospektion mit Georadar - EKZ Innenstadt Singen	
Lageplan der Messflächen	
Anlage 1	
Projekt-Nr.	TG1741-14
Datum	08.12.14
Zeichner	Dr. Patzelt
Prüfer	Dr. Winkler
Maßstab	1:500
Format	A3

Terrana
Geophysik
 Dr. Patzelt & Partner
 Dipl.-Geophysiker & Dipl.-Landmesser
 Ziegelstraße 15, D-72118 Hechingen, Tel. +49-7141-9331324
 Fax 9331325, email: terrana.geophysik@t-online.de




 0 20m

Amplitudenbild:
 hellgrau = niedrige, schwarz = hohe Reflexionsstärke
**Aufsummierte Reflexionsamplituden im
 Tiefenbereich von etwa 0,75 bis 1,0 m unter Gelände**

Messgerät: Georadar: IDS Detector Duo, simultane Messung von 250 und 700 MHz
 Plangrundlage: Tachydaten Hohenwielgalerie 09.2012.dwg

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG	
Archäoprospktion mit Georadar - EKZ Innenstadt Singen	
Amplitudenbild ca. 0,75 - 1,0 m ("Zeitscheibe" 15 - 20 ns)	Anlage 2A
Terrana Geophysik Dr. Pätzold & Partner Dipl.-Geophysiker & Dipl.-Ingenieur Zoostraße 15, D-72116 Munningen, Tel. +49 (0) 71 91 71 11 00 Fax 91 91 89, email: terrana.geophysik@gmx.de	TG741-14 09.12.14 Dr. Pätzold Dr. Waldhör 1:500 A3






Amplitudenbild:
 hellgrau = niedrige, schwarz = hohe Reflexionsstärke

Aufsummierte Reflexionsamplituden im Tiefenbereich von etwa 1,5 bis 2,0 m unter Gelände

Messgerät: Georadar: IDS Detector Duo, simultane Messung von 250 und 700 MHz
 Plangrundlage: Tachydistan Höhenmaßgabe 09.2012.dwg

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG	
Archäoprospektion mit Georadar - EKZ Innenstadt Singen	
Amplitudenbild ca. 1,5 - 2,0 m ("Zeitscheibe" 30 - 40 ns)	08.12.14
Terrana Geophysik Dr. Patzelt & Partner Dipl.-Geophysiker & Dipl.-Geodäten Zoostraße 15, D-72116 Hechingen, Tel. +49 (0) 71 93-91188 Fax 91139, mail: terrana.geophysik@t-online.de	Dr. Patzelt Dr. Winkler 1:500 A3

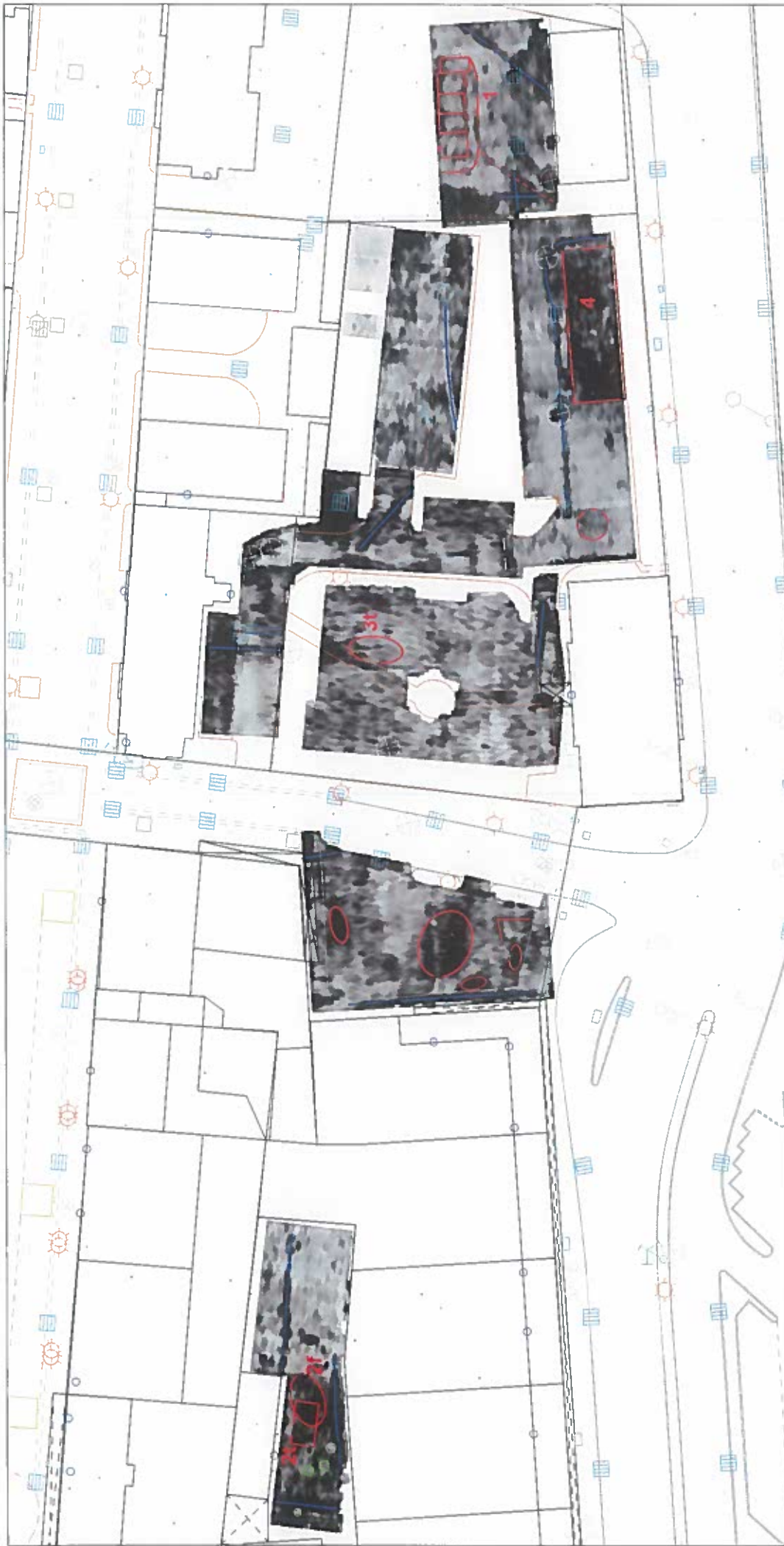



 0 20m

Widerstandsbild / Resistogramm:
 weiss, hellgrau = niedrige Widerstandswerte
 dunkelgrau, schwarz = hohe Widerstandswerte

Messgerät: Widerstandskartierung: RMBS (Geoscan Research)
 Plangrundlage: Technischen Höhenmessung 09.2012.dwg

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG Archäoprojektion mit Georadar - EKZ Innenstadt Singen	
Widerstandsbild - Fläche S6	Anlage 2C
Terrana Geophysik Dr. Pätzelt & Partner Dipl.-Geophysiker & Dipl.-Geologen Ziegelstraße 15, D-73116 Nürtingen, Tel. +49-(0)7143-91388 Fax 91389, e-mail: terrana.geophysik@t-online.de	Projekt-Nr.: TG741-14 Datum: 08.12.14 Auftraggeber: Dr. Pätzelt Maßstab: Dr. Winkler Blattgröße: 1:500 Format: A3



0 20m

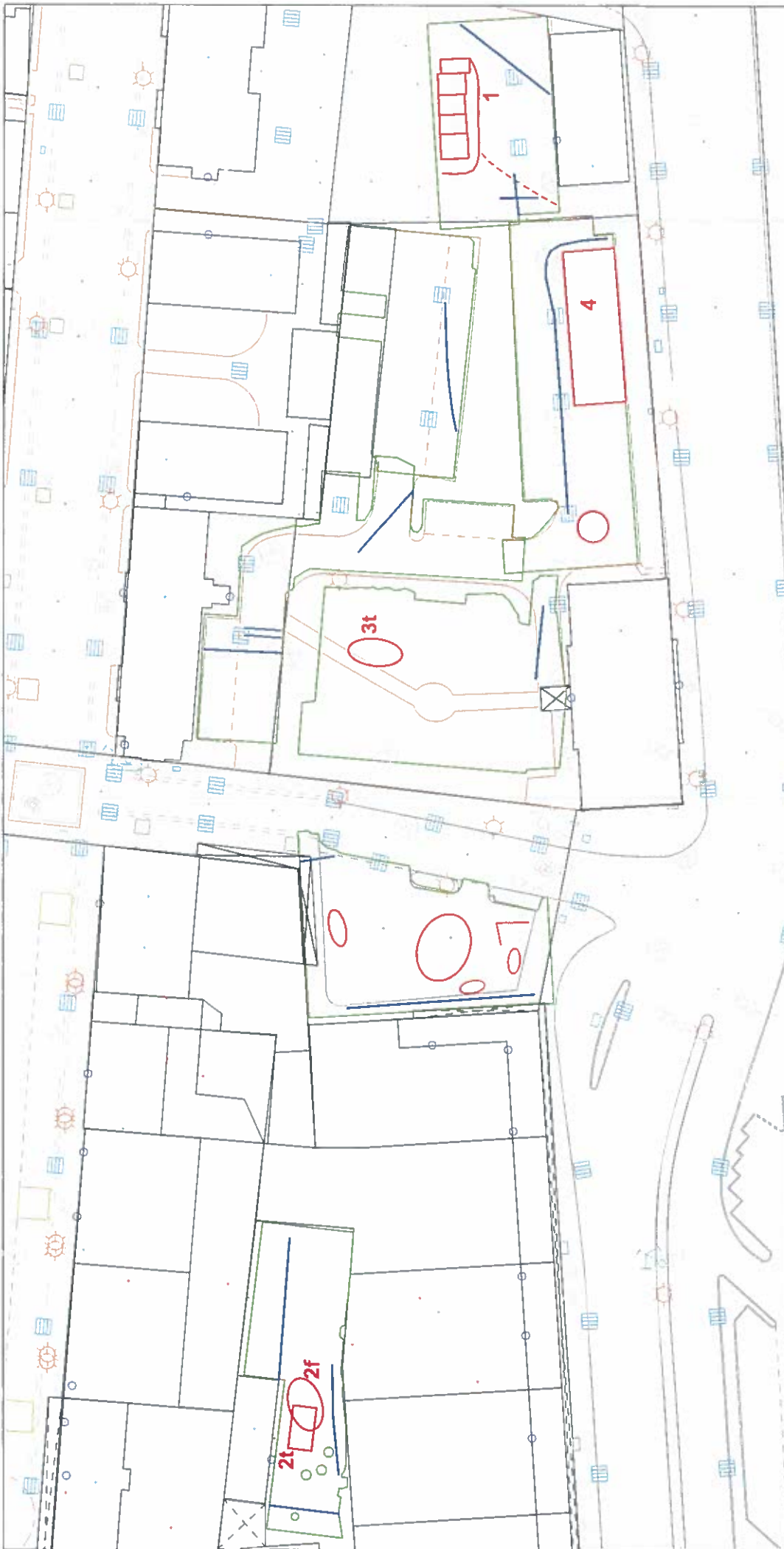
Anomaliebereiche
(siehe Text für Details)

1 ... 4 Signifikante Anomalien
Zusatz f / i: tief / flach

Anomalien - erdige Verfüllungen?
Hinweis auf Grabgruben?

Lineare Anomalien: Vermutete (Rohr-)Leitungen,
im Einzelfall auch Reste von Mauern möglich

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG	
Archäoprospedition mit Georadar - EKZ Innenstadt Singen	
Anomaliebereiche auf Amplitudenbild ca. 0,75 - 1,0 m	Anlage 3A
Terrana Geophysik	TG741-14 08.12.14
Dr. Patzelt & Partner Dipl.-Geophysiker & Dipl.-Geologen	Dr. Patzelt
Zoostraße 15, D-72116 Nürtingen, Tel. +49 (0) 714 31-3188	Dr. Waldhör
Fax 91383, email: terrana.geophysik@ece.de	1:500 A3



0 20m

Anomaliebereiche
(siehe Text für Details)

1 ... 4 Signifikante Anomalien
Zusatz f / t: tief / flach

Anomalien - erdige Verfüllungen?
Hinweis auf Grabgruben?

Lineare Anomalien: Vermutete (Rohr-)Leitungen,
im Einzelfall auch Reste von Mauern möglich

Plangrundzüge: Tachydaten HohenWeiselens 09.2012.dwg

ECE Projektmanagement GmbH & Co. KG	
Archäoprospktion mit Georadar - EKZ Innenstadt Singen	
Anomaliebereiche auf Lageplan	
Projekt	Archäo-ABC, Nr.
Plan Nr.	TG741-14
Stand	08.12.14
Geplant	Dr. Peitzel
Geplant	Dr. Weidhür
Skala	1:500
Format	A3
Terrana Geophysik	
Dr. Peitzel & Partner	
Dipl.-Geophysiker & Dipl.-Geologen	
Zoostraße 15, D-72116 Markgröningen, Tel. +49 (0) 7143-91388	
Fax 813181, mail: terrana.geophysik@t-online.de	

Anlage 3B