


Gemeinsame Anwendung von Magnetik und EMI auf dem archäologischen Fundort Elusa (Israel)

N. Pickartz¹, B. Tezkan (Institut für Geophysik und Meteorologie, Universität zu Köln),
 M. Heinzelmann (Archäologisches Institut, Universität zu Köln) ¹pickartz@geo.uni-koeln.de

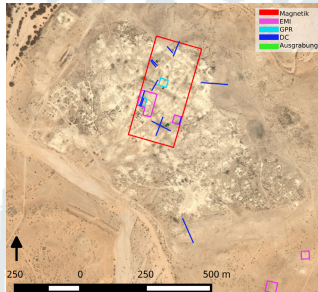


EINLEITUNG



Die antike Stadt Elusa, am nördlichen Rand der Negev-Wüste gelegen, wurde im 3. Jh. v. u. Z. vom Volk der Nabatäer als Karawanserei an einer Handelsroute für Gewürze und Weihrauch von der Arabischen Halbinsel über Petra bis hin zum Mittelmeer gegründet. Während der Kaiserzeit entwickelte sich Elusa zum größten städtischen Zentrum mit dem einzigen bekannten Theater des Negev. In frühbyzantinischer Zeit erlebte die Stadt eine zweite Phase der Prosperität, in der ein Bischofssitz eingerichtet und neben einer Kathedrale weitere Kirchen erbaut wurden. Die Stadt wurde vermutlich im 7. Jh. n. u. Z. aufgegeben. 2005 wurden Elusa und weitere Städte im Negev als Kulturdenkmal "Weihrauchstraße und Wüstenstädte im Negev" ins UNESCO-Welterbe aufgenommen. Trotz der großen Bedeutung der Stadt ist, abgesehen von punktuellen Ausgrabungen, bislang wenig über ihre städtebauliche Gestalt und Entwicklung bekannt.

KAMPAGNEN



In Zusammenarbeit mit dem Archäologischen Institut der Universität zu Köln wurden neue Untersuchungen durchgeführt.

April 2013:

- Magnetik: Cäsiumdampfsensoren (GeoMetrics)
 - großflächige Kartierung der Totalfeldstärke (ca. 7 von 40 ha)
- Bodenradar (GPR): 400 MHz Antenne (GSSI)
 - zwei Flächen à 30 m × 30 m innerhalb der Magnetikkartierung

Februar und März 2015:

- Archäologische Ausgrabungen und Surveys
- Elektromagnetische Induktion (EMI): CMD Mini-Explorer (GF Instruments)
 - insgesamt 6100 m² in unzusammenhängenden Teilstücken kontinuierlich gemessen
 - teils in horizontal (HCP) und vertikal (VCP) koplanger Spulenordnung, teils nur VCP
 - Vergleichsprofile mit Punktmessungen für HCP und VCP
- Multielektrodengeoelektrik (DC): Lippmann 4 Point Light (LGM)
 - 12 Profile u.a. zur Kalibrierung der EMI-Messung

MAGNETIK

Abbildung 3 zeigt das magnetische Anomaliefeld basierend auf den Messungen der Totalfeldstärke. Die Daten wurden mit fünf Prozessierungsschritten aufbereitet (vgl. hierzu [1], [2] und [3]). Die archäologische Interpretation der Daten, im Rahmen derer bisher unbekannte Straßen und Mauerzüge lokalisiert wurden, lieferte neue Erkenntnisse über den innerstädtischen Aufbau von Elusa. Die Flächen für die Testmessungen mit dem EMI-System sowie die Bereiche der Ausgrabungen wurden u.a. auf Grundlage dieser Messungen ausgewählt. Die 30 m × 30 m große Vergleichsfläche (Abbildung 3, rechts) wurde ausgesucht, da sich in der Magnetik deutliche Anomalien abzeichnen, die mit archäologischen Befunden korreliert werden können.

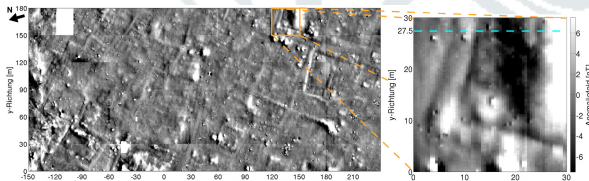


Abbildung 3 zeigt die Kartierung des magnetischen Anomaliefelds. Links: gesamt untersuchte Fläche. Rechts: Ausschnitt zum Vergleich mit EMI- und DC-Messungen. Das DC-Profil liegt bei y = 27,5 m (blaue Strichlinie).

- ### REFERENZEN
- [1] Ciminale, M. and M. Laddo (2001), Aspects of Magnetic Data Processing, *Archaeological Prospection*, 8, 239-46.
 - [2] Eder-Hinterleitner, A., W. Neubauer, and P. Melicher (1996), Restoring Magnetic Anomalies, *Archaeological Prospection*, 3, 185-97.
 - [3] Pickartz, N. (2014), *Über die Auswertung und Modellierung von Magnetik- und Bodenradardaten des archäologischen Fundorts Elusa (Israel)*; Köln: Universität zu Köln, Institut für Geophysik und Meteorologie, Masterarbeit.

EMI

Die Rohdaten der scheinbaren spezifischen Leitfähigkeit und der In-Phase-Komponente für HCP und VCP des CMD Mini-Explorers auf der Vergleichsfläche sind in Abbildung 4 dargestellt. Das Gerät besitzt drei verschiedene Empfängerspulen im Abstand s von 0,32 m, 0,71 m und 1,18 m zur Sendespule, woraus sich jeweils drei verschiedene Erkundungstiefen von 0,25 m, 0,5 m und 0,9 m für VCP sowie 0,5 m, 1,0 m und 1,18 m für HCP ergeben. Ebenso wie in der Magnetik (Abbildung 3) ist in den EMI-Messungen die L-förmige Anomalie zu erkennen, allerdings deutlicher in den scheinbaren spezifischen Leitfähigkeiten als in der In-Phase. Die zwei parallelen Linien dieser Struktur werden jedoch durch die EMI-Messungen nicht aufgelöst, es ist nur eine breite Anomalie zu erkennen. Auch die flächige Anomalie in der rechten oberen Ecke des Messfelds hat eine unterschiedliche Form in den Ergebnissen der beiden Methoden.

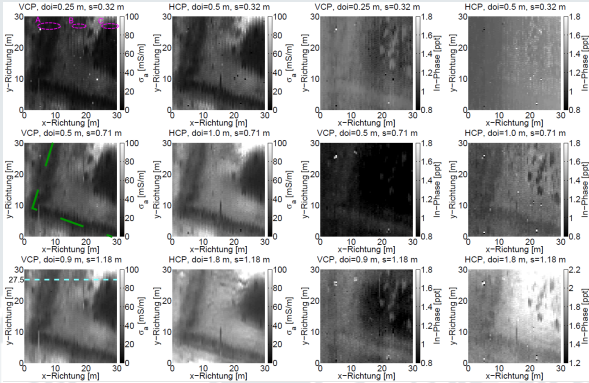


Abbildung 4 zeigt die Kartierung der EMI-Messwerte. Linke Hälfte: scheinbare spezifische Leitfähigkeit der VCP (erste Spalte) und HCP- (zweite Spalte) Messung der drei verschiedenen Spulenabstände s und der daraus resultierenden Erkundungstiefe doi . Rechte Hälfte: entsprechende Abbildungen wie oben für die In-Phase-Komponente. In der linken Spalte sind zusätzlich markiert: Korrelation zum DC-Profil (magenta, vgl. Abb. 6), Skizzierung der archäologischen Anomalie (grün) und Lage des DC-Profiles (hellblau).

Insbesondere in der In-Phase-Komponente sind in der rechten oberen Ecke des Messfelds viele kleinräumige Anomalien zu sehen. Vor Ort im Messgebiet wurden die dort größten wachsenden Sträucher, mit einer Höhe von bis zu 50 cm, mit einem Differential GPS eingemessen (Abbildung 5). Die Auswertung mit einem GIS zeigt eindeutig, dass diese Anomalien mit dem Bewuchs und der damit verbundenen Änderung der Tragehöhe des EMI zusammenhängt.

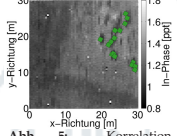


Abbildung 5 zeigt die Korrelation zwischen per DGPS eingemessenen Bewuchs und Anomalien in der In-Phase-Komponente.

DC

Das Inversionsergebnis der Dipol-Dipol-Messungen mit einem Elektrodenabstand von 50 cm des Profils bei 27,5 m auf der Vergleichsfläche (vgl. Abbildung 3) ist in Abbildung 6 dargestellt. Die scheinbaren spezifischen Leitfähigkeiten aller EMI-Kombinationen korrelieren qualitativ vor allem mit dem oberflächennahen Bereich des DC-Modells (magentafarbene Markierung).

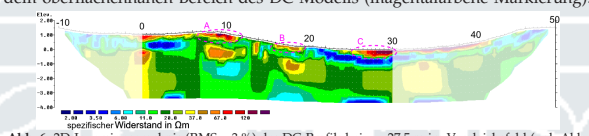


Abbildung 6 zeigt das 2D-Inversionsergebnis (RMS = 3 %) des DC-Profiles bei $y = 27,5$ m im Vergleichsfeld (vgl. Abb. 3, rechts). Der hervorgehobene Profilschnitt liegt innerhalb des Vergleichsfelds. Gemessen wurde in Dipol-Dipol-Konfiguration mit einem Elektrodenabstand von 50 cm. Die mit A, B und C markierten schlechten Leiter korrelieren gut mit den EMI-Messungen.

AUSBLICK

Auswertung der Messungen der Kampagne 2015:

- Inversion der DC-Profile
- Kalibrierung der EMI-Messungen mithilfe der DC-Modelle
- 1D-Inversion der EMI-Messungen und Erstellung von Quasi-2D- und Quasi-3D-Untergrundmodellen

Für Frühjahr 2016 ist eine weitere Kampagne mit Ausgrabungen und der Erweiterung der Magnetikprospektion geplant.

DANKSAGUNG

Besonderer Dank gilt dem Forschungszentrum Jülich für die Zuverfügungstellung des CMD Mini Explorers für die Kampagne im Jahr 2015. Weiterhin danke ich allen Teilnehmern der Ausgrabungskampagne 2015 für die Unterstützung und die angenehme Atmosphäre vor Ort.