

Angaben zu luftbildarchäologischen Forschungen in und um die spätantike Befestigung von Keszthely-Fenékpuszt

László Rupnik, Zoltán Czajlik und András Bödőcs

In memoriam Dr. Ödön Rádai¹

Einführung

Die spätrömische Befestigung von Keszthely-Fenékpuszt liegt auf dem natürlichen Landrücken am Westbecken des Plattensees und der unteren Mündung der Zala in den See. Ihre Orientierung ist meridional, also nord-südlich, ihre relative Höhe zu der Umgebung beläuft sich auf 6–7 m. Diese lange, schmale und niedrige Landzunge wird im Westen durch die Wasserläufe von Hévíz-Páhok eingegrenzt (bei einem höheren Wasserstand entsteht hier wohl eine Art Bucht), im Süden und Südosten durch die Zala, bzw. durch den Kleinen Balaton und im Osten schließlich durch den Plattensee². Sie wurde und wird bis zum heutigen Tage in erster Linie von Gewässern, Sümpfen und morastigen Abschnitten umgeben, einzig im Norden schließt unmittelbar Hügelland an, das nordwestlich des Plattensees gelegene Keszthelyer Gebirge. Die Befestigung an sich wurde am Ufer des Sees errichtet, was auf die Nutzung der Seeverbindung schließen lässt.

Das Parzellensystem im Bereich der Befestigung, vor allem südlich davon, folgt der Struktur der spätrömischen Bebauung. Ungewiss ist, wie die nordöstliche Ecke aussah, die entweder, falls einst bebaut, noch unerforscht ist, oder aber einen Teil des Plattensees bildete.

Die heutige Landschaft des Festungsareals und seiner Umgebung ist vielschichtig. Es gibt bebaute Abschnitte, konservierte Mauern, Straßen, Schienen, Fahrradwege, Dickichte, bewaldete Flächen und Ackerland. Es muss betont werden, dass das Parzellensystem, das die antiken Verhältnisse zum Teil bewahrt hat, auch die aktuelle Oberflächenstruktur bis zu einem gewissen Grad bestimmt. Gleichzeitig ist dieses System in der weiteren Umgebung der Siedlung aufgrund der gegenwärtigen Parzellierung bzw. der Dichte des Bewuchses nicht zu erkennen, obwohl sich die antiken Bebauungsstrukturen mit Sicherheit auf die Landnutzung in ihrer Umgebung ausgewirkt haben.

Art und Analyse der verwendeten Luftaufnahmen

Die oben kurz beschriebene heterogene Landschaft ist für luftbildarchäologische Forschungen zwar nicht ideal, aber sie macht die Arbeit auch nicht unmöglich. Die bebauten Gebiete, die Straße, Schienen und der 2002 fertiggestellte Fahrradweg sind für die Datensammlung mittels Luftbildern ungeeignet. Ebenfalls nicht vielversprechend erscheinen in dieser Hinsicht jene Bereiche, die seit Jahrzehnten bewaldet und mit Gestrüpp überzogen sind. Dennoch gibt es unter den landwirtschaftlich genutz-

¹ Bei der Einreichung dieses Manuskriptes liegt bereits 15 Jahre zurück, dass Dr. Ödön Rádai, Geograph und Hydrologe, gestorben ist. Er besaß einen legendären Ruf als „erster ungarischer Froschmensch“ und war ein international anerkannter Fachmann der Luftbildfotografie und Wasserkunde im sozialistischen Länderblock, er arbeitete auch in Algerien und in Vietnam. Sein bevorzugtes Terrain in Ungarn war Fenékpuszt und seine Umgebung. Während der in den 1970er Jahren im Auftrag von VITUKI (Studio Argus) durchgeführten Flüge lenkte er seine Aufmerksamkeit auf die archäologisch-topografischen Bezüge des Gebietes (LICSÓ 2017, 524).

² L. KÖLTŐ/L. VÁNDOR, Évezredek úzenete a láp világából. Régészeti kutatások a Kis-Balaton területén 1979–1992. (Kaposvár, Zalaegerszeg 1996) Kartenbeilage.

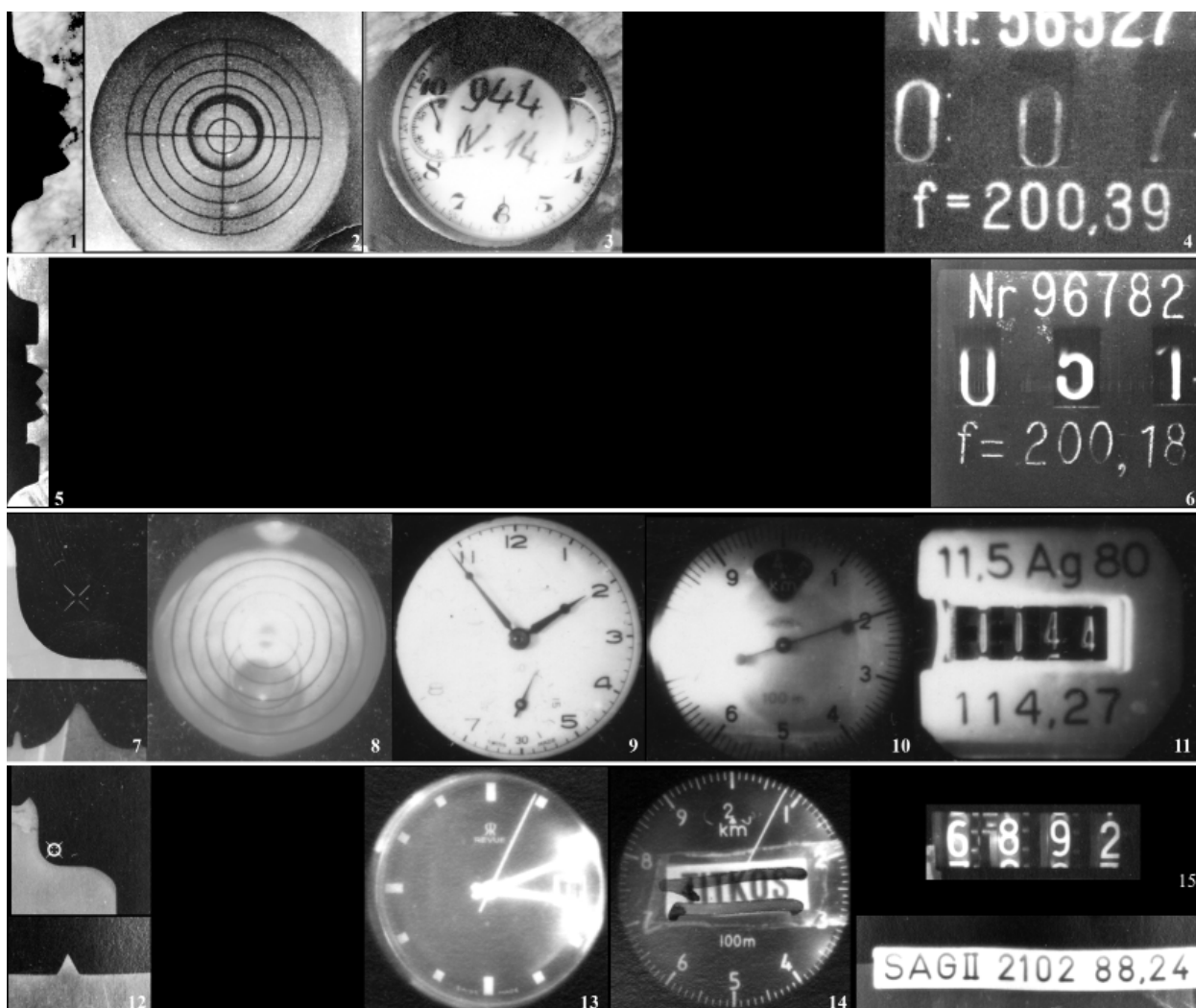


Abb. 1 Die unterschiedlichen Rahmenzeichen der Kameras, die bei kartografischen Luftaufnahmen mit vertikaler Achse verwendet wurden. 1–4 Zeiss RB 20/30 Kamera (Quelle: fentrol.hu); 5–6 Zeiss RMK P 20/3030 Kamera (Quelle: HGI); 7–11 Wild RC 5/RC 8 Kamera (Quelle: fentrol.hu); 12–15 Wild RC 10 Kamera (Quelle: fentrol.hu). 1,5,7,12 das Rahmenzeichen, 2,8 - die Libelle, 3,9,13 - die Uhr, 10,14 - das Barometer, 4,6,11,15 das Bildzählwerk und die Brennweite des Objektives.

ten Flächen – der wechselnden Anbausorten sei Dank – einige Zonen, die für Luftbildprospektion geeignet sind: Es handelt sich um fünf kleinere und eine größere, südlich des Südtors der Befestigung gelegene Parzelle. Allerdings muss wegen der mosaikartigen Geländegegebenheiten mit längeren Beobachtungsperioden gerechnet werden. Während der Untersuchung der spätrömischen Befestigung ist es notwendig auch die angrenzenden Gebiete regelmäßig aus der Luft auszu-dokumentieren: so z. B. die zuführenden Straßen oder das angenommen antike Parzellensystem.

Da länger angelegte luftbildarchäologische Forschungen nicht durchgeführt werden konnten, sind Luftaufnahmen, die nicht zu archäolo-

gischen Zwecken aufgenommen wurden, weit-aus stärker zu berücksichtigen. Sie wurden in erster Linie zu kartografischen Zwecken angefertigt. Dabei handelte es sich nicht ausschließlich um Kartierungsaufträge militärischer und ziviler Art. Die Zala-Mündung und der Klein-Balaton wurden regelmäßig befliegen und mit Schrägaufnahmen und Messkameras für die Wasserwerke dokumentiert. Es muss allerdings betont werden, dass solche Luftaufnahmen weder der Flughöhe noch den gewählten Zeitpunkten nach die Kriterien für eine archäologische Datensammlung erfüllen. Die optimalen Bedingungen der Luftaufnahmen für Kartierungen bzw. für Wasserwerke unterscheiden sich nämlich wesentlich von denen, die für die



Abb. 2 1 1951: Südwestende des Plattensees, mit der Umgebung der Befestigung und der Mündung des Zala-Flusses; 2 und der angrenzende Bereich der Befestigung mit dichtem Parzellensystem und der heutigen Grenze (rot) des mit Schilf überwachsenen Gebiets; 3 1943: Foto am Ufer des Plattensees bei Fenékpuszta. – Quelle: 1–2 HGI 16807; 3 Fortepan.hu.

Archäologie relevant sind. Sie werden aus größerer Höhe und oft außerhalb der Vegetationsperiode aufgenommen, archäologische Luftaufnahmen konzentrieren sich hingegen darauf, das Ackerland im Frühsommer aus niedrigerer Höhe mit Schrägachse zu erfassen. Die Verwendbarkeit der aus zahlreichen unterschiedlichen Quellen stammenden, mit schräger oder vertikaler Achse aufgenommen Fotos und der zu archäologischen Forschungen erstellten Aufnahmen sind dementsprechend unterschiedlich zu bewerten. Ihr heterogener Charakter wird im Weiteren dadurch bedingt, welchen späteren Bearbeitungsprozessen sie unterzogen wurden.

Eine der einschneidenden Entwicklungen der letzten Jahre, sowohl bei der archäologischen Felddokumentation als auch bei der Bearbeitung von Luftaufnahmen, ist die 3D-Bildtechnologie, mit deren Hilfe präzisere und

vielseitigere Ergebnisse erzielt werden können. Mit der Ausbreitung der Rauminformatik wurden in vielen Bereichen, so auch in der Fundortprospektion, die kostspieligen und komplizierten Abläufe traditioneller (optischer) fotogrammetrischer Methoden – die nur unter bestimmten Voraussetzungen eine akzeptable Genauigkeit liefern konnten –, durch die software-betriebene Einbild-Fotogrammetrie abgelöst. Dank des Fortschritts in der Software-Technologie können heute wesentlich genauere und maßstabsgetreue Orthofotos erstellt werden, außerdem ergeben sich daraus von Zeit zu Zeit sogar akzeptable Oberflächenmodelle (DSM), die der archäologischen Analyse weitere Deutungsebenen eröffnen. Es stehen immer mehr Alternativen zur Auswahl, sowohl als *open source* als auch als kostenpflichtige Variante.



Abb. 3 1 1953: Linie des Walls oder der Wälle nördlich der Befestigung; 2 Südlich der Befestigung gelegene Fläche mit Spuren von Gräben; 3 Runde Struktur unbekannter Funktion südlich des Festetics-Gutshofs; 4 Verlauf der südlichen und östlichen Befestigungsmauer. – Quelle: HGI 16812.

Bei Bildern, die mit gegenwärtigen digitalen Geräten aufgenommen wurden, kann die Software anhand der Informationen (EXIF), die die Kamera in das Bild speist, während der Bearbeitung den Typ der Kamera und des Objektivs bzw. die Entstehungsumstände des Fotos sehr leicht auslesen. Mit diesen Daten können die Parameter der Verzerrungen und Korrekturen automatisch erfasst werden.

Anders ist es, wenn man analoge Aufnahmen digitalisiert und verwendet. Im vorliegenden Fall wurden auf Papier gedruckte Abzüge von Archivaufnahmen des Ungarischen Heeresgeschichtlichen Instituts (Hadtörténeti Intézet; im Weiteren HGI) gescannt und bearbeitet. Mit dieser Art der Erfassung des Archivmaterials beschäftigen sich bereits zahlreiche Studien³. Ein sehr wichtiger Faktor ist dabei die Bestimmung von Kameras und Objektiven, die aber aufgrund fehlender Angaben (die in vielerlei Hinsicht der archäologischen typologischen Arbeit ähnelt) nicht im Detail erfolgen konnte.

Die für die moderne Bearbeitung notwendigen Kameraparameter – abgesehen vom Gebrauch der geografischen Kontrollpunkte (GCP) – sind den Anforderungen entsprechend⁴ die Folgenden:

f	Brennweite
cx, cy	Koordinaten der Bildmittelpunkte (<i>principal points</i>)
$k1, k2, k3$	Koeffizienten der radialen Verzerrung (<i>radial distortion polynomial coefficients</i>)
$p1, p2$	Koeffizienten der tangentialen Verzerrung (<i>tangential distortion coefficients</i>).

Diese können anhand des Kameratyps (falls bekannt) bestimmt bzw. am Rahmen der Aufnahmen abgelesen werden⁵. Zwar ist gescann-

tes Material mit entsprechender Vorbereitung auch ohne genaue Parameterbestimmung mithilfe von 3D-Fotos weitaus besser zu bearbeiten (z. B. Orthomosaik-Erstellung) als davor. Dennoch ist es ratsam, auch die oben genannten Daten anzugeben, um die darin verborgenen Möglichkeiten auszunutzen. Dementsprechend wurde versucht, anhand von Parallelen die Kamertypen annähernd zu identifizieren. Bei den Aufnahmen, deren rote, blaue, grüne und infrarote Ebenen vorlagen, konnten auch Farbkomposite erstellt werden, um so die Boden- und Wachstumszeichen der Vegetation zu analysieren, außerdem wurde ein NDVI⁶ Index angefertigt, um vermeintliche Anomalien besser umreißen zu können.

Aufnahmen mit vertikal ausgerichteter Achse

1950–52 (Archiv des HGI)

Technische Daten: Die erste uns bekannte Fotoreihe dieses Gebiets wurde 1951 angefertigt, ihr folgten zahlreiche weitere. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde zwischen 1950 und 1952 die sogenannte „Schnellkorrektur“ vorgenommen, im Rahmen derer neue Luftaufnahmen Ungarns erstellt wurden, um dem mit der Sowjetunion abgeschlossenen bilateralen Abkommen entsprechend topografische Landkarten mit einheitlicher Legende und im Maßstab 1:25.000 anzufertigen⁷. Anhand der uns vorliegenden Informationen wurden die Fotos (Bildgröße 30 × 30 cm) mithilfe einer Zeiss RMK⁸ Kamera geschossen⁹, die über eine Brennweite von 200 mm (199,87 mm) verfügte und mit einer Topogon¹⁰-Linse ausgestattet war. Die Kamera war in einer eigens dafür angefertigten Nische im Rumpf des Flugzeugs (Li-2/DC-3) platziert

³ CONÇALVES 2016; REDWEIK u. a., Triangulating the Past - Recovering Portugal aerial images repository. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, no. 9, Sept. 2010, 1007–1018(12).

⁴ Agisoft Metashape User Manual, 2008. <https://www.agisoft.com/downloads/user-manuals/>. (12.12.2022); K. KRAUS, Fotogrammetria (Budapest 1998).

⁵ CONÇALVES 2016, 124; REDWEIK/MARQUES/MATILDES 2008, 97. Im Internet sind zahlreiche weitere Protokolle zu Kameratypen zu finden, die bei der Erfassung der Daten helfen können.

⁶ Normalized Difference Vegetation Index.

⁷ TREMMEL 2009–2010, 27.

⁸ Der Begriff RMK (ReihenMessKammer) bezog sich bei Zeiss (Oberkochen) im Allgemeinen auf die Luftbildkameras. Nach dem Krieg benutzte Zeiss (Jena) den Begriff LMK „Luftbildmesskammer“ (CRÖLL 2014, 36).

⁹ J. BALLA/P. HRENKÓ, A magyar katonai térképészeti története. I. (Budapest 1991) 279.

¹⁰ Die durch Robert Richter entworfenen Topogon-Linsen wurden mit 100 mm bzw. 200 mm Brennweite hergestellt (CRÖLL 2014, 36).



Abb. 4 1 1959: Wall oder Wälle nördlich der Befestigung; 2 1963: Aufnahme desselben Gebiets; 3 2016: Spuren der Wälle auf einer Satellitenaufnahme. – Quelle: 1 FÖMI 1959.0650.5405; 2 HGI 145-1165; 3 CNES/Airbus.

worden. Leider liegt uns die genaue Flugdokumentation nicht vor, deshalb können die Umstände des Fluges nur annähernd rekonstruiert werden.

Die vor dem Zweiten Weltkrieg entwickelten Topogon-Linsen waren auch nach dem Krieg populär, was Luftaufnahmen anbelangt, und bis 1952 wurden sie zu diesem Zweck mit der RMK (P) 21/18 Kamera verwendet¹¹. Allerdings machte die Kamera vom Typ P 21/18 18 × 18 cm große Bilder¹², was nicht den uns vorliegenden Informationen entspricht. Unter den Zeiss-Kameras verfügte der Typ P 20/3030 über das Format 30 × 30 cm. Dieser Kamertyp wurde auch anderenorts, z. B. in Schweden vom dortigen topografischen Institut (Rikets Allmän Kartverk), verwendet, das nach 1937 mit der Durchführung von fotogrammetrischen Messungen begann und diesen Typ sogar noch 1950¹³ benutzte.

Eine andere Kamera, die in Frage kommt, ebenfalls Bilder im Format 30 × 30 cm anfertigte und auch mit einer 20 cm Topogon-Linse ausgestattet war, ist die Zeiss RB (Reihenbilder) 20/30. Dieser Typ, bzw. die Kamera RB 50/30 wurde im Luftwaffe-Flugzeug Focke-Wulf Fw 189 verbaut, das während des Zweiten Weltkriegs auch in Ungarn im Einsatz war¹⁴.

Die Brennweite (200,39 mm) des Objektivs und das erkennbare Rahmenzeichen von Zeiss auf den Aufnahmen von 1951 weichen dennoch von den Angaben in der Fachliteratur und von den Zeichen auf den einige Jahre später vorgenommenen Aufnahmen ab. Bei anderen, wie z. B. im portugiesischen Luftbild-Archiv (Abb. 1,1) auf den Aufnahmen der SPLA¹⁵, finden sich Rahmenzeichen, die mit den ungarischen vollkommen übereinstimmen. Allerdings handelt es sich dabei um 18 × 18 cm große Bilder, die vermutlich mit einer Zeiss HS1818 Kamera und einem Orthometar Objektiv gemacht wurden¹⁶.

Offiziell verrichtete die SPLAL zwischen 1937 und 1949 ihre Arbeit, allerdings gibt es im portugiesischen Material auch Aufnahmen aus dem Jahr 1952, die zeigen, dass diese Kameras oft unter turbulenten Umständen, aber recht lange im Dienst waren, dementsprechend wurden wahrscheinlich während der Schnellkorrektur von 1950–52 auch noch Kameras aus dem Zweiten Weltkrieg bei der Erstellung ungarischer Luftaufnahmen verwendet. Die Kameras vom Typ RMK P 20/3030 kamen ab 1936/38, die vom Typ RB 20/30 ab den 1940er Jahren und bis in die 1950er Jahre, zum Einsatz. Unter den Luftaufnahmen des Portals Fortepan aus den 1940er Jahren (z. B. vom 14.04.1944¹⁷) beläuft sich die Brennweite ebenfalls auf 200,39 mm, dementsprechend stimmt der Wert der Brennweite mit dem unserer Aufnahmen überein. Außerdem befinden sich die technischen Daten (Libelle, Uhr) in den Ecken der Bilder, die auf den Abzügen der Aufnahmen von 1951 verdeckt wurden, an der exakt selben Stelle. Ebenso sind sie formal gesehen identisch und die Kennnummer des Objektivs ist auch dieselbe. Somit kann mit Sicherheit behauptet werden, dass sie mit demselben Gerät aufgenommen wurden wie die oben genannte Bilderreihe aus dem Krieg (Abb. 1,1–4). Die Aufnahmen vom Fortepan-Portal entsprechen den zeitlichen Umständen, demnach handelt es sich bei der Kamera, die während des Zweiten Weltkriegs in den Nachrichten verwendet wurde, mit Sicherheit um eine Zeiss RB20/30 oder eine RB 50/30¹⁸. Deshalb können wir berechtigterweise davon ausgehen, dass die Bilderreihe von 1951 mit einer RB20/30 Kamera und einer Topogon-Linse mit 200,39 mm Brennweite erstellt worden ist.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Die Qualität der 1951 erstellten Bilderreihe (Abb. 2,1) ist weder für die unmittelbare Identifizierung archäologischer Anomalien noch für die Bearbeitung der Bilder in der fotogrammetrischen Software ausreichend. Die sich im Norden und Süden der Befestigung erstreckenden Äcker waren zu diesem Zeitpunkt – aufgrund der Besitzverhältnisse – in schmale Parzellen unterteilt. Dieser Umstand erschwert die Identifizierbarkeit der Boden- und Be-

¹¹ CRÖLL 2014, 36.

¹² D. HOBBIÉ, The development of photogrammetric instruments and methods at Carl Zeiss in Oberkochen (München 2010) 16.

¹³ HALLERT 1950, 807; SAMISOE/THAM 1950, 813.

¹⁴ Über die Beschaffung dieses Maschinentyps und über die Bearbeitung der Aufnahmen mit Filmarchiv s. SCHMAUDER 2018.

¹⁵ *Sociedade Portuguesa de Levantamentos Aéreos Limitada*.

¹⁶ REDWEIK/MARQUES/MATILDES 2008.

¹⁷ S. www.fortepan.hu (20.05.2020).

¹⁸ SCHMAUDER 2018.



Abb. 5 1971: Ausgrabungen am Südtor der Befestigung und beim Horreum. – Quelle: FÖMI 1971.0175.8425.

wuchsmerkmale. Da man weiß, wo sie zu suchen ist, kann man die Linie des sich im Norden der Befestigung befindlichen Walls auf den entsprechenden Bildern erkennen. Darüber hinaus fällt auf, dass das Ufer des Plattensees weitaus weniger bewachsen war, das Schilf längst nicht so verbreitet (Abb. 2,2). Diesen Zustand zeigt ein Urlaubsbild, das 1943 am Ufer des Sees, in der Gegend von Fenékpuzta, aufgenommen wurde (Abb. 2,3).

1953–59 (Archiv des HGI)

Technische Daten: Im Vergleich zu der, zeitlich gesehen, ersten bekannten Aufnahme scheint ein zwei Jahre später, 1953, aufgenommenes Foto bereits weitaus aufschlussreicher. Das Bild von 1953 wurde im Rahmen eines neuen Vorhabens aufgenommen. Aufgrund der Mängel, die bei den zwischen 1950 und 1952 erstellten Landkarten registriert wurden, begann 1953, im Ein-

klang mit den geodätischen Instituten der sozialistischen Staaten, die fototopografische Vermessung des Landes im Maßstab 1:25.000¹⁹. Die Arbeiten dauerten bis 1959 und bedeuteten einen Meilenstein in der Geschichte ungarischer Kartographie.

Zu Beginn wurden die Aufnahmen von Flugzeugen des Typs LI-2, später AN-2 aus erstellt. Für die Fotografien wurde 1953 weiterhin das Format 30 × 30 cm verwendet, die Brennweite des Objektivs war 200,18 mm. Laut Rahmenzeichen handelte es sich bei der Kamera weiterhin um eine Zeiss (Abb. 1,5–6). Dieses Rahmenzeichen weicht jedoch vom früher verwendeten (1951) ein wenig ab, auch die Rahmendaten fehlen, daher kann man davon ausgehen, dass die Aufnahmen nicht mit der Serie RB20/30, sondern einer anderen Zeiss-Kamera mit 30 × 30 cm Bildformat vorgenommen wur-

¹⁹ TREMMEL 2009–2010, 28.

den, wahrscheinlich mit einer vom Typ RMK P 20/3030²⁰. Wie bereits erwähnt, war die Kamera recht beliebt für hochpräzise topografische, fotogrammetrische Vermessungen. Aus anderen Aufnahmen des Landes, die zu dieser Zeit (1953–58) aufgenommen wurden, ist ersichtlich, dass nicht nur der eben erwähnte, sondern auch der Kamerateyp RB20/30 in Gebrauch war. Erst bei den Aufnahmen von 1959 kann ein Wechsel in Modell (und Format) festgestellt werden.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Die Aufnahmen stellen das Forschungsareal zur Bewuchsperiode dar, vermutlich bereits nach der Ernte. In Form einer dunklen Verfärbung nördlich der Befestigung ist die Spur des Grabens entlang des Walls, der die Halbinsel durchkreuzt, gut zu erkennen, dessen Ostende bis zur in Richtung Keszthely führenden Landstraße reicht (Abb. 3,1; 12,2). Auf der Ostseite der Straße ist der Graben nicht erkennbar. Am westlichen Bereich geht der Graben gut sichtbar in die Niederung über. Auf der Südseite des Grabens zeigen sich hellere Bodenverfärbungen, während diese anderenorts dunkler ausfallen. Wahrscheinlich ist die Verfärbung mit dem Aufschüttungsmaterial zu erklären. Etwas südlich vom Westende des Grabens können ebenfalls dunkle und helle, parallel zueinander verlaufende Streifen ausgemacht werden, die auf eine Verbindung von Graben und Wall schließen lassen. Die Streifen folgen dem Rand der Halbinsel und sind bis zum Gutshof von Fenékpuzta gut sichtbar. Die Deutung der Erscheinung ist unklar, anhand ihrer Höhe ü. d. M. (111–112 m ü. NN) ist es unwahrscheinlich, dass es sich um die Spur eines einstigen natürlichen Wasserlaufes handeln könnte. Ihre Struktur ähnelt dem von Osten nach Westen verlaufenden Wall, ist jedoch schmaler und eine Verbindung zwischen den beiden Phänomenen ist anhand der Aufnahmen nicht eindeutig. Es kann außerdem nicht ausgeschlossen werden, dass es sich um eine Verfärbung natürlichen Ursprungs handelt, die den Rand der einstigen Halbinsel markiert. Zwischen den

Wällen konnten keine weiteren archäologischen Erscheinungen identifiziert werden. Südlich der Befestigung können diverse zugeschüttete Strukturen beobachtet werden. Vom Südtor aus laufen zwei parallele Linien nach Süden, eine dunkler, die andere heller. Dabei handelt es sich zweifelsohne um einen Graben und/oder einen Feldweg, dessen Verlauf auch auf den Bildern der dritten Landesaufnahme Österreich-Ungarns erkennbar sind. Die Spuren verlaufen 300 m lang, der Hauptachse der Befestigung folgend, bis zu einem leichten Knick nach Westen. Ab diesem Punkt kann die Spur nur noch schwer verfolgt werden, sie ist noch ungefähr 100–150 m weit zu sehen und verschwindet dann vollkommen (Abb. 3,2). Die römische Straße verlief nach Süden womöglich östlich vom Tor, dort an der Seite der heutigen Landstraße 71 einen Knick machend, wie ein heller Streifen auch auf den Archivaufnahmen andeutet (Abb. 12,5). Darüber hinaus können auf der vermutlich schon geernteten Fläche weitere parallele, dunkle und helle Bodenzeichen ausgemacht werden, die einen Wall bzw. eine Aufschüttung vermuten lassen. Wahrscheinlich stammen diese Gräben nicht aus derselben Zeit wie die Befestigung. Auf dem Landkartensegment der dritten Landesaufnahme Österreich-Ungarns sind mehrere Gräben zu sehen, die ein ähnliches System abbilden wie die Luftaufnahmen zeigen. Deshalb erscheint es wahrscheinlich, dass es sich um Merkmale handelt, die mit der Funktion des Festetics-Gutshofs zusammenhängen. Westlich der Straße, die vom Gutshof nach Süden führt, ist eine geschlossene, ebenmäßige, runde Anomalie mit einem Durchmesser von 30 m zu sehen (Abb. 3,3; 12,14). Helle Verfärbungen weisen im Allgemeinen auf Aufschüttungen oder auf aus Steinen gebaute Strukturen hin. Momentan lässt sich der Ursprung dieser Erscheinung nicht klären. Wenn man in Betracht zieht, dass sie auf anderen Aufnahmen nicht mehr zu sehen ist, könnte es sich um den Abdruck einer kurzzeitig durchgeführten Tätigkeit handeln, wie z. B. das Longieren von Pferden (Abb. 12,3). Ein Abschnitt der Süd- und Ostmauer der spät-römischen Befestigung bzw. vielleicht deren Schutt ist in Form eines breiten, hellen Streifens auf den Aufnahmen zu erkennen (Abb. 3, 4). In der nördlichen Fortsetzung der Mauer, unge-

²⁰ HALLERT 1950, 807; O. LINNAMES, Ilmakuva mittauk-sesta. On measuring by aerial photography. Silva Fennica 69, 1951, 151–170 hier 156, Abb. 4; SAMISOE/THAM 1950, 813.

fähr dort, wo die nordöstliche Mauerecke lokalisiert wird, ist im Wasser des Plattensees eine dunkle Verfärbung auszumachen. Sie könnte die von Pflanzen überwucherten Überreste der Mauer andeuten.

1959 (»fentrol.hu«/FÖMI²¹)

Technische Daten: Die zeitlich folgende Bildersammlung stammt aus dem Jahr 1959 (08.09.1959) und wurde aus dem Material der Internetseite »fentrol.hu« zusammengestellt. Diese Aufnahmen wurden ebenfalls zwischen 1953 und 1959 während der neuen topografischen Vermessungsarbeiten gemacht, allerdings eindeutig mit einer anderen Kamera. Auftraggeber war das Staatliche Amt für Landvermessung und Kartografie. Anhand der Rahmenzeichen auf den Bildern (z. B. Uhr der Marke Revue) und der Bildmittelpunkte/-zeichen handelt es sich hier um eine 1956 erschienene und von Wild Heerbrugg gebaute Kamera vom Typ RC²²-5/RC-8. Die Brennweite lässt auf eine Aviogon 152,36mm Linse schließen (Abb. 1,7). Die Wild RC-8 arbeitete mit zwei verschiedenen Bildformaten: auf Film 9" (23 × 23 cm) – dieses Format kann bis zum Anbruch des digitalen Zeitalters praktisch als Standard der analogen Luftbildkameras angesehen werden – und auf Glas 7" (18 × 18 cm)²³. Die Aufnahme, die uns auf »fentrol.hu« vorliegt ist 18 × 18 cm groß. Fototechniker des Bildes war Oberleutnant Kondor. Das Bild wurde in einer Höhe von 1900 m aufgenommen.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Auf den ebenfalls zur Vegetationsperiode aufgenommenen Bildern ist ein dunkleres, positives Bewuchsmerkmal des Grabens, des Walls oder der Wälle nördlich der Befestigung zu sehen (Abb. 4,1; 12,2). In der Nordwestecke ist die mutmaßliche Verbindung der beiden Wälle (N-S/O-W) besser zu erkennen als auf älteren Fotos zuvor. Ein kürzerer Abschnitt des von der Befestigung nach Süden verlaufenden Grabens und die auf den Aufnahmen von 1953 bereits

dokumentierten Gräben bzw. einzelne Elemente des Grabensystems zeichneten sich ebenfalls in diesem Jahr ab. Die – meist wieder zugeschütteten – Schnitte der neben dem Streifen der östlichen Befestigungsmauer, in der Umgebung des Horreum und der altchristlichen Basilika, durchgeführten Ausgrabungen sind ebenfalls gut zu sehen²⁴. Gleichzeitig ist die 1953 beobachtete runde Anomalie, südwestlich von der Befestigung, nicht mehr erkennbar, da sich die Verwendung des Gebiets geändert hatte. Süd- und Ostmauer der Befestigung bzw. die vermutliche Spur der Nordostecke im Plattensee ist auf den Fotos kaum oder gar nicht festzustellen.

1963 (HGI)

Technische Daten: Chronologisch liegen aus dem Jahr 1963 erneut Bilder vor. Laut Rahmenzeichen handelt es sich wiederum um eine Wild RC-5/RC-8 Kamera mit einer 114,27mm Aviogon Linse. Das Bildformat ist 6" (18 × 18 cm).

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Die am 23. September erstellte Fotoreihe zeigt die Befestigung und die Umgebung aus größerer Höhe. Wahrscheinlich ist das der Grund dafür, dass von den oben erläuterten archäologischen Strukturen nur die Wälle des nördlichen Teils zu erkennen sind. Die vermutete Abbiegung des Walls nach Süden scheint auch in diesem Fall überzeugend zu sein (Abb. 4,2).

1966 (»fentrol.hu«/FÖMI)

Technische Daten: Die Aufnahmen aus dem Jahr 1966 wurden am 15.09. am Vormittag zwischen 9 und 11 Uhr gemacht. Der Fototechniker war Hauptmann Vágány. Die Aufnahmen wurden von einem Flugzeug des Typs Li-2 aus, in einer Höhe von 2400 m und im Auftrag der FÖMI vorgenommen. Typ der Kamera war eine Wild RC-5, mit 152,48 mm Objektiv und 9" (23 × 23 cm) Bildformat, allerdings steht in der Kamerabeschreibung der Seite von Wild Heerbrugg, dass die Wild RC-5/5a Kameras nur mit 120 mm und 210 mm Objektiven ausgestattet waren und ein Bildformat von 18 × 18 cm hatten. Laut Protokoll auf der Seite »fentrol.hu«

²¹ Abteilung für Landvermessung und Fernerkundung der Budapester Stadtbehörde, früher Institut für Landvermessung und Fernerkundung.

²² Die RC Kamera mit Automatik deutet die automatische Weiterleitung des Films bzw. der Platte an.

²³ <http://www.wild-heerbrugg.com/photogrammetry1.htm> (12.12.2022).

²⁴ Zusammenfassend zu diesen Ausgrabungen mit früherer Lit. vgl. HEINRICH-TAMÁSKA 2011, 679–681.

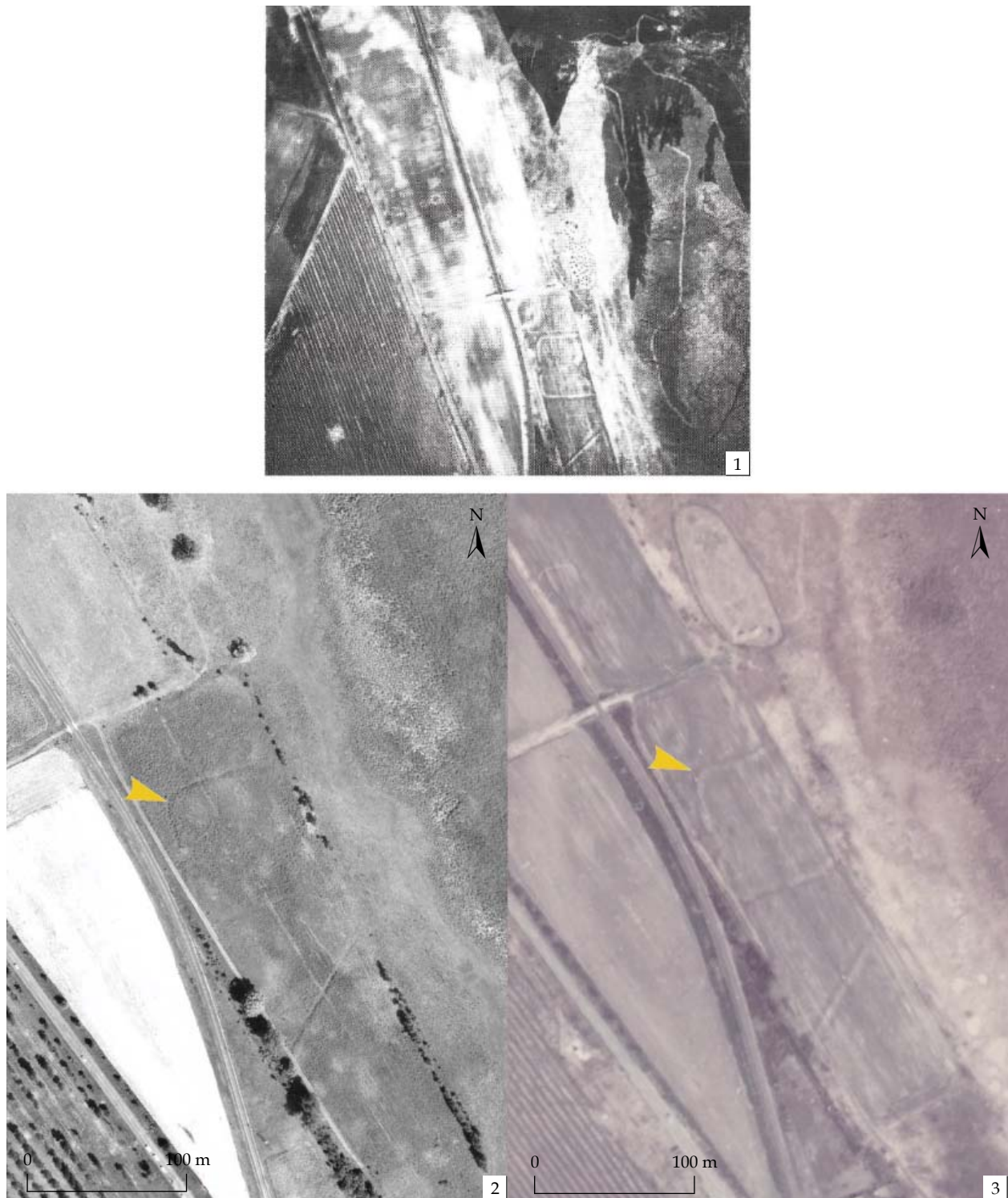


Abb. 6 1 1976: mit schräger Achse erstellte Aufnahme südöstlich der Festung; 2 1971: Mit vertikaler Achse erstellte Aufnahme desselben Gebiets; 3 1985: Farbiges Stereofoto mit vertikaler Achse desselben Gebiets. – Quelle: 1 Foto: G. Sziklai (nach ERDÉLYI/SÁGI 1985); 2 FÖMI, 1971.0175.8425; 3 MÁFI 9119.

und einer Niederschrift für die Kalibrierung von Kameras (13.02.1964) verfügte die Ungarische Volksarmee über eine Kamera vom Typ RC-5, mit 9"-Bildformat und einem Objektiv mit 153 mm Brennweite.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Auf den Luftaufnahmen von 1966 sieht man den Fundort zur selben Jahreszeit wie auf denen von 1963. Da die Vegetationsumstände ungünstiger ausfielen, sind nur einige Details

der Wälle im Nordteil und der früher im Süden beobachteten Straße und des Grabensystems zu erkennen. Zum Teil kann bereits auf diesem Foto ein Grabensystem entlang des Bahndamms erkannt werden, das anhand eines späteren Bildes identifiziert wurde und für Diskussion sorgte (s. Kapitel 1976).

1971 (»fentrol.hu«/FÖMI)

Technische Daten: Laut Stammbblatt wurden die am 21. Juli 1971, zwischen 9:30 und 11 Uhr erstellten Bilder aus einem Flugzeug vom Typ AN-2-F, in einer Höhe von 1015 m, im Auftrag eines kartographischen Unternehmens aufgenommen. Es wurde eine Wild RC-8 mit 6" (18 × 18 cm) Bildformat und einer 114.27 mm Avio-gon Linse verwendet. Fototechniker war Oberleutnant Beviz. Die Aufnahme wurde interessanterweise mit Infrarottechnik erstellt.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Die Infrarotaufnahme aus dem Jahr 1971 wurde nach der Getreideernte erstellt und eignet sich bestens zur Analyse der ufernahen Bereiche und Feuchtgebiete. Leider ist die fragliche nordöstliche Ecke der Befestigung, die im Seearéal zu suchen wäre, dennoch nicht auf dem Bild zu identifizieren. Neben dem Bahndamm sind die abgerundeten Ecken jenes Grabensystems zu erkennen, das anhand einer späteren Aufnahme erläutert wird. Trotz der guten Qualität der Aufnahme konnten weder dem nördlichen noch dem südlichen Vorgelände des Lagers neue Informationen abgewonnen werden²⁵. Der südliche Abschnitt der Ostmauer der Befestigung ist stark abgenutzt im Maisfeld zu erkennen. In forschungsgeschichtlicher Hinsicht ist es interessant, dass sowohl am Südtor als auch in der Umgebung des Horreums offene Grabungsschnitte zu sehen sind (Abb. 5).

1972 (»fentrol.hu«/FÖMI)

Technische Daten: Laut Stammbblatt wurden die am 29. Juni 1972, zwischen 9:30 und 10 Uhr erstellten Bilder aus einem Flugzeug vom Typ AN-2-E, in einer Höhe von 2300 m aufgenom-



Abb. 7 1 2002: Aufnahme von der Festung. Im Hintergrund sind die rekonstruierten Mauern des Südtors und des Horreum, im Vordergrund die offene Fläche der laufenden Ausgrabung des Fahrradwegs und die Strukturen in der südöstlichen Ecke zu sehen; 2 Georeferenzierte und geänderte Version der vorigen Aufnahme mit den negativen Bewuchsmerkmalen der Mauern der Gebäude 24, 25 und 27. – Fotos: Balatoni Mus. Keszthely (R. Müller/P. Straub).

²⁵ Auch die Qualität der Aufnahmen erlaubt es nicht sie hier abzudrucken.

men. Es wurde eine Wild RC-8 mit 9" (23 × 23 cm) Bildformat und einer 152,4 mm Aviogon Linse verwendet. Fototechniker war Hauptmann Perei. Die Aufnahme wurde interessanterweise mit Infrarottechnik erstellt.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Aufgrund des relativ kleinen Maßstabs, der der Aufnahme aus großer Höhe zuzuschreiben ist, sind auf den Bildern nur wenige Details zu erkennen, die archäologisch relevant wären. Aufgrund der Eigenschaften der Infrarotaufnahme sind diese Bilder auch weiterhin eher in umweltarchäologischer und hydrografischer Hinsicht informativ.

1976 (»fentrol.hu«/FÖMI)

Technische Daten: Die Aufnahmen wurden am 9. September 1976, zwischen 9 und 10 Uhr, aus einem Flugzeug vom Typ L-410, in einer Höhe von 3200 m, im Auftrag von FÖMI aufgenommen. Es wurde eine Wild RC-8 mit 9" (23 × 23 cm) Bildformat und einer 152,02 mm Aviogon Linse verwendet.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Bei sehr ähnlichen Zuständen der landwirtschaftlich genutzten Fläche wurde die nächste zur Verfügung stehende Fotoreihe im Jahre 1976 aufgenommen. Es gibt keine wesentlichen Unterschiede zum Zustand von 1971 hinsichtlich der archäologischen Anomalien, abgesehen davon, dass das Südtor bereits im rekonstruierten Zustand zu sehen ist.

1976 (VÍZDOK²⁶)

Technische Daten: Für die Kartierung der ungarischen Gewässer wurden ab den 1960er Jahren immer öfter Luftbildaufnahmen mit schräger Kameraachse verwendet. Die ersten bedeutenderen archäologischen Luftaufnahmen der Forschungsgruppe „Argos Stúdió“, die unter verschiedensten Institutionsbezeichnungen (VÍZDOK, VGI, KGI, VMLK, VITUKI Abteilung für Fernerkundung) und mithilfe ständig verbesserter Technologien arbeitete, bezog sich auf Fenékpuszta. Die foto- und filmtechnische Abteilung des VÍZDOK begann ab

1975, neben panchromatischen Aufnahmen mit schräger Achse („Ansichtsbilder“), auch Luftaufnahmen mit vertikaler Achse zu erstellen. Ab dem 3.05.1976 wurden mit der parallelen Aufstellung von vier Kameras multispektrale Aufnahmen angefertigt. Zuerst wurde die Technologie für die bessere Erkundung des Plattensees, später aber auch für die Vermessung archäologischer Fundorte und die präzisere Erschließung und genauere Bestimmung von Wasserverschmutzung verwendet. Die Aufnahmen entstanden mithilfe der simultanen Auslösung von 4 Hasselblad 500 EL/M Kameras, mit einem 6 × 6 cm Negativformat und von einem Flugzeug des Typs Pilatus Plotter Turbo aus²⁷. Die Technik mit unterschiedlichen „spektralen Kanälen“ brachte sehr gute Ergebnisse. Auf die nachdrückliche Aufforderung des Geologen Dr. Ödön Ráday wurde am 13.07.1977 die erste hochauflösende Infrarot-Luftbildlandkarte Ungarns erstellt. Die Aufnahmen entstanden vom Hévizsee, mit drei Kameras auf Infrarot-, Negativfarb- und panchromatischen Film. Aus diesem Material konnte ein farbiges Orthophotomosaik mit Infrarot-Komposit-Technik (CIR) angefertigt werden²⁸.

Die vorliegende Fotoreihe des Jahres 1976 entstand mithilfe der multispektralen Methode, die Ede Juhász entwickelt hatte²⁹. Der Auftraggeber war das Archäologische Institut (István Erdélyi) der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (MTA), die ungarisch-sowjetische Ausgrabungen in Fenékpuszta zwischen 1976 und 1983 durchführte³⁰. Zsigmond Vizy erzielte die Aufnahmen aus einer Höhe von 500, 1000 und 1500 m³¹.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: In der einschlägigen archäologischen Fachliteratur löste die Anomalie einer abgerundeten Ecke, die südlich der Befestigung ent-

²⁷ ERDÉLYI/SÁGI 1985, 275.

²⁸ LICSKÓ 2017, 523 f.

²⁹ LICSKÓ 2017, 523.

³⁰ S. dazu ERDÉLYI/SÁGI 1985, 274; HEINRICH-TAMÁSKA 2013b, 18–20.

³¹ Aufgrund des Erfolges hat das Archäologische Institut einen weiteren Auftrag an VÍZDOK erteilt, so wurden die Arbeiten 1977 fortgesetzt. Vgl. B. ERDÉLYI, Régészeti légi fényképezés és légifénykép-értelmezés. Miskolci Herman Ottó Múzeum. Közl. 21, 1982, 81–89.

²⁶ Dokumentations- und Informationsstelle für Gewässerkunde.



Abb. 8 1 2006: Verlauf der östlichen Befestigungsmauer in Form der herausgepflügten Steine und Mörtel erkennbar; 2 Beginn der vom Südtor ausgehenden Straße, die sich in niedrigerem und gelblichem Maisfeld abzeichnet. – Fotos: Civertan Bt.

deckt wurde, einige Diskussion aus, die auch in diversen Organen thematisiert wurde (Abb. 6,1; 12,6)³². Im Oktober 1976 erstellte Gábor Sziklai Aufnahmen aus unterschiedlicher Höhe und Winkeln und unter Verwendung verschiedener Filter über dem Fundort³³. Neben den jüngst rekonstruierten Bauten der Befestigung konzentrierte man sich auf den Uferbereich des Plattensees und die nördliche Zone³⁴. Die mit Gräben abgegrenzte Fläche ca. 600 m südöstlich der Anlage ist auch auf anderen Aufnahmen gut zu identifizieren, wie z. B. auf der Fotoreihe des FÖMI aus dem Jahr 1971 (Abb. 6,2) oder auf der mit vertikaler Achse erstellten Farbbildreihe des MÁFI³⁵ (Abb. 6,3). Hinsichtlich ihrer Deutung ging man zuerst davon aus, dass es sich um ein frühromisches Lager handeln könnte³⁶. Károly Sági widerlegte diese Annahme später mit der Begründung, dass sowohl das Fehlen von Oberflächenfunden als auch die Position der Strukturen (über dem Meeresspiegel) dagegen sprechen. Er hielt es für eher wahrscheinlich, dass es sich um die Spuren einer ehemaligen Rinderkoppel handelt³⁷. Wie bei anderen Aufnahmen ist davon auszugehen, dass die Gräben südlich der Befestigung alle auf neuzeitliche Parzellenabgrenzungen zurückzuführen sind.

1979 (»fentrol.hu«/FÖMI)

Technische Daten: Am 7. Mai 1979 wurden im Auftrag von FÖMI Aufnahmen von der Gegend erstellt. Ein Flugzeug vom Typ An-2, ausgestattet mit einer Wild RC-10 und einem Objektiv mit einer Brennweite von 88.24 mm, schoss die Bilder aus einer Höhe von 2750 m auf Kodak Infrarotfilm, das Format betrug 9" (23 × 23 cm).

³² ERDÉLYI/SÁGI 1985, 274 f., Abb. 2; RÁDAI 1990, 126.

³³ RÁDAI 1990, 126. – Gábor Sziklai war zwischen 1981–2001 bei Argos Stúdió mit kleineren Unterbrechungen beschäftigt. Diese Aufnahmen wurden vermutlich durch Zsigmond Víz gefertigt.

³⁴ ERDÉLYI/SÁGI 1985, 274 f., Abb. 2; RÁDAI 1990, 126.

³⁵ Ungarisches Staatsinstitut für Geologie.

³⁶ Zusammenfassend R. MÜLLER, Megjegyzések Fenékpusztai történetéhez. Zalai Múz. 1, 1987, 105–122 hier 106.

³⁷ K. SÁGI, Adatok a fenékpusztai erőd történetéhez. A Tapolcai Városi Múz. Közl. 1, 1989, 261–318 hier 262, Abb. 1.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Die Infrarotaufnahmen geben Aufschluss über die Veränderungen der ufernahen Vegetation und die Gebiete mit höherem Grundwasserspiegel. Auf dieser Aufnahme kann man die Gräben, deren Ecken abgerundet sind bzw. den daneben diagonal verlaufenden, geraden Gräben wiederum sehr detailliert erkennen.

1980 (»fentrol.hu«/FÖMI)

Technische Daten: Die Aufnahmen im Bildformat 23 × 23 cm entstanden am 13. April 1980, zwischen 10 und 11 Uhr, aus einer Höhe von 2400 m, aus einem Flugzeug des Typs An-2, mit einer Wild RC-10 Kamera, die über eine Brennweite von 88.24 mm verfügte. Fototechniker war Hauptmann Perei.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Auf den aus großer Höhe vorgenommenen Aufnahmen sind die bereits rekonstruierten Bauten der Befestigung zu erkennen bzw. daneben die Schnitte der dort damals durchgeführten Ausgrabung.

1983 (HGI)

Technische Daten: Die Aufnahmen wurden am 16. Mai 1983 erstellt, laut Rahmenzeichen mithilfe einer Wild RC-10 und einer SAG II Linse mit 88.24 mm Brennweite. Das Bildformat beträgt 9" (23 × 23 cm). Der Seriennummer der Linse zufolge handelt es sich um dasselbe Gerät, wie auch im Fall der Bilder aus den Jahren 1980 und 1984, die bei »fentrol.hu« zu finden sind.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Die am 16. Mai, gegen 16:00, vermutlich auf Infrarotfilm erstellte Reihe zeigt das Keszthelyer Becken aus größerer Höhe, mit der Befestigung und ihrer Umgebung. Aufgrund des kleinen Maßstabs sind diese Aufnahmen für luftbildarchäologische Analysen ungeeignet.

1984 (»fentrol.hu«/FÖMI)

Technische Daten: Die uns aus diesem Jahr vorliegenden Aufnahmen wurden am 21. August 1984, aus einer Höhe von 1860 m erstellt. Es handelt sich um ein Flugzeug vom Typ An-2,



Abb. 9 1 28. Juni 2010: Positives Bewuchsmerkmal des zum Ost-West-Wall gehörenden Grabens;
2 Das vom Wall begrenzte Gebiet, mit der angenommenen Biegung nach Süden, im Nordwesten
mit der Befestigung im Hintergrund. – Foto: Z. Czajlik.

bei der Kamera um eine Wild RC-10, mit 88.24 mm Linse. Man verwendete Infrarotfilm, das Bildformat ist 23 × 23 cm. Fototechniker waren Hauptmann Németh und Hauptmann Perei.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Ein Infrarotbild von 1984, das bei der Nordmauer und der nordwestlichen Ecke der Befestigung eine lineare Anomalie zeigt, ist womöglich die einzige der uns zur Verfügung stehenden Aufnahmen, auf dem dieser Befestigungsteil fassbar ist, allerdings sind die Details aufgrund der Höhe auch nicht gut erkennbar. Die von der Befestigung in südöstlicher Richtung gelegene Struktur mit abgerundeten Gräben bzw. der daneben, diagonal verlaufende, gerade Graben, sind ebenfalls zu sehen.

1985 (MÁFI)

Technische Daten: Die Aufnahmen wurden am 3. April 1985, mit einer Wild RC-10 und einem 153.1 mm Objektiv erstellt. Weitere Details zum Flug liegen nicht vor.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Aus luftbildarchäologischer Sicht geben sie keine weiteren Informationen über die oben beschriebenen hinaus.

Archäologische Luftbildaufnahmen mit schräger Achse

Archäologische Luftbildaufnahmen mit schräger Achse haben ihren Vorläufer bei den britischen Jagdfliegern aus dem Zweiten Weltkrieg³⁸. Sie werden aus niedrigerer Höhe, die bestmögliche Dokumentation der archäologischen Erscheinung beachtend, durchgeführt. Es bedarf einer sorgfältigen Vorplanung („Einprägung“ des Ortes, Vegetation, Wetter, Tageszeit etc.), eines auch in niedriger Höhe wendigen Flugzeugs und kompetenten Piloten bzw. eines möglichst sehr lichtstarken Objektivs im Leica-Format (grundsätzlich), das in seiner Kategorie die beste Schärfe produziert, zuverlässig und widerstandsfähig ist. Heute werden solche

Aufnahmen ausschließlich mit Digitalkameras erstellt. Der Flexibilität der Methode ist zu verdanken, dass auch solche Vegetationszeichen fotografiert werden können, die nur einige Tage oder Stunden zu beobachten und auf kartografischen Orthofotos praktisch nie zu sehen sind. Zugleich können Bilder, die mit einer Handkamera in schräger Achse aufgenommen wurden, selbstverständlich nicht mit einer an die Orthofotos heranreichende Präzision georeferenziert werden. Allerdings sind dank Softwareentwicklungen heutzutage auch schon Schrägaufnahmen gut verwendbar, vor allem, wenn neben den archäologischen Strukturen, trotz der niedrigeren Höhe, möglichst viele Kontrollpunkte fotografiert werden.

2002, 2012 – Juli (Róbert Müller, Péter Straub³⁹)

Die Luftaufnahmen, die im Rahmen der Ausgrabungen in Verbindung mit dem Bau des Fahrradwegs erstellt wurden, zeigen die offenen Schnitte, die Befestigung und ihre Umgebung (Abb. 7). Die Bilder liefern vor allem für das südöstliche Viertel der Befestigung wertvolle Informationen. In den Bereichen südlich und nördlich des geplanten Fahrradwegs sind positive und negative Bewuchsmerkmale zu beobachten. Anzahl und Qualität der auf Diafilm erstellten Aufnahmen ermöglichen nur eine begrenzte Aufarbeitung. Bilder, die über einen höheren Aufnahmewinkel verfügen, wurden über identifizierbare Kontrollpunkte auf der Erde referenziert (Abb. 7,2). Die Spuren zahlreicher Gebäude (24, 25 und 27) bzw. von Mauerabschnitten sind erkennbar, die mit unter ähnlichen Vegetationsvoraussetzungen erstellten Aufnahmen aus dem Jahr 2015 verglichen und kartiert wurden (Abb. 10)⁴⁰.

2012 hat Péter Straub ebenfalls Luftaufnahmen des Fundortes angefertigt, deren Einzelheiten uns allerdings nicht bekannt sind. Auf dem südlichen Vorgelände zeigt sich durch negative Bewuchsmerkmale der Grundriss des Gebäudes 24 im Getreidefeld⁴¹.

³⁸ R. GOGUEY/M. SZABÓ, *L'histoire vue du ciel. Photographie aérienne et archéologie en France et en Hongrie. A történelem madártávlatból. Légi fényképezés és régészet Franciaországban és Magyarországon* (Budapest 1995) 13 f.

³⁹ Balatoni Museum, Keszthely.

⁴⁰ Zu den Gebäuden und deren Grabungsergebnissen bis 2017 vgl. HEINRICH-TAMÁSKA/PRIEN 2018.

⁴¹ O. HEINRICH-TAMÁSKA/R. MÜLLER/P. STRAUB, *A fenék-*



Abb. 10 1 2015: Der südöstliche Bereich der Festung mit negativen Bewuchszeichen an den Mauern der Gebäude 24 und 27; 2 Interpretation der Luftaufnahmen, die mit den Details der Bilder von 2002 (Abb. 7) ergänzt wurden. – Foto: Z. Czajlik.

2006 (Civertan Bt.⁴²)

Technische Daten: Die uns zur Verfügung stehenden digitalen Aufnahmen wurden laut EXIF-Daten mit einer 13 MP FUJI Finepix S3 Pro und unterschiedlicher Brennweite vorgenommen.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Im Rahmen eines deutsch-ungarischen Forschungsprojektes (2006–2009) erstellte die CIVERTAN Bt. (Budapest) Ende September 2006 eine Reihe von Luftbildaufnahmen des Areals mit schräger Achse⁴³. Sie dokumentieren in erster Linie die auf der Oberfläche sichtbaren, rekonstruierten Überreste. Die hellen Flecken, die im Ostteil der Befestigung, in der bereits gepflügten und gegegten Erde südlich und nördlich des Fahrradwegs erkennbar sind, sind durch die Ausgrabungen 2002 zu erklären. Daneben ist der Lauf der Ostmauer der Befestigung, ebenfalls in Form eines helleren Streifens ausgepflügter Steine, nachvollziehbar (Abb. 8,1). Vor dem Südtor der Befestigung stand zur Zeit der Aufnahmen ein Maisfeld, darin zeigt sich ein vergilbter Streifen, der womöglich auf die Ausgangsstrecke der Straße, die sich von der Festung entfernt, verweist (Abb. 8,2).

2010, 2015, 2016 (Zoltán Czajlik)

Technische Daten: Die aus dem Archiv des archäologischen Instituts der Universität Eötvös Loránd (Budapest) stammenden digitalen Aufnahmen wurden mit einer Nikon D300 Kamera, ausgerüstet mit einem Nikkor AF-S 24-70mm f/2.8G ED Objektiv, bei wechselnder Brennweite erstellt. In 2010 wurden die Aufnahmen durch OTKA⁴⁴ finanziert, in den Jahren 2015 und 2016 organisierte und finanzierte sie das György Thúry Museum in Nagykanizsa. Sie umfassten luftbildarchäologische Forschungsarbeit in der gesamten Komitat Zala, so wurde auch die Befestigung von Fenékpuzta und ihre Umgebung mehrfach fotografiert.

Ergebnisse der luftbildarchäologischen Analysen: Am 28. Juni 2010 konnten weder auf den fünf kleineren gepflügten Feldern des Festungsinneren noch auf der größeren Fläche südlich der Anlage archäologische Anomalien registriert werden⁴⁵. Auffallend war, dass selbst die kleineren Parzellen im Inneren der Festung, auf denen Saatweizen stand, für archäologische Forschungsarbeit (wahrscheinlich aufgrund des vielen Niederschlags der frühlommerlichen Wochen im Jahr 2010) ungeeignet waren. Trotz der ungünstigen Bedingungen waren aber die Spuren des Wall- und Grabenkomplexes im reifen Getreidefeld nördlich der Befestigung eindeutig zu sehen (Abb. 9,1). Der Graben zeigt sich in Form einer 10–11 m breiten, dunkelgrünen Verfärbung, mit teils helleren, verkümmerten Getreidepflanzen auf der Innenseite, die wahrscheinlich auf das Material der noch verbliebenen Aufschüttung zurückzuführen sind. Diese Struktur – wie oben beschrieben – ist auf zahlreichen zum kartographischen Zweck erstellten Archivaufnahmen zu erkennen und wendet sich an seinem Westende vermutlich nach Süden. Als die Ergebnisse des Fluges von 2010 zuerst veröffentlicht wurden, wurde diese Möglichkeit noch nicht in Betracht gezogen, eine erneute Analyse der Fotos haben diese Annahme bekräftigt (Abb. 9,2). Die Linie des Walls wird nirgends unterbrochen, deshalb muss der Durchgang in den landwirtschaftlich nicht genutzten Bereichen zu suchen sein. Auf dem Gebiet zwischen Wall und Befestigung gibt es keine Bewuchsmerkmale, die eindeutig archäologisch zu deuten wären, was allerdings auch mit dem oben bereits erwähnten, niederschlagsreichen Frühsommer zu erklären ist.

2015 (am 25.06.) entsprach der Stand der Feldwechselwirtschaft der Situation von 2010. Die mit Saatweizen besäten Flächen, die zum südöstlichen Teil der Befestigung gehören, waren allerdings homogener als die von 2010. Deshalb konnten trotz der leicht überreifen Pflanzen die Spuren von Mauern und Gebäuden gut dokumentiert werden. Dieser Teil deckt sich

puztai római erőd évszázadai (Zalaegerszeg 2012) Abb. 57.

⁴² Vgl. https://www.civertan.hu/legifoto/legifoto.php?page_level=176 (18.05.2020).

⁴³ HEINRICH-TAMÁSKA 2013, 21, Abb. 10.

⁴⁴ Nationaler Wissenschafts- und Kulturfond Ungarns.

⁴⁵ Z. CZAJLIK/A. BÖDÖCS/L. RUPNIK, Légi fényképezéses régészeti kutatások Magyarországon 2010-ben. Aerial photographic archaeological investigations in Hungary in 2010 (Budapest 2012) 111–131 hier 113, Fig. 5–6.



Abb. 11 29. Juni 2016: Verfärbungen im seichten Wasser des Plattensees, die womöglich auf den einstigen Hafen verweisen. – Foto: Z. Czajlik.

mit den bereits beschriebenen Aufnahmen des Fluges aus dem Jahr 2002, allerdings sind diese wesentlich besser und detailreicher (Abb. 10,1). Dennoch sind bestimmte Details und Mauerabschnitte schlechter zu sehen als zuvor, was auch mit der störenden Einwirkung der hier in der Zwischenzeit durchgeführten Ausgrabungen zu erklären sein könnte⁴⁶. Weitere Gründe dafür können feine Unterschiede in der Vegetationsbeschaffenheit sein. Aufgrund der schärferen Bilder mit höherer Auflösung sind Anzeichen von Gruben und kleineren Gräben auf den Bildern von 2015 weitaus besser zu erkennen, gleichzeitig sind die Unterschiede in der Erkennbarkeit einzelner Mauerteile nur gering. Hier muss angemerkt werden, dass aufgrund von Bodenradmessungen die Grundrisse der hier vorgefundenen Gebäude bereits bekannt war⁴⁷. Die Auswertung der Luftaufnahmen unterstrich größtenteils die Ergebnisse der geophysikalischen Messungen bezüglich der Mauern, bezüg-

lich von Gruben und Gräben lieferte sie neue Erkenntnisse (Abb. 10,2). Auffallend ist, dass bestimmte Gebäudeteile, in erster Linie z. B. die Apsiden, auf Luftaufnahmen nicht erkennbar sind. Die Deutung der Bewuchsmerkmale wird dadurch beeinträchtigt, dass das Areal seit dem Anfang des 20. Jahrhunderts mehrmals gestört bzw. zum Teil freigelegt wurde.

Am 29. Juni 2016 bot die Feldwechselwirtschaft weder im Innenbereich des Lagers noch in seiner Umgebung geeignete Bedingungen für archäologische Beobachtungen. Dennoch konnten in einer Bucht des Plattensees, die an die südöstliche Ecke der Festung grenzt, dunkle, leicht eckige Flecken beobachtet werden (Abb. 11). In Ungarn verfügt man bis heute über keine ausreichenden Erfahrungen bezüglich der Luftbilddokumentation von Fundorten unter Wasser, in erster Linie wegen der schlechten Sicht in den Gewässern. Deswegen lässt sich im Fall der Aufnahmen von Fenékpusztá aktuell nicht entscheiden, ob das Zusammenspiel farbiger Wassermengen oder eventuell Spuren von zur Befestigung gehörenden Hafenstrukturen foto-

⁴⁶ Vgl. HEINRICH-TAMÁSKA/PRIEN 2018.

⁴⁷ HEINRICH-TAMÁSKA/PRIEN 2017–2018, 125 f., Abb. 4.

grafiert wurden. Um diese Frage zu beantworten, müssen weitere Forschungen folgen.

Beobachtungen zur archäologischen Topografie des Gebiets

Anhand der beschriebenen Luftaufnahmen wird klar, dass die Zahl der wissenschaftlichen Fragen, die man mit dieser Methode beantworten kann, beschränkt bleibt. Bauarbeiten des 19.–20. Jahrhunderts, am Ende des 19. Jahrhunderts beginnende Ausgrabungen und die bis heute anhaltende landwirtschaftliche Tätigkeit beeinträchtigen das Verhältnis bereits dokumentierter und noch zu erforschender Gebiete⁴⁸. Weiterführende Informationen die Befestigung betreffend konnten unter den aktuellen Umständen lediglich für den südöstlichen Teil gewonnen werden. Was die Umgebung der Festung anbelangt, liegen vom nördlichen und südlichen Areal Beobachtungen vor, die wir nachfolgend erläutern.

Wie bereits erwähnt, ist die Existenz des Walls, der die Halbinsel von Fenékpusztá in ost-westlicher Richtung schneidet, der archäologischen Forschung wohl bekannt (Abb. 12,2)⁴⁹. Er wurde sowohl im Rahmen der zweiten als auch der dritten Landesaufnahme Österreich-Ungarns erfasst⁵⁰, er war auch noch am Anfang des 20. Jahrhunderts auf der Bodenoberfläche sichtbar, wie es Bálint Kuzsinszky beschrieb⁵¹. Aufgrund der fortwährenden landwirtschaftlichen Bearbeitung hebt er sich aber heute kaum mehr von seiner Umgebung ab. Diese Form der Zerstörung lässt sich auf den seit 1951 entstandenen Luftbildern weitgehend nachverfolgen. In erster Linie verschwand der starke Kontrast des Materials, aus dem der Wall besteht, im Verhältnis zur Umgebung in den knapp 70 Jahren Feld-

bestellung. Auf keinem der bekannten Fotos ist ein Durchgang oder Tor zu erkennen, weshalb man darauf schließen kann, dass die einst nach Norden führende Straße zwischen der heutigen Landstraße 71 und der Bahnlinie zu suchen ist (Abb. 12,7). Wie bereits erläutert, kann vermutet werden, dass der Wall an der Westseite nicht bis zum Ufer verlief, sondern nach Süden abbog, ungefähr entlang der Höhenlinie 110 m ü. M. Seine Spur ist bis zur Linie der nördlichen Befestigungsmauer verfolgbar, darüber hinaus verliert sie sich jedoch in der buschigen Vegetation und der bebauten Fläche. Das Ostende des Walls ist zwischen Eisenbahn und der Landstraße 71 besser erhalten, allerdings erscheint seine einstige Position und Gestaltung gerade wegen dieser Einschnitte und der Bruchkante des Seeufers auch fraglich. Auf den Archivaufnahmen, vor allen Dingen auf einigen mit schräger Achse aus dem Jahr 1976, hat es den Anschein, als ob sich zwischen dem Bahndamm und der Straße ein nach Süden abbiegender, kurzer Abschnitt eines Walls langzöge. Die Verbindung zwischen dieser Erscheinung und der Struktur in Ost-West-Richtung ist noch nicht geklärt, dazu bedarf es weiterer Forschungsarbeit. Es ist nicht ausgeschlossen, dass es sich um Spuren moderner Geländearbeiten handelt. Der Ost-West-Abschnitt des Walls wurde mehrmals geschnitten. Als Erste untersuchten ihn 1972 Erzsébet Patek und János Makkay, im Rahmen der von Károly Sági geleiteten Ausgrabungen. Der Wall könnte zum Teil aus Holz gebaut worden sein, anhand der im Material der Aufschüttung geborgenen Funde, wie z. B. einer Licinius-Münze, wurde er auf die spätrömische Zeit datiert⁵². Im Rahmen der von István Erdélyi geleiteten Ausgrabungen untersuchte Béla Miklós Szóke den Wall erneut, wobei frühromische Funde und auf eine Siedlung hindeutende Befunde zum Vorschein kamen. Der Graben war 4,5 m tief⁵³. Die Konstruktion wurde 2002 während der archäologischen Voruntersuchung des Fahrradwegbaus erneut untersucht⁵⁴. Die Befunde wurden auch vorge-

⁴⁸ Über die frühen Ausgrabungen vgl. BAKAY/KALICZ/SÁGI 1966, 81–88. Über die Ausgrabungen bis 2009 vgl. HEINRICH-TAMÁSKA 2013a, Gesamtplan Ia.

⁴⁹ Keszthely-Keszthelyi-hát (10535): BAKAY/KALICZ/SÁGI 1966, 21/38. Hier wurde der Wall noch vorgeschichtlich datiert. Zu aktuellen Forschungen vgl. die Datenbank des Ungarischen Nationalmuseums <https://archeodatabase.hnm.hu/en/node/4534> (18.10.2022). Vgl. auch HEINRICH-TAMÁSKA 2011, 672 f.

⁵⁰ <https://mapire.eu/hu/> (18.05.2020).

⁵¹ B. KUZSINSZKY, A Balaton környékének archaeológiája. Lelőhelyek és leletek (Budapest 1920) 47.

⁵² K. SÁGI u. a., Keszthely-Fenékpusztá. Rég. Fü. I, 26, 1973, 41–43 hier 42.

⁵³ I. ERDÉLYI, Keszthely-Fenékpusztá. Rég. Fü. I, 30, 1977, 33–34.

⁵⁴ R. MÜLLER, Keszthely, Fenékpusztá. In: Régészeti kutatások Magyarországon 2002. Archaeological Investigations in Hungary 2002 (Budapest 2004) 225–



Abb. 12 Die römische Befestigung und ihre Umgebung auf einem Reliefmodell, das anhand der Höhengschichten der topografischen Landkarte im Maßstab 1:10000 erstellt wurde: **1** spätrömische Befestigung; **2** Wall; **3** Grabensystem; **4** vermutliche Straße (nach K. Sági); **5** vermutliche Straße, die zur Übergangsstelle nach Süden führt; **6** Koppel bzw. mit einem Graben begrenzte Fläche; **7** vermutlicher Straßenabschnitt nach Norden; **8** Münzfund, Brandschüttungsbestattung (nach BAKAY/KALICZ/SÁGI 1966, 21/37); **9** Oberflächenfunde (ebd. 21/36); **10** Oberflächenfunde (ebd. 21/32); **11** römisches Steingebäude, Bestattungen (ebd. 21/25); **12** spätrömischer Friedhof, *cella memoriae* (ebd. 21/17); **13** Münzfund (ebd., 21/19); **14** runde Anomalie. – Grafik: L. Rupnik.

legt, die Funde allerdings nicht bearbeitet⁵⁵. Daten über den Westverlauf des Walls liegen aus Feldforschungen bzw. Ausgrabungen nicht vor.

226; HEINRICH-TAMÁSKA 2011, 672 f.

⁵⁵ HEINRICH-TAMÁSKA 2013a, 257 f. (L/1972/001-L/1976/004); Taf. XLV,338, PR 12; 241, PR 18–19.

Zwar merkte im 19. Jahrhundert Vilmos Lipp an, dass der Wall womöglich die Befestigung von Westen und Süden umschlossen hat, dennoch befindet er die dafür sprechenden Oberflächenspuren selbst für zweifelhaft⁵⁶.

⁵⁶ V. LIPP, A fenéki sírmező. Arch. Közl. 14, 1886, 137–

Die für die Analyse herangezogenen Luftaufnahmen liefern keine Angaben darüber, ob es auf dem Gebiet zwischen der spätrömischen Befestigung und dem Wall archäologische Strukturen gegeben hat, und wenn ja, welche. Feldbegehungen zeigten allerdings, dass sowohl der Bereich westlich der Festung (Abb. 12,10)⁵⁷ als auch das Gebiet zwischen Wall und Befestigung Siedlungsspuren mehrerer Perioden (Eisenzeit, Mittelalter, Römerzeit) aufwiesen (Abb. 12,9)⁵⁸. Da es aber keine Ausgrabungen gab, ist es zunächst ungeklärt, in welcher chronologischen und strukturellen Beziehung die römischen Siedlungsspuren, der Wall und die Befestigung zueinander standen. Die geplante Schnellstraße M76 wird am westlichen Rand des Gebiets entlang geführt und die archäologischen Voruntersuchungen sollten zahlreiche Fragen in Hinsicht auf den Wall bzw. vermeintlichen Wall und die einstige Siedlung klären können.

Die unmittelbar südlich der Befestigung gelegenen Bestattungen, Grabanlagen und der Teil der hinausführenden Straße sind einerseits aufgrund früherer Ausgrabungen, andererseits aufgrund der hier durchgeführten geophysikalischen Untersuchungen, bekannt⁵⁹. Hinsichtlich der römischen Straße liegen nur wenige zuverlässige Angaben vor, wahrscheinlich verlief sie nach Südosten, in Richtung des Seeübergangs, ihre Spuren wurden vereinzelt auch an der Oberfläche erkannt (Abb. 12,5)⁶⁰. Auf dem südlichen bzw. südwestlichen Bereich der Halbinsel gibt es Angaben zu römischen Siedlungsspuren, allerdings ist es teils fraglich, ob sie aus derselben Zeit stammen wie die Befestigung (Abb. 12,11–13). Die in Keszthely-Halászrét be-

obachteten spätrömischen Gräber und die *cella memoriae* sind mit der Befestigung vermutlich gleichaltrig (Abb. 12,12)⁶¹.

Das Alter der Gräber ist unbekannt, sowohl Orientierung als auch Gestaltung weisen viele Ähnlichkeiten mit dem Grabensystem auf, das auf der Landkarte der dritten Landesaufnahme Österreich-Ungarns erscheint. Es ist möglich, dass die auf den Luftbildaufnahmen erkennbaren Gräber verschieden datieren, allerdings kann das ohne Ausgrabungen nicht eindeutig geklärt werden. Anhand der Geländedaten und Landkarten sollte allerdings davon ausgegangen werden, dass es sich in erster Linie um Parzellenabgrenzungen des 19.–20. Jahrhunderts handelt.

Auf der Luftaufnahme von 1953 erscheint auf der Westseite des vom Fenékpusztai Gutshof aus nach Süden führenden Feldwegs eine runde Anomalie mit einem Durchmesser von ungefähr 30–31 m (Abb. 12,14). Auf späteren Aufnahmen konnte diese Erscheinung nicht mehr beobachtet werden, weil das Gebiet nicht länger landwirtschaftlich genutzt wurde. Der Ursprung dieses Merkmals lässt sich nicht bestimmen, sie dürfte aber vor den 1950er Jahren entstanden sein. Nach aktuellem Kenntnisstand liegen auch keine archivierten Landkartendaten vor, die zu ihrer Identifizierung beitragen könnten. Vilmos Lipp erwähnt zwar ein rundes Gebäude, das er als römischen Wachturm bestimmt, und worin er in mehreren Schichten Bestattungen vorfand, allerdings hielten weder Bálint Kuzsinszky, noch die spätere Forschung seine Beschreibungen für wirklich zuverlässig. Seine Angaben wurden mit der in Pusztaszentgyházi-dűlő gefundenen mittelalterlichen Kirche in Verbindung gebracht⁶². Auch aus Lipps Beschreibung weist nur die runde Form Ähnlichkeiten zu der von uns entdeckten Erscheinung auf, ihr Durchmesser von 8 m weicht allerdings eindeutig ab. Eine genaue Identifizierung ist nur mithilfe weiterer Forschungen möglich.

Innerhalb der Befestigung gibt es, wie bereits oben dargestellt, nur im Falle der südöstlichen

159 hier 138.

⁵⁷ Keszthely-Kendergyár áztatógödre (10529): BAKAY/KALICZ/SÁGI 1966, 21/32. Vgl. die Datenbank des Ungarischen Nationalmuseums <https://archeodatabase.hnm.hu/en/node/4490> (26.02.2022).

⁵⁸ Keszthely-Fenékpusztai – südlich des Walls (10533): BAKAY/KALICZ/SÁGI 1966, 21/36. Vgl. die Datenbank des Ungarischen Nationalmuseums <https://archeodatabase.hnm.hu/en/node/4528> (26.02.2022).

⁵⁹ R. MÜLLER, Die Gräberfelder vor der Südmauer der Befestigung von Keszthely-Fenékpusztai. Castellum Pannonicum Pelsonense 1 (Budapest u. a. 2010); HEINRICH-TAMÁSKA 2013a, Gesamtplan Ic.

⁶⁰ A. BÖDÖCS, A római kori úthálózat térinformatikai vizsgálata a mai Magyarország területén. Diss. Eötvös Loránd Univ. (Budapest 2008) 591–593.

⁶¹ Vgl. dazu HEINRICH-TAMÁSKA 2014, bes. Fig. 7.

⁶² Vgl. R. MÜLLER, Die Gräberfelder von Keszthely-Fenékpusztai, Ödenkirche-Flur. Castellum Pannonicum Pelsonense 5 (Budapest u. a. 2014) 14 f. (Lipp datierte die Gräber aber ins 16.–17. Jh.).

Ecke auswertbare luftbildarchäologische Daten. Zur Klärung der Grundrisse der hier befindlichen Gebäude Nummer 24, 25 und 27 wurden zwischen 2009 und 2017 Ausgrabungen und Bodenradarmessungen durchgeführt⁶³. Die Luftbildaufnahmen unterstreichen die dort erzielten Erkenntnisse zu den Grundrissen und liefern keine wesentlichen, neuen Details.

Abschließende Bemerkungen

Keszthely-Fenékpusztá gehört zu den besonders wichtigen und gut erforschten Fundorten in Ungarn. Zwar ist das Gelände weder aufgrund der Überbebauung, noch aufgrund der örtlichen geomorphologischen Gegebenheiten ideal für luftbildarchäologische Forschungen, dennoch hat sich der Fundort zu einer wichtigen Basis für die Etablierung dieser Prospektionsmethode in Ungarn entwickelt. Mit der Zusammenfassung der bisherigen Forschungen kommen wir daher einer wichtigen Verpflichtung nach (Abb. 12), was jedoch noch längst nicht bedeutet, dass alle wissenschaftlichen Fragen beantwortet werden können.

Der Datensatz bezüglich der inneren Struktur der spätrömischen Befestigung kann mit der luftbildarchäologischen Methode wahrscheinlich nicht mehr erweitert werden. Eventuell könnten noch unbekannte Archivaufnahmen die Situation ändern, doch moderne Fotos können aufgrund der Vegetation und modernen Eingriffe keine neuen Informationen mehr erfassen. Gleichzeitig liefert aber die Landzunge, an der die Befestigung einst stand, noch zahlreiche Möglichkeiten für topografische Forschungen. Es ist noch unbekannt, wofür das nördlich der Festung gelegene und bis zum Wall reichende Gebiet genutzt wurde, ebenso wenig, wo genau die durch diese Gegend führende Straße verlief. Die Zone, die bis zum Süden der Halbinsel reicht, weist auch viele topografische Ungewissheiten auf, die – trotz der oben erläuterten Luftaufnahmen – nicht eindeutig geklärt werden konnten. Eine weitere sehr interessante Frage ist, wie sich die Beziehung der Befestigung zum Plattensee entwickelte, wo der Hafen gelegen haben mag⁶⁴. Um diese Fragen beantworten

zu können, werden künftige landschaftsarchäologische Forschungen – neben vielen weiteren Methoden – die der Luftbildarchäologie weiter einbeziehen dürfen.

Literatur

BAKAY/KALICZ/SÁGI 1966

K. Bakay/N. Kalicz/K. Sági, Veszprém megye régészeti topográfiája. A keszthelyi és a tapolcai járás. Magyarország Régészeti Topográfiája 1 (Budapest 1966).

GONÇALVES 2016

J. A. Gonçalves, Automatic Orientation and Mosaicking of Archived Aerial Photography Using Structure From Motion. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 40,3, W4, 2016, 123–126.

CRÖLL 1984

A. Cröll, Large scale format lenses from Carl Zeiss Oberkochen (1950-52). <http://mr-alvandi.com> (12.12.2022).

ERDÉLYI/SÁGI 1984

B. Erdélyi/K. Sági, A magyarországi régészeti légi fényképezés története és a Szent György-hegyi kolostorrom. Veszprém Megyei Múz. Közl. 17, 1984, 273–280.

HALLERT 1950

B. Hallert, Photogrammetry in Sweden. Photogrammetric Engineering XVI, 1950, 806–813.

HEINRICH-TAMÁSKA 2011

O. Heinrich-Tamáska, Die spätrömische Innenbefestigung von Keszthely-Fenékpusztá: Innere Chronologie und funktioneller Wandel. In: O. Heinrich-Tamáska (Hrsg.), Keszthely-Fenékpusztá im Kontext spätantiker Kontinuitätsforschung zwischen Noricum und Moesia. Castellum Pannonicum Pelsonense 2 (Budapest u. a. 2011) 653–702.

HEINRICH-TAMÁSKA 2013a

O. Heinrich-Tamáska (Hrsg.), Keszthely-Fenékpusztá: Katalog der Befunde und ausgewählter Funde sowie neue Forschungsergebnisse. Castellum Pannonicum Pelsonense 3 (Budapest u. a. 2013).

HEINRICH-TAMÁSKA 2013b

O. Heinrich-Tamáska, Archäologische Forschungen in Keszthely-Fenékpusztá: Eine Einführung. In: HEINRICH-TAMÁSKA 2013a, 9–24.

⁶³ HEINRICH-TAMÁSKA/PRIEN 2017–2018.

⁶⁴ HEINRICH-TAMÁSKA 2014, 408–413.

HEINRICH-TAMÁSKA 2014

O. Heinrich-Tamáska, Research perspectives on landscape archaeology at the western end of Lake Balaton in the first Millenium: In: O. Heinrich-Tamáska/P. Straub (Hrsg.), Mensch, Siedlung und Landschaft im Wechsel der Jahrtausende. People, Settlement and Landscape on Lake Balaton over the Millennia. Castellum Pannonicum Pelsonense 4 (Budapest u. a. 2014) 403–428.

HEINRICH-TAMÁSKA/PRIEN 2017–2018

O. Heinrich-Tamáska/R. Prien, Keszthely-Fenépuszta in der Spätantike: ein Vorbericht über die deutsch-ungarischen Ausgrabungen zwischen 2009 und 2017. Antaeus 35–36, 2017–2018, 119–145.

LICSÓ 2017

B. Licsó, Vízgazdálkodási, természetvédelmi és környezetvédelmi légi felmérések Magyarországon (1960–2008). RS&GIS. Távérzékelési Technológiák és Térinformatika Online 7,3, 2017, 522–532.

RÁDAI 1990

Ö. Rádai, Régészek a víz alatt és a levegőben. Gondolat zsebkönyvek (Budapest 1990).

REDWEIK/MARQUES/MATILDES 2008

P. Redweik/ F. Marques/R. Matildes, A Strategy for Detection and Measurement of the Cliff Retreat in the Coast of Algarve (Portugal) by Photogrammetry. EARSeL eProceedings 7,2, 2008, 92–104.

SAMISOE/THAM 1950

F. Samisoe/P. H. Than, Two problems in Photogrammetry. Photogrammetric Engineering XVI, 1950, 813–821.

SCHMAUDER 2018

T. Schmiedmayer, Légifelderítés a Magyar Királyi Honvéd Légierőben. https://fentrol.blog.hu/2018/07/20/legifelderites_a_magyar_kiralyi_honved_legierobe (12.12.2022).

TREMME 2009–2010

Á. Tremmel, A magyar katonai térképészet útja. Geodézia és Kartográfia 61, 2009–2010, 26–34.

Zusammenfassung

Keszthely-Fenépuszta ist ein gut bekannter archäologischer Fundort des Karpatenbeckens mit einer langen Forschungsgeschichte, die mit den ersten archäologischen Ausgrabungen am Ende des 19. Jahrhunderts begann. In vorliegendem Beitrag werden ein spezieller Bereich dieser Forschungen betrachtet, die Ergebnisse der Luftbildarchäologie. Über die Bedeutung des Fundortes hinaus war auch die Person und Tätigkeit von Ödön Rádai für unsere Arbeiten ausschlaggebend, der als Hydrologe und engagierter Luftbildarchäologe sich mehrfach mit Keszthely-Fenépuszta beschäftigte.

Obwohl die spätrömische Festung und ihre Umgebung für luftbildarchäologische Forschungen z. Z. nicht gut geeignet ist, konnten nützliche Informationen gewonnen und weiterführenden Fragen für den wissenschaftlichen Diskurs generiert werden. In dieser Studie wurden vorhandene Materialien zusammengestellt und technisch detailliert ausgewertet. Die Archivaufnahmen, die für militärischen, kartographischen oder hydrologischen Zwecke angefertigt wurden, ließen sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten durch neue Bildern – darunter neuerdings auch durch UAV-Aufnahmen – erweitern, die bereits archäologische Ziele verfolgten. Die Luftbilder wurden systematisch ausgewertet, indem für jeden Fall neben den archäologischen Daten auch die Veränderungen der Umwelt und der Landschaft hervorgehoben und bewertet worden sind. Diese wurden mit dem aus anderen Untersuchungen bekannten archäologischen Befunde in Bezug gesetzt, um so mehr Elemente der spätrömischen Festung und ihrer Umgebung rekonstruieren zu können. Auf dieser Grundlage konnten viele Fragen beantwortet, aber auch neu gestellt werden. Unklar bleibt beispielsweise die Lokalisierung des zur Festung gehörenden Hafens, hierzu müssten weitere Forschungsmethoden eingebunden werden.

Summary

Evidence from aerial surveys in and around the Late Antique fortification of Keszthely-Fenékpuszt

Keszthely-Fenékpuszt is a well-known archaeological site in the Carpathian Basin, with a long history of investigations going back to the start of the first systematic excavation conducted there at the end of the 19th century. This study focuses on a specific aspect of this work, namely the results of aerial reconnaissance. A decisive factor in our research, in addition to the intrinsic importance of the site, was the personal engagement and work of Ödön Rádai, a hydrologist and expert in aerial photography who contributed in several ways to our understanding of Keszthely-Fenékpuszt.

Although, conditions were not ideal for aerial archaeological research of the Late Roman fortification and its surroundings, useful information was acquired, leading to further questions that inspired the scientific discourse. For this study, we collected the existing documentation and analysed it in terms of its technical details. The older aerial photographs held in archive, taken for military, cartographic or hydrological purposes, have been superseded over the past two decades by new images taken for archaeological purposes, and more recently by UAV images. In our systematic analysis of these aerial views, we highlighted and evaluated in each case not only the archaeological data, but also the changes in the environment and landscape that they document. We compared these with information from other known archaeological investigations in order to reconstruct as many features of the Late Roman fortification as possible. This exercise provided answers to many issues but also raised new questions. We still do not know where the port associated with the fortification is located, a matter that can only be resolved by deploying further methods of investigation.