



Publikationen des Deutschen Archäologischen Instituts

Tivadar Vida, Daniel Winger (Volume editors), Szólád I: Das langobardenzeitliche Gräberfeld: Mensch und Umwelt

Tim Schüler, Mark Opelt
**Kartierung des Magnetfeldgradienten zur archäologischen
Prospektion eines Gräberfeldes bei Szólád im März 2005 und im
März 2007**

Römisch-Germanische Forschungen Band 76

<https://doi.org/10.34780/7b64-65ct>

Herausgebende Institution / Publisher:
Deutsches Archäologisches Institut

Copyright (Digital Edition) © 2024 Deutsches Archäologisches Institut
Deutsches Archäologisches Institut, Zentrale, Podbielskiallee 69–71, 14195 Berlin, Tel: +49 30 187711-0
Email: info@dainst.de | Web: <https://www.dainst.org>

Nutzungsbedingungen:

Mit dem Herunterladen erkennen Sie die [Nutzungsbedingungen](#) von iDAI.publications an. Sofern in dem Dokument nichts anderes ausdrücklich vermerkt ist, gelten folgende Nutzungsbedingungen: Die Nutzung der Inhalte ist ausschließlich privaten Nutzerinnen / Nutzern für den eigenen wissenschaftlichen und sonstigen privaten Gebrauch gestattet. Sämtliche Texte, Bilder und sonstige Inhalte in diesem Dokument unterliegen dem Schutz des Urheberrechts gemäß dem Urheberrechtsgesetz der Bundesrepublik Deutschland. Die Inhalte können von Ihnen nur dann genutzt und vervielfältigt werden, wenn Ihnen dies im Einzelfall durch den Rechteinhaber oder die Schrankenregelungen des Urheberrechts gestattet ist. Jede Art der Nutzung zu gewerblichen Zwecken ist untersagt. Zu den Möglichkeiten einer Lizenzierung von Nutzungsrechten wenden Sie sich bitte direkt an die verantwortlichen Herausgeber*innen der jeweiligen Publikationsorgane oder an die Online-Redaktion des Deutschen Archäologischen Instituts (info@dainst.de). Etwaige davon abweichende Lizenzbedingungen sind im Abbildungsnachweis vermerkt.

Terms of use:

By downloading you accept the [terms of use](#) of iDAI.publications. Unless otherwise stated in the document, the following terms of use are applicable: All materials including texts, articles, images and other content contained in this document are subject to the German copyright. The contents are for personal use only and may only be reproduced or made accessible to third parties if you have gained permission from the copyright owner. Any form of commercial use is expressly prohibited. When seeking the granting of licenses of use or permission to reproduce any kind of material please contact the responsible editors of the publications or contact the Deutsches Archäologisches Institut (info@dainst.de). Any deviating terms of use are indicated in the credits.

TIVADAR VIDA / DANIEL WINGER
(HERAUSGEBER)

SZÓLÁD I

DAS LANGOBARDENZEITLICHE GRÄBERFELD:
MENSCH UND UMWELT

RGK



TIVADAR VIDA / DANIEL WINGER
(HERAUSGEBER)

SZÓLÁD I

RÖMISCH-GERMANISCHE FORSCHUNGEN

BAND 76

zugleich

MONUMENTA GERMANORUM ARCHAEOLOGICA HUNGARIAE

BAND 7

RÖMISCH-GERMANISCHE KOMMISSION
DES DEUTSCHEN ARCHÄOLOGISCHEN INSTITUTS ZU FRANKFURT A. M.
INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN DER
EÖTVÖS LORÁND UNIVERSITÄT ZU BUDAPEST
INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGIE, GEISTWISSENSCHAFTLICHES
FORSCHUNGSZENTRUM DES EÖTVÖS LORÁND FORSCHUNGSNETZWERKES
ZU BUDAPEST
UNGARISCHES NATIONALMUSEUM ZU BUDAPEST

RÖMISCH-GERMANISCHE KOMMISSION
INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGISCHE WISSENSCHAFTEN DER
EÖTVÖS LORÁND UNIVERSITÄT
INSTITUT FÜR ARCHÄOLOGIE, GEISTWISSENSCHAFTLICHES
FORSCHUNGSZENTRUM DES EÖTVÖS LORÁND FORSCHUNGSNETZWERKES
UNGARISCHES NATIONALMUSEUM

Szólád I

Das langobardenzeitliche Gräberfeld: Mensch und Umwelt

HERAUSGEGEBEN VON
TIVADAR VIDA UND DANIEL WINGER

MIT BEITRÄGEN VON
KURT W. ALT, LÁSZLÓ BARTOSIEWICZ, UTA VON FREEDEN, ERIKA GÁL,
SÁNDOR GULYÁS, FERENC GYULAI, ISABELLE KOLLIG,
KYRA LYUBLYANOVICS, CHRISTIAN MEYER, MARK OPELT,
KÁROLY PENKSZA, ÁKOS PETŐ, DÉNES SALÁTA, TIM SCHÜLER,
PÉTER SKRIBA, BALÁZS PÁL SÜMEGI, PÁL SÜMEGI,
HEINRICH THIEMEYER, TÜNDE TÖRŐCSIK, TIVADAR VIDA UND
DANIEL WINGER

REICHERT VERLAG • WIESBADEN • 2022

XVI, 358 Seiten mit 187 Abbildungen, 4 Diagrammen, 29 Tabellen und 73 Tafeln

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie;
detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

© 2022 by Römisch-Germanische Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts /
Dr. Ludwig Reichert Verlag Wiesbaden
ISBN: 978-3-7520-0654-4

Alle Rechte, vor allem der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.
Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet, dieses Buch oder
Teile daraus auf fotomechanischem Wege (Fotografie, Mikroskopie) zu vervielfältigen oder
unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten und zu verbreiten.

Redaktion: Hans-Ulrich Voß, Römisch-Germanische Kommission Frankfurt a. M.

Formalredaktion: Johannes Gier, Römisch-Germanische Kommission Frankfurt a. M.

Bildredaktion: Oliver Wagner, Römisch-Germanische Kommission Frankfurt a. M.

Satz: Susanne Biegert, Bonn

Druck: Bonifatius GmbH Druck – Buch – Verlag, Paderborn

Printed in Germany

Printed on fade resistant and archival quality paper (PH 7 neutral) • tcf

Inhaltsverzeichnis

ZUM GELEIT. <i>Von Eszter Bánffy und Kerstin Hofmann</i>	VII	KARTIERUNG DES MAGNETFELDGRADIENTEN ZUR ARCHÄOLOGISCHEN PROSPEKTION EINES GRÄBERFELDES BEI SZÓLÁD IM MÄRZ 2005 UND IM MÄRZ 2007. <i>Von Tim Schüler und Mark Opelt</i>	55
VORWORT. <i>Von Tivadar Vida und Daniel Winger</i>	IX	GRABANLAGEN UND BEFUNDE IN DEM LANGOBARDENZEITLICHEN GRÄBERFELD VON SZÓLÁD. <i>Von Uta von Freeden</i>	67
BIBLIOGRAPHIE ZUM LANGOBARDENZEITLICHEN GRÄBERFELD SZÓLÁD.	XV	KATALOG UND TAFELN DER BEFUNDE VON SZÓLÁD. <i>Von Uta von Freeden</i>	144
DER WEITE BLICK DER AHNEN – LAGE UND AUSGRABUNG DES LANGOBARDENZEITLICHEN GRÄBERFELDES VON SZÓLÁD, KOMITAT SOMOGY, UNGARN. <i>Von Péter Skriba, Tivadar Vida und Daniel Winger</i>	1	ANTHROPOLOGISCHE UNTERSUCHUNG DER MENSCHLICHEN SKELETTRESTE AUS DEM LANGOBARDENZEITLICHEN GRÄBERFELD VON SZÓLÁD. <i>Von Christian Meyer, Isabelle Kollig und Kurt W. Alt</i> ..	253
ENVIRONMENTAL HISTORY OF AN EMBAYMENT OF LAKE BALATON NEAR SZÓLÁD FROM THE LATE GLACIAL TO THE MIGRATION AGE. <i>By Sándor Gulyás, Tünde Töröcsik, Balázs Pál Sümegi and Pál Sümegi</i>	19	ANTHROPOLOGISCHER KATALOG. <i>Von Isabelle Kollig und Kurt W. Alt</i>	295
ANALYSE DER PFLANZENRESTE EINER BLOCKBERGUNG AUS GRAB 13 VON SZÓLÁD: POLSTERUNG DES GRABES – REKONSTRUKTION DER LANDSCHAFT. <i>Von Károly Penksza</i>	31	MAMMALIAN AND BIRD REMAINS FROM THE LANGOBARD PERIOD CEMETERY OF SZÓLÁD. <i>By Erika Gál</i>	311
RESULTS OF THE ARCHAEOBOTANICAL ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC SEDIMENT SAMPLES FROM SZÓLÁD. <i>By Ferenc Gyulai, Dénes Saláta and Ákos Pető</i>	35	A HORSE SKELETON FROM THE LANGOBARD PERIOD CEMETERY OF SZÓLÁD: AN ARCHAEOZOOLOGICAL STUDY. <i>By Kyra Lyublyanovics</i>	329
SZÓLÁD – ERGEBNISSE DER BODENKUNDLICHEN UNTERSUCHUNGEN 2007. <i>Von Heinrich Thiemeyer</i>	47	FISH REMAINS FROM THE LANGOBARD PERIOD CEMETERY OF SZÓLÁD. <i>By László Bartosiewicz</i>	343
		ORTSREGISTER	355

Kartierung des Magnetfeldgradienten zur archäologischen Prospektion eines Gräberfeldes bei Szólád im März 2005 und im März 2007

Von Tim Schüler und Mark Opelt

EINLEITUNG

Im Januar 2005 fragte Frau von Freeden (Römisch-Germanische Kommission) beim Thüringischen Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie an, ob es möglich wäre im Vorfeld der geplanten Grabung im Bereich eines vermuteten Gräberfeldes bei Szólád in Ungarn geophysikalische Messungen kurzfristig durchzuführen. Die bereits für das Frühjahr 2005 angesetzte Grabung sollte das Umfeld eines völkerwanderungszeitlichen Grabes erkunden, welches bei Erdarbeiten für den Bau einer Zubringerstraße zur Autobahn M7 südlich des Balatons im Jahr 2003 entdeckt wurde. Die Angaben zur Prospektionsfläche bestanden vorerst nur aus wenigen Fotos zur Fundstelle. Diese zeigten das Grab an dem durch den Straßenbau neu entstanden Hang. Deshalb wurde vereinbart, zunächst das weitere Umfeld möglichst effizient zu scannen, damit ein erster Überblick entsteht und im Anschluss die geplante Grabungsfläche genauer festzulegen. Es wurden zwei Mess-tage für die Prospektion im März 2005 eingeplant und es sollte zunächst nur die Eignung der Magnetfeldgradienten-Kartierung geprüft werden. Aus der Rettungsgrabung von 2003 war bekannt, dass sich auch Siedlungsbefunde in relativ großer Dichte in der Umgebung des Grabes befinden. Eine erste Auswertung des Übersichtsscans noch vor Ort ergab eine auffällige Konzentration von Anomalien, die auf verfüllte Gruben hindeuteten und offenbarte damit die prinzipielle Eignung der Methode. Daraufhin erfolgte eine archäologische Grabung im Spätsommer 2005, die eine gute Übereinstimmung weiterer Gräber und Siedlungsbefunde mit den Messergebnissen der Geomagnetik zeigte. Um das Gräberfeld in seiner Gesamterstreckung zu erfassen, wurde die Prospektionsfläche in einer zweiten Messkampagne im März 2007 nach Süden erweitert. Zudem wurden in ausgewählten Bereichen Wiederholungsmessungen mit engerem Profilabstand unternommen, um die zum Teil sehr schwachen magnetischen Signaturen der langobardenzeitlichen Gräber sicherer abzubilden. Die naturräumlichen Voraussetzungen für eine geomagnetische Erkundung sind im vorliegenden Fall günstig. Die Mess-

flächen lagen auf dem Übergang einer Kuppe zu einem nach Südwesten abfallenden Hang auf der Ostseite eines zum Balaton entwässernden Seitentales¹. Die Oberfläche war nicht in intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und der Bewuchs der Gras- bzw. Ödlandflächen gestattete jahreszeitbedingt eine gute Begehbarkeit. Der Untergrund ist bis in größere Tiefen homogen und relativ feinkörnig, wie der Einschnitt für den Straßenbau zeigte. Auf der bodenkundlichen Karte in *Abbildung 1* sind für die Kuppe Löss und für die Hanglagen schluffig-sandige Locker-sedimente (Deluvialer Gesteinschutt Aleurit)² kartiert. Den Talgrund bilden Auesedimente (fQh Flusssediment in Aggregaten). Die genauen Grenzen der bodenkundlichen Einheiten lassen sich aus der Karte maßstabsbedingt nicht bestimmen. Es könnte jedoch ein Wechsel der Bodenarten von den nördlichen Messflächen zu den südlichen Teilen vorliegen. Einzig nachteilig für die Gradientenkartierung wirkte sich die Siedlungsnähe des Messareals zum Ort Szólád aus, da so mit einem erhöhten Eintrag von Eisenteilen zu rechnen war. Dies bestätigte sich in den Messergebnissen. Auf einzelnen Flurstücken ist eine größere Dichte von oberflächennahen, kleineren dipolförmigen Anomalien zu verzeichnen, die auf Eisenteile zurückzuführen ist.

Im Anschluss an die Feldkampagnen wurde jeweils ein Bericht erstellt, der für die Planung der weiteren Arbeiten herangezogen wurde. Diese Ergebnisberichte bilden die Grundlage für die vorliegende Publikation.

- 1 Siehe Beitrag SKRIBA / VIDA / WINGER in diesem Band.
- 2 Vgl. Beitrag THIEMEYER in diesem Band.

PROSPEKTIONSMETHODE

In beiden Kampagnen wurde das Fluxgate-Gradiometer FM36 der Firma Geoscan Research verwendet. Das FM36 besitzt zwei Fluxgate-Sensoren, die vertikal in einem Abstand von 0,5 m zueinander angeordnet sind und simultan die Vertikalkomponente der magnetischen Induktion des Erdmagnetfeldes erfassen³. Die Wertedifferenz zwischen beiden Sensoren wird im Takt eines externen Triggers im Messgerät gespeichert. Durch eine Anpassung der Triggerfrequenz an die Laufgeschwindigkeit des Messenden ist mit dem FM36 eine punktgenaue Wertaufnahme im gewünschten Messpunktabstand möglich.

Da somit kein Absolutwert des Magnetfeldes ermittelt wird, sondern die Magnetfelddifferenz bzw. -änderung entlang der Strecke zwischen den Sensoren, spricht man von einer Gradientenmessung respektive von einem Gradiometer, obwohl es sich genaugenommen, aufgrund des

endlichen Sensorabstandes um einen Pseudogradienten handelt. Eine solche Gradientenmessung hat den Vorteil, dass zeitlich variierende Störgrößen in gleicher Weise auf beide Sensoren wirken und deshalb bei der Differenzbildung kompensiert werden. Zudem ist das Gradientenfeld des Magnetfeldes sensitiver gegenüber oberflächennahen Strukturen im Boden als die einfache Vektorkomponente oder das magnetische Totalfeld, sodass das Magnetogramm einer Gradientenmessung oberflächennahe Strukturen deutlicher und detailreicher abbildet⁴. Die Eckpunkte des Prospektionsrasters wurden von dem ungarischen Grabungsteam in Landeskoordinaten (Egységes Országos Vetületi Rendszer [EOV]) eingemessen. Dadurch ließen sich der Grabungsplan und die Magnetik-Kartierung sehr genau zusammenführen.

MESSSTRATEGIE

Allgemein gilt: Die Wahl der Messpunktdichte ist immer ein Kompromiss zwischen Messgenauigkeit und -fortschritt. Um ein Untersuchungsgebiet in einem vorgegebenen Zeitraum magnetisch zu kartieren kann eine bestimmte maximale Messpunktdichte nicht überschritten werden. Eine minimale Messpunktdichte ist durch die Abmessung der erwarteten archäologischen Struktur festgelegt. Im Fall der Unvereinbarkeit beider Extrema kann auf Grundlage einer ersten übersichtshaften Kartierung mit relativ grobem Messpunktraster in sich dabei ergebenden Verdachtsbereichen verdichtend nachkartiert werden.

In einer ersten Messkampagne 2005 folgte aufgrund der zu diesem Zeitpunkt unbekanntem Erstreckung des Langobarden-Gräberfeldes die Ausführung einer anfangs möglichst großflächigen magnetischen Übersichtskartierung allseitig um die im Zuge der Baumaßnahme offenbar gewordene Fundstelle. Durch den Geländeeinschnitt der neugebauten Straße ergaben sich drei getrennte Teilflächen, deren 20 m × 20 m Pflockraster jeweils den Geländegegebenheiten angepasst waren und somit in Lage und Orientierung nicht zusammenhängen.

Innerhalb von 3 Tagen wurde eine Übersichtsmessung im Punktabstand von 1,00 m × 0,25 m und nach erster Datenauswertung eine Detailmessung von 0,25 m × 0,25 m durchgeführt. Es sind 40 20 m × 20 m-Felder im groben Raster und 16 5 m × 20 m-Felder im feinen Raster gemessen wurden. Das entspricht einer Fläche von 16.000 m² in grobem Raster und 1.600 m² in feinem Raster.

In einer zweiten Messkampagne 2007 lag der Vergleich der Magnetogramme von 2005 mit den Ergebnissen einer zwischenzeitlich unternommenen archäologischen Grabung vor. Es zeigte sich zu diesem Zeitpunkt, dass die schwachen Magnetfeldanomalien der langobardenzeitlichen Grabanlagen für eine hinreichend gute Auflösung im Magnetogramm einen Messpunktabstand von 0,25 m × 0,25 m erfordern. Entsprechend wurden die Messungen 2007 hauptsächlich in diesem Punktabstand durchgeführt, wobei im östlichen Teil der Prospektionsfläche zugunsten des Messfortschritts der Punktabstand auf 0,25 m × 0,50 m erhöht wurde.

Die ungarischen Geodäten, die 2005 die Rasterlegung für die Messflächen übernahmen, griffen das Raster system der Südfläche wieder auf und erweiterten dieses nach Süden. Die gewollte Überschneidung der Messflächen beider Kampagnen betrug ca. 3.400 m², sodass bei der 2007 kartierten Gesamtfläche von ca. 6.000 m², 2.600 m² auf die Flächenerweiterung, hauptsächlich nach Süden, entfielen.

3 CLARK 1990.

4 ASPINALL u. a. 2008.

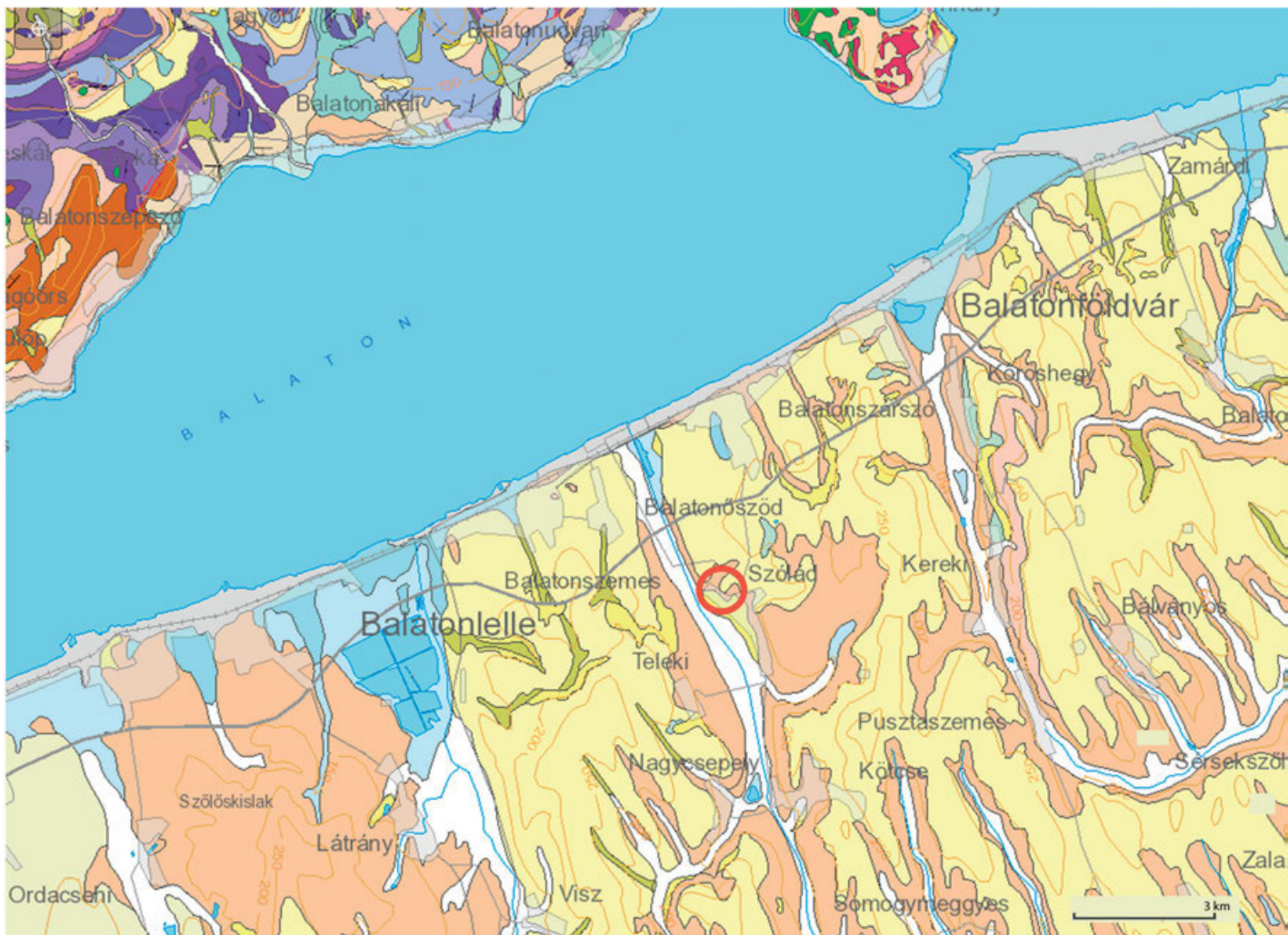


Abb. 1. Szólád. Geologische Karte des Umfeldes der Messflächen im Zentrum des roten Kreises.

DATENBEARBEITUNG

Die Software *Geoplot 1.2* diente zum Auslesen der Messwerte aus dem FM36. Mit der Software *Geoplot 3.0* konnten die Teilflächen zueinander arrangiert werden und als xyz-Datei exportiert werden. Mit einer von den Autoren eigenentwickelten Software *MagKor* des TLDA wurden die Rohdaten bezüglich Drift-, Offset- und Parallaxenfehler für die Berichterstellung in den Jahren 2005 und 2007 korrigiert. Die Software *Surfer 16* fand Verwendung in der graphischen Darstellung der Ergebnisse. Mit der *open source* Software *QGIS 3.16* erfolgten die Georeferenzie-

rung der Magnetogramme und die Darstellung der Ergebnisse über einem Orthofoto. Alle Messwerte wurden 2020 mit den neusten Versionen der Programme noch einmal prozessiert. Dadurch konnten geringfügige Verbesserungen hinsichtlich der Eliminierung der gerätespezifischen Fehler erreicht werden. Auch wurde bei der erneuten Bearbeitung auf eine Filterung der Daten durch Interpolation verzichtet. Dadurch ist die Sicherheit bei der Interpretation der Anomalien deutlich höher, auch wenn das zu Lasten von „schöneren“ Abbildungen geht.

ERGEBNISSE

Abbildung 2 zeigt ein entzerrtes Luftbild aus dem Jahr 2007 mit einem Abschnitt der neu gebauten Straße und den 2005 und 2007 magnetisch prospektierten Flächen⁵. Das Design der Teilflächen richtete sich nach der archäologischen Fragestellung, also der Suche nach weiteren langobardenzeitlichen Gräbern in der Umgebung des Erstfundes und den Geländegegebenheiten vor Ort. Blau und gelbgrün sind hier die kartierten Flächen aus 2005 markiert, rot gestrichelt die aus 2007.

Abbildung 3 zeigt über dem Luftbild aus 2007 die Magnetogramme der Messkampagne aus 2005 in einem Dynamikbereich von -10 bis $+10$ nT. Noch innerhalb dieser Kampagne erfolgten auf Grundlage einer Erstausswertung der Messergebnisse erste Wiederholungsmessungen mit dichterem Messraster ($0,25\text{ m} \times 0,25\text{ m}$) in einem Kernbereich, hier gelbgrün markiert. In diesem Bereich trat eine Häufung von schwach positiven Anomalien auf, deren Erscheinungsform auf archäologische Ursachen hinwies.

In *Abbildung 4* sind zwei Magnetogramme des Kernbereiches dargestellt. Das linke Magnetogramm ist im Raster der anfänglichen Übersichtsmessung von $1,00\text{ m} \times 0,25\text{ m}$ erstellt worden. Das rechte Magnetogramm ist das Ergebnis der Wiederholungsmessung im Raster von $0,25\text{ m} \times 0,25\text{ m}$ auf derselben Fläche. In diesem Magnetogramm sind zwei verschiedene Anomalieformen gut voneinander trennbar. Neben den schwach positiven Anomalien der archäologischen Funde sind dipolartige Anomalien mit verschiedenen Dipolorientierungen sichtbar. Die dipolartigen Anomalien stammen sehr wahrscheinlich von Eisenteilen mit einer eigenen, sogenannten remanenten Magnetisierung. Im linken Magnetogramm ist die Unterscheidbarkeit dieser beiden Anomaliearten nicht immer gegeben. Beispielsweise erscheint das Cluster von Dipolen bei $x=2\text{ m}$, $y=35\text{ m}$ im linken Magnetogramm als eher geschlossene schwach positive Anomalie, ähnlich den Anomalien der archäologischen Befunde.

Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse beider Messkampagnen. Im Überschneidungsbereich wurden für diese Darstellung die Ergebnisse aus 2007 verwendet. In Summe wurde innerhalb beider Kampagnen eine Fläche von $15\,975\text{ m}^2$ kartiert.

Neben den Grenzen der bisher unternommenen archäologischen Grabungen zeigt *Abbildung 6* die Lage der Grabungsbefunde bezüglich der Magnetogramme und der darin enthaltenen Anomalien. In senfgelb sind Grabungs-

befunde dargestellt, die keine langobardenzeitlichen Gräber sind; diese sind in altrosa durchnummeriert.

Die mit den Grabgruben assoziierten magnetischen Anomalien treten hier gehäuft in einer Kernzone am Nordrand der Südfläche auf. Die Anomalien sind schwach positiv mit Amplituden bis ca. 5 nT , und liegen damit etwa eine Größenordnung über dem Auflösungsvermögen des Magnetometers. Die Größe der meist kreisförmigen Anomalien liegt bei etwa 2 m Durchmesser. Bei dieser Ausprägung der Anomalien, ist davon auszugehen, dass die magnetische Suszeptibilität der Grubenfüllung gegenüber dem ungestörten Umfeld erhöht ist. Dieser Kontrast existiert mit großer Wahrscheinlichkeit im Niveau unterhalb des Oberbodens zwischen dem anstehenden Sediment und der vermutlich mit Humus angereicherten Grubenfüllung. Der Humusanteil der Grubenfüllung und die Mächtigkeit des Oberbodens bestimmen dann die Anomalieausprägung.

Auf Grundlage der Korrelation zwischen Magnetfeldanomalien und bereits ergrabenen archäologischen Befunden ist entsprechend der Verteilung der Magnetfeldanomalien in *Abbildung 7* eine Prognose für die Lage weiterer bisher nicht ergrabener archäologischer Befunde über die Grenzen der bisher geöffneten Grabungsflächen hinaus dargestellt. Da nicht alle ergrabenen Befunde eine Magnetfeldanomalie verursacht haben, ist mit mehr Befunden zu rechnen als durch die gegebene Prognose markiert sind. *Abbildung 8* zeigt die Prognose ohne Magnetogramme. In der *Tabelle 1* ist gelistet, ob Grabbefunde aus der Grabung auch in der Kartierung des Magnetfeldgradienten sichtbar sind. Dabei bilden sich drei Gruppen. Die erste Gruppe beinhaltet die Gräber, die in der Magnetik nicht nachweisbar sind. Die Ursache dafür dürfte ein zu geringer Suszeptibilitätskontrast zwischen Grubenfüllung und anstehendem Boden sein. Die zweite Gruppe sind Gräber, die nur eine schwache Anomalie hervorrufen. Auffällig ist hier, dass sich kleine etwas stärkere Anomalien häufig im Westteil der Grabgrube nachweisen lassen. Die dritte Gruppe bilden Gräber, die durch eine starke magnetische Signatur gekennzeichnet sind. Diese ähnelt denen von Siedlungsgruben oder vergleichbaren Befunden mit Gruben, die mit Material verfüllt sind, welches einen großen Suszeptibilitätsunterschied zum Anstehenden aufweist.

5 Kartengrundlage: Orthofotos 2007 aus Open Street Map.



Abb. 2. Szólád. Messflächen von 2005 (blau 1 m linienabstand und grün 0,25 m Linienabstand) und 2007 (rot gestrichelt 0,25 m Linienabstand) eingefügt in das Orthofoto von 2005.



Abb. 3. Szólád. Die Messung 2005 mit einer Dynamik von ± 10 nT eingefügt in das Orthofoto von 2005.

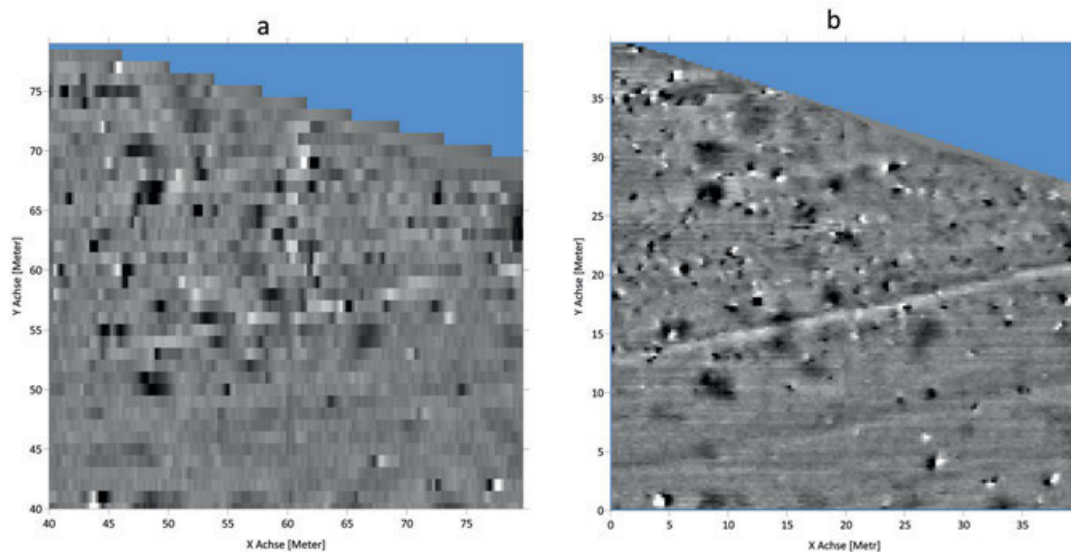


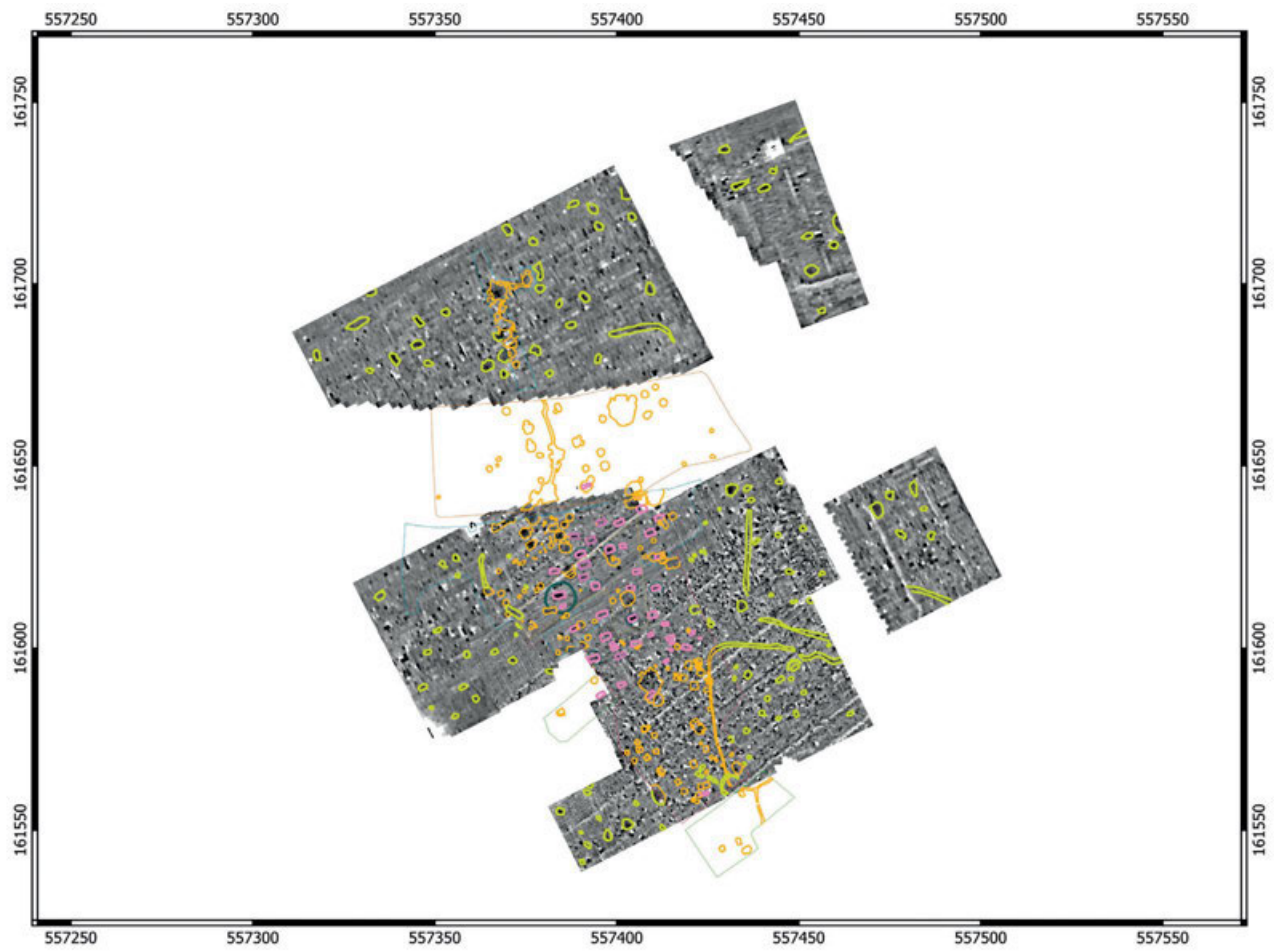
Abb. 4. Szólád. Messung 2005. Zentraler Bereich. Vergleich der Messung mit einem Linienabstand von 1 m (a) und 0,25 m (b). Dynamik ± 8 nT.



Abb. 5. Szólád. Messung 2005 und 2007 zusammengeführt und in das Orthofoto von 2005 eingefügt. Die überlagerten Bereiche jeweils mit der höchsten Messpunktdichte und einer Dynamik von ± 10 nT.

Abb. 6. Szólád. Messung 2005 und 2007 eingefügt in Orthofoto von 2000. Dynamikbereich ± 10 nT. Zusammengeführt mit generalisiertem Gesamtgrabungsplan (altrosa und senfgelb). →

Abb. 7. Szólád. Messung 2005 und 2007 (Dynamik ± 10 nT) zusammengeführt mit generalisiertem Gesamtgrabungsplan (altrosa und senfgelb) sowie möglichen archäologisch relevanten Anomalien (grün). →



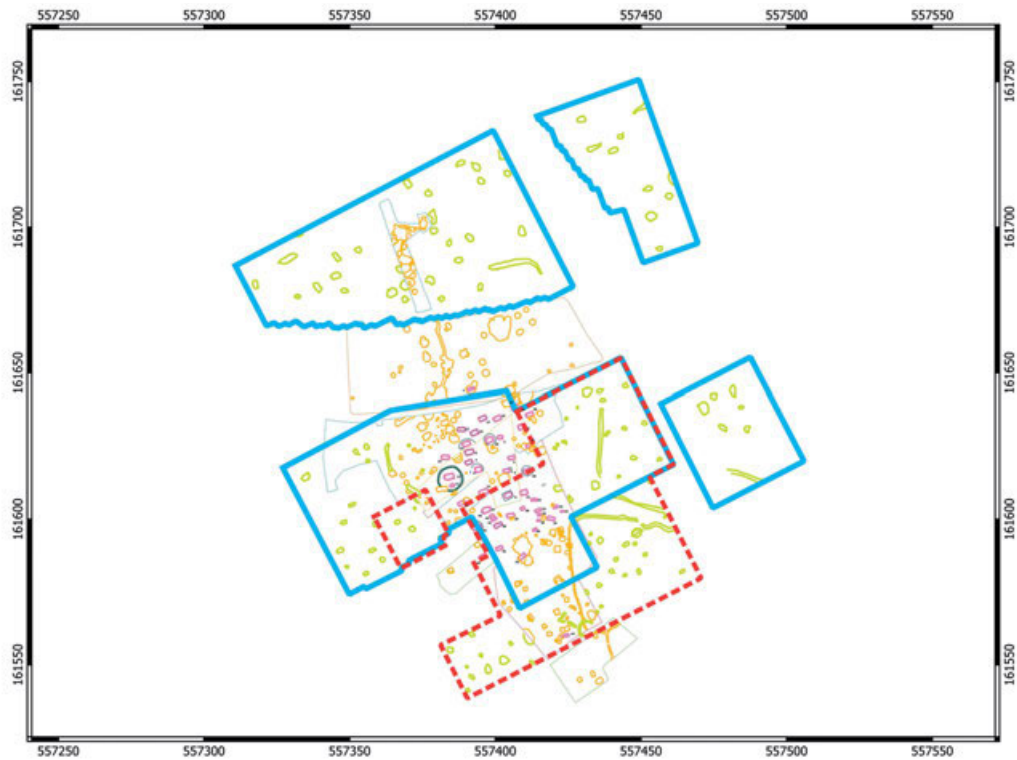


Abb. 8. Szólád. Messflächen 2005 (blau) und 2007 (rot) zusammengeführt mit Grabungsplan (altrosa und senfgelb) sowie möglichen archäologisch relevanten Anomalien (grün).

ZUSAMMENFASSUNG

Auf nahezu der vollständigen Fläche der späteren Grabungen wurde im Vorfeld eine hochauflösende ($0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$) Kartierung des Magnetfeldgradienten durchgeführt. Die Auswertung direkt nach der Messung diente zur Planung der Grabungsareale. Der spätere Abgleich mit dem Grabungsplan ergab eine sehr gute Übereinstimmung der Messergebnisse mit den Befunden. Es lässt sich jedoch feststellen, dass einige Befunde nicht nachweisbar waren. Dabei handelt es sich überwiegend um Grabbefunde. Von den auf der Messfläche liegenden 43 Gräbern sind 20 über die Magnetik mit dem eingesetzten Fluxgate-Magnetometer nachweisbar. Da Grabgruben erfahrungsgemäß nur einen sehr geringen magnetischen Kontrast zum anstehenden Boden aufweisen, ist das ein überraschend gutes Ergebnis. Es gibt jedoch auch wenige Anomalien, die keine Entsprechung im Grabungsplan aufweisen. Befunde kön-

nen farblich einen nur geringen oder gar keinen Kontrast aufweisen, jedoch einen magnetischen. Die Ursachen hierfür sind ausschließlich grabungsbegleitend zu untersuchen. Die Messungen im weiteren Umfeld der Grabung erlauben den Rückschluss, dass die Befunddichte auf der gesamten Lösskuppe als relativ hoch einzuschätzen ist. Die Strategie der Mehrfachmessung mit unterschiedlichem Messraster hat sich im vorliegenden Fall bewährt, da so die Sicherheit bei der Interpretation der kartierten Werte gesteigert werden konnte und die Übersichtsscans zur Ermittlung von Flächen mit höherem Interesse sich als geeignet erwiesen. Bei Flächengrößen von ca. 1,6 ha und sehr kleinteiliger landwirtschaftlicher Nutzung hat ein Einkanalssystem durchaus Vorteile, auch wenn die Nachbereitung der Messwerte aufwändiger als bei Mehrkanalsystemen ist.

Grab Nr.	magnetische Signatur	Bemerkungen zur Geophysik	beraubt
1	nein	außerhalb der Messfläche	ja
2	nein	kaum Störungen im Umfeld	
3	schwach	nur Westteil	
4	nein	starker Dipol	
5	ja	Grabeinfassung nicht sichtbar	ja
6	ja	im Westteil starke Anomalie	
7	ja	gleichmäßig	ja
8	schwach	Grabeinfassung nicht sichtbar	
9	schwach		ja
10	ja	Grabeinfassung nicht sichtbar	ja
11	schwach		ja
12	nein		
13	ja	Grabeinfassung sichtbar !	ja
14	ja	starke Anomalien im Westteil	ja
15	ja	starke Anomalien im Westteil	
16	schwach		
17	nein		
18	nein	außerhalb der Messfläche	
19	nein		
20	nein		
21	schwach		
22	ja		ja
23	nein	außerhalb Messfläche	
24	nein	kleiner Dipol im Westteil	ja
25	schwach	Grabeinfassung partiell sichtbar	
26	nein		
27	nein	sehr schwach, ggf. Grabeinfassung	ja
28	nein	durch Flurstückgrenze überlagert	
29	nein		ja
30	ja	Grabeinfassung nicht sichtbar	ja
31	nein		
32	schwach		
33	nein		
34	schwach	nur im Westteil Anomalie	
35	nein		
36	nein		
37	nein		
38	ja	Überlagerung von kleinem Dipol	
39	nein		
40	nein		
41	nein	durch Flurstückgrenze überlagert	ja
42	nein	durch Flurstückgrenze überlagert	ja
43	nein		
44	schwach	Überlagerung von kleinem Dipol	
45	nein	außerhalb der Messfläche	

Tab. 1. Vergleich der Grabbefunde (durch Grabnummern repräsentiert) mit deren gemessener magnetischer Signatur.

BIBLIOGRAPHIE

ASPINALL u. a. 2008

A. ASPINALL / C. F. GAFFNEY / A. SCHMIDT, *Magnetometry for Archaeologists* (Lanham 2008).

CLARK 1990

A. CLARK, *Seeing Beneath the Soil. Prospection Methods in Archeology* (New York 1990).

SCHMIDT u. a. 2015

S. SCHMIDT / P. LINFORD / N. LINFORD / A. DAVID / C. GAFFNEY / A. SARRIS / F. FASSBINDER, *EAC Guidelines for the Use of Geophysics in Archaeology: Questions to Ask and Points to Consider. EAC Guidelines 2* (Namur 2015). [f64366e3-8f7d-4b63-9edf-5000e2bef85b.filesusr.com/ugd/881a59_fdb1636e-95f64813a65178895aea87cf.pdf](https://filesusr.com/ugd/881a59_fdb1636e-95f64813a65178895aea87cf.pdf) (letzter Zugriff: 25.05.21).

ABBILDUNGSNACHWEISE

Abb. 1: T. Schüller, TLDA unter Verwendung des Kartenservers der geologischen Landesverwaltung (Magyarország felszíni földtana M 1:100 000). – *Abb. 2; 3; 5:* Verf.

unter Verwendung des Orthofotos 2007 aus Open Street Map. – *Abb. 6:* Verf. unter Verwendung des Orthofotos 2000 aus Open Street Map. – *Abb. 4; 7; 8:* Verf.

ZUSAMMENFASSUNG

Zur Vorbereitung der geplanten Ausgrabung wurde im Frühjahr 2005 eine geophysikalische Prospektion mit einem Einkanal-Fluxgate-Magnetometer im Umfeld einer bereits bekannten völkerwanderungszeitlichen Bestattung (Grab 1 von 2003) nördlich von Szólád durchgeführt. Da es zunächst keine Hinweise zur Ausdehnung und Lage des vor Ort vermuteten Gräberfeldes gab, wurde mit der Kartierung des Magnetfeldgradienten in einem relativ großen Messlinienabstand von einem Meter begonnen und auf diese Weise der gesamte begehbare Umgebungsbereich der Fundstelle abgemessen. Diese Messungen zeigten eine Konzentration von Anomalien im Süden der bekannten Bestattung in einem Bereich, der daraufhin mit einem geringeren Messlinienabstand wiederholt kartiert wurde.

Die im Anschluss durchgeführten Ausgrabungen ergaben eine sehr gute Übereinstimmung der gemessenen

Anomalien mit entsprechenden Grabungsbefunden. Es zeigte sich, dass vor allem Siedlungsbefunde und beraubte Gräber einen deutlichen Kontrast in den erstellten Magnetogrammen erzeugten. Selbst ein Teil der ungestörten Grabgruben, welche zumeist einen sehr niedrigen Suszeptibilitätskontrast zum ungestörten Boden haben, konnte mit der verwendeten Methode sichtbar gemacht werden. Dieser Prospektionserfolg führte zu einer Erweiterung der kartierten Fläche nach Süden in einer zweiten Kampagne im Frühjahr 2007.

In der Summe weist die Gradientenkartierung eine relativ hohe Befunddichte auf der gesamten Lösskuppe nach. Die Auswertung aller Messergebnisse und die Verschneidung mit dem Grabungsplan legen nahe, dass bei den Grabungen das gesamte Gräberfeld erfasst wurde.

ABSTRACT

In preparation for the planned excavation, a geophysical prospection with a single-channel fluxgate magnetometer was carried out in spring 2005 in the vicinity of an already known Migration Period burial north of Szólád. As there were initially no indications of the extent and location of the burial ground that was assumed to exist on site, mapping of the magnetic field gradient began with a relatively large measuring line distance of one metre. In this way, the entire accessible surrounding area of the site was measured. These measurements showed a concentra-

tion of anomalies to the south of the known burial in an area that was then mapped repeatedly with a smaller survey line spacing.

The excavations carried out afterwards showed a strong correlation between the measured anomalies and the corresponding excavation features. It turned out that especially the settlement features and robbed graves produced a clear contrast in the magnetograms. Even some of the undisturbed grave pits, which usually have a very low susceptibility contrast to the undisturbed ground, could be made

visible with the used method. This prospecting success led to an extension of the mapped area to the south in a second campaign in the spring of 2007.

All in all, the gradient mapping shows a relatively high density of features on the entire loess dome. The evalua-

tion of all measurement results and the intersection with the excavation plan suggest that the entire cemetery was able to be recorded during the excavations.

ÖSSZEFOGLALÁS

A tervezett feltárás előtt 2005 tavaszán egy magnetométerrel geofizikai kutatást végeztek a jól ismert népvándorlás kori temetkezés környékén (1. sír, 2003) Szóládtól északra. Mivel eleinte nem volt utalás a helyszínen feltételezett temető kiterjedésére és elhelyezkedésére, a mágneses tér feltérképezését viszonylag nagy, egy méteres mérési sortávolsággal kezdték meg, így a lelőhely teljes elérhető területét bemérték. Ezek a mérések anomáliák koncentrációját mutatták ki az ismert temetkezéstől délre egy olyan területen, amelyet ezt követően ismételten feltérképeztek kisebb mérési sortávolsággal.

Az ezt követő feltárások eredményei nagyon jó egyezést mutattak a mért anomáliák és az ásatási eredmények között. Megállapítást nyert, hogy különösen a telepü-

lési objektumok és a kirabolt, bolygatott sírok okoznak egyértelmű kontrasztot az elkészített magnetogramokban. Az alkalmazott módszerrel még a rabolatlan sírgödrök egy részét is láthatóvá lehetett tenni, amelyek többnyire nagyon alacsony érzékenységi kontrasztot mutatnak a környező bolygatatlan talajhoz képest. Ezek a biztató eredmények vezettek a már vizsgált terület dél felé történő kiterjesztéséhez a második felmérés során 2007 tavaszán.

Összességében elmondható, hogy a földmágneses térképezés nagy leletsűrűséget mutatott a teljes löszdombon. Az előzetes mérési eredmények értékelése és összevetése a kiásott temető térképével arra utal, hogy a kutatások során a teljes temetőt sikerült feltárni.