

# RÖMISCHES GRÄBERFELD VON HALBTURN: ÜBERLEGUNGEN ZUM VOLUMEN UND VERWENDUNGSZWECK DER ENT-NOMMENEN ERDE AUS DEN BEGRENZUNGSGRÄBCHEN DER GRABGÄRTEN

Das römische Gräberfeld von Halbturn weist zahlreiche Grabenstrukturen auf (**Abb. 1<sup>1-2</sup>**), die sich in drei Gruppen unterteilen lassen.

I) Die erste Gruppe umfasst bis zu 240 m lange und bis zu etwa 3,5 m breite Gräben<sup>3</sup> (z. B. Objekte 128-129, 484), die als römische Flurgräben interpretiert werden<sup>4</sup>. Obwohl von diesen Gräben – beispielsweise Objekt 3 und Objekt 128 – eine Länge von mehr als 150 m in den archäologischen Ausgrabungen dokumentiert werden konnte, ist aufgrund ihrer Größe ihre gesamte Ausdehnung und Anlage nur durch luftbildarchäologische Prospektion<sup>5</sup> und geophysikalische Untersuchungen<sup>6</sup> erfassbar.

II) Die zweite Gruppe beinhaltet bis etwa 2,5 m breite und bis zu 1,10 m tiefe Gräbchen<sup>7</sup>, die eine Länge bis maximal 12 m aufweisen können und quadratische bis rechteckige Bereiche innerhalb des Gräberfeldes abgrenzen<sup>8</sup>. In einigen wenigen Fällen können die Ecken dieser rechteckig begrenzten Bereiche etwas abgerundet sein (z. B. Objekte 75, 162 und 251), die elliptische Form von Objekt 256 stellt innerhalb des gesamten Gräberfeldes jedoch eine Ausnahmeerscheinung dar (**Abb. 10<sup>9-11</sup>**). Da die Gräbchen der zweiten Gruppe im Gräberfeld bestimmte Areale abzugrenzen scheinen (**Abb. 1-2**), die in einem klaren Zusammenhang mit Brandbestattungen des 2. bis 4. Jahrhunderts stehen, werden sie als Begrenzungsgräbchen von Grabgärten interpretiert<sup>10</sup>.

III) Die letzte Gruppe von Gräben umfasst jene, deren genauer Zweck unklar ist, weil sie in keinem Zusammenhang mit Grabgärten zu stehen scheinen, oder weil sie deutlich kürzer, schmaler und seichter als die Flurgräben der ersten Gruppe sind (z. B. Objekt 482<sup>11</sup>).

In diesem Text wird weder auf die Anlage und Orientierung noch auf die horizontale und vertikale Stratigraphie, Parallelen oder Interpretation dieser Gräben und Gräbchen<sup>12</sup> eingegangen<sup>13</sup>, sondern es wird vielmehr der Frage nachgegangen, wozu das aus diesen Gräben entnommene Erdreich verwendet worden sein könnte<sup>14</sup>. Zu diesem Zweck wird anhand von zwei gut dokumentierten Grabgärten das Volumen des entnommenen Erdreichs aus den Gräbchen berechnet und mögliche Verwendungsarten dieses Aushub-

1 Gräberfeld nach dem Beitrag von Nives Doneus in diesem Teil.

2 Das Nummerierungsschema der einzelnen Grabgärten wurde vom Beitrag von Nives Doneus in diesem Teil, Kapitel »Grabgärten«, übernommen.

3 Bei diesen Werten handelt es sich um die bis zur Humusoberkante rekonstruierte Breite der Gräben, die gewöhnlich viel breiter ist als jene, die in Planum 1 (in Halbturn üblicherweise in einer Tiefe von rund 0,35 m unter Humusoberkante) dokumentiert wurde. Siehe auch **Abbildungen 7 und 8** zur Erläuterung.

4 Daim/Stuppner 1991. – Nikitsch 2004. – Stuppner 2004. – Siehe auch Beitrag von Nives Doneus in diesem Teil, Kapitel »Flurgräben«.

5 Nikitsch 2004.

6 Neubauer 2004.

7 Scharrer/Draganits 1996. Die Tiefenangaben beziehen sich ebenfalls auf die Humusoberkante.

8 Für Grabungspläne s. die Tafelteile der vorliegenden Publikation.

9 Zahlreiche Objekte wurden aus Gründen der besseren Übersicht weggelassen, vgl. deshalb **Tafeln 213-214 und 270**.

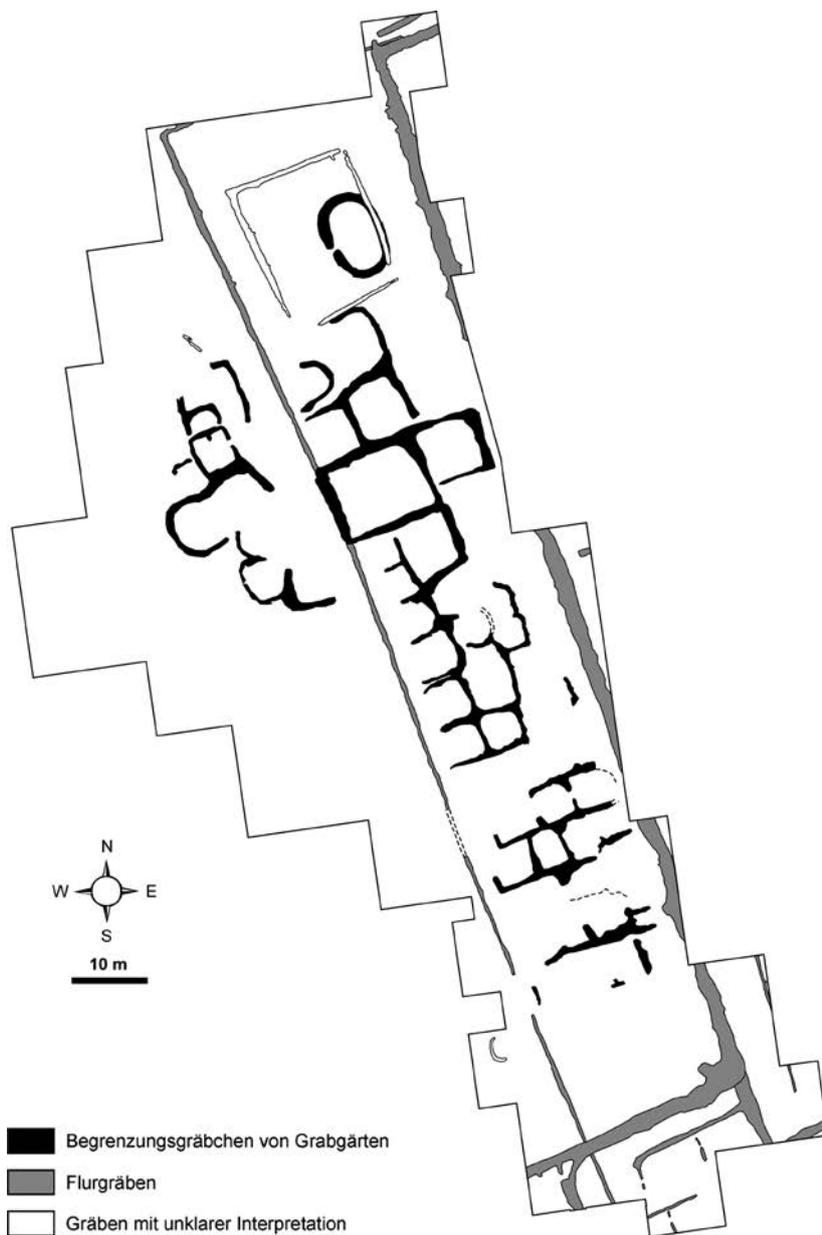
10 Daim/Stuppner 1991. – Stuppner 1996. – Stuppner 2004. – Beitrag von Nives Doneus in diesem Teil, Kapitel »Chronologie«.

11 Vgl. **Tafel 518**.

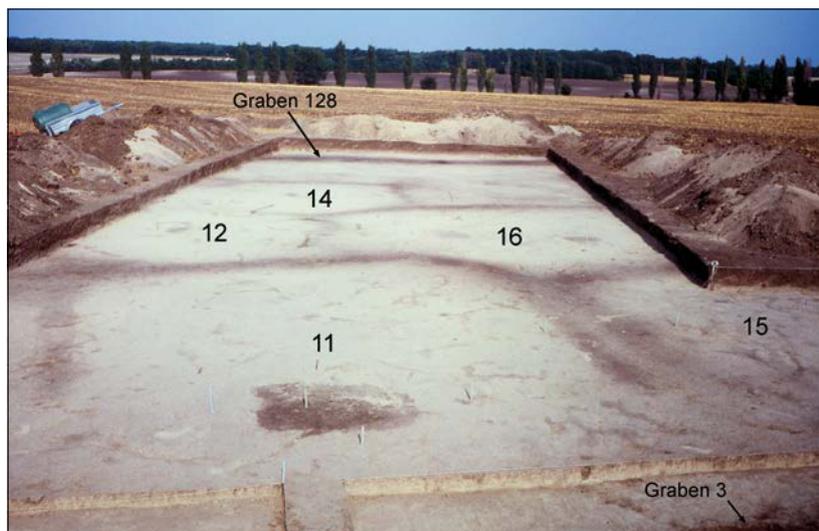
12 In diesem Text werden die Flurgräben als »Gräben« und die Begrenzungsgräbchen der Grabgärten als »Gräbchen« bezeichnet.

13 Siehe dazu Daim/Stuppner 1991. – Neubauer 2004. – Stuppner 2004. – Beitrag von Nives Doneus in diesem Teil.

14 Zahlreiche Beobachtungen und Ideen dieser Arbeit resultieren aus der Mitarbeit des Erstautors an fast jeder Grabungskampagne in Halbturn, teilweise – zusammen mit Gabriele Scharrer-Liška – in einer »dioskurischen Grabungsleitung« (Zitat Falko Daim).



**Abb. 1** Vereinfachter Übersichtsplan des römischen Gräberfeldes von Halbturn unter Weglassung sämtlicher Befunde mit Ausnahme der Gräben. – (Graphik N. Doneus / E. Draganits).



**Abb. 2** Planum 1 der Grabungsfläche 1992 mit Grabgärtchen 11-12 und 14-16 sowie Flurgräben 3 und 128, Blickrichtung nach Osten. Die sehr geringe Hangneigung im Bereich der Grabungsfläche, die deutliche Hangversteilung in Richtung Osten und des dort befindlichen Trockentales sowie die dunkelbraun-humos verfüllten Grabenobjekte in dem hellgelben, lössähnlichen Sediment sind sehr gut erkennbar. – (Foto E. Draganits).

materials diskutiert. Auch wenn diese Überlegungen größtenteils auf Hypothesen beruhen, so stellen sie – im Vergleich zu der lediglich dokumentierten Grabenbefunde – einen wesentlichen Fortschritt in deren Interpretation dar. Die große Herausforderung liegt darin begründet, dass – welchen Verwendungszweck das entnommene Erdreich auch immer gefunden haben mag – die damit errichteten Strukturen durch Erosion und Ackerung längst zerstört und deshalb nicht mehr direkt beobachtbar sind.

## NIVEAU DES RÖMISCHEN BEGEGUNGSHORIZONTES

Da bei der Ausgrabung des Gräberfeldes der römische Begehungshorizont nirgends dokumentiert werden konnte, kann man davon ausgehen, dass der Begehungshorizont durch die landwirtschaftliche Nutzung und/oder Erosion komplett gestört wurde. Theoretisch könnte sich das Niveau des römischen Begehungshorizontes innerhalb der heutigen Ackerschicht («Kulturröhboden») oder – wenn man Erosion miteinbezieht – sogar darüber befinden. Weil aber die Lage des Begehungsniveaus einen wichtigen Einfluss auf die Abschätzung der ursprünglichen Tiefe der Gräben – und damit auf das Volumen der entnommenen Erde – hat (**Abb. 8**), ist es an dieser Stelle angebracht, auf einige Aspekte der Erosion im Bereich des Gräberfeldes einzugehen. Dieser Exkurs ist notwendig, denn die Erosion spielt nicht nur eine wichtige Rolle bei der Abschätzung, ob und wie viel Bodenmaterial seit der Anlage des Gräberfeldes abgetragen wurde, sondern sie hatte natürlich auch maßgeblichen Einfluss auf die Art und Geschwindigkeit der Verfüllung der Gräben und Einebnung der Grabhügel<sup>15</sup>, falls welche mit dem Aushubmaterial der Gräbchen errichtet worden sind. Da eine ausführliche Diskussion der zahlreichen Erosionsprozesse und deren Parameter auf keinen Fall das Ziel dieser Arbeit ist, wird dieses Thema so ausführlich wie nötig, aber auch so kurz wie möglich behandelt. Wir beschränken uns deshalb auf Erosion durch Niederschlag und oberflächlich abfließendes Wasser sowie auf Winderosion – jene Prozesse, die in Halbturn die dominierenden Erosionsvorgänge darstellen<sup>16</sup>.

### Erosion durch Niederschlag und oberflächlich abfließendes Wasser

Prinzipiell ist bei Erosion zwischen »Erodierbarkeit« und »Erosivität« zu unterscheiden: Die Erodierbarkeit ist ein Maß für die Anfälligkeit der Erdoberfläche gegenüber Erosion, die deshalb von den Eigenschaften der Erdoberfläche bestimmt wird (z. B. Bodenart, Bodenaufbau, Korngröße, Verfestigung, Hangneigung, Hangorientierung, Vegetationsbedeckung, Landnutzung etc.). Von allen genannten Faktoren hat die Vegetation den bei Weitem größten Einfluss auf die Erodierbarkeit. Im Unterschied dazu gibt die Erosivität an, wie stark bestimmte meteorologische und klimatische Prozesse Erosion verursachen können (z. B. Art, Intensität und Menge von Niederschlagsereignissen, Temperatur, jahreszeitliche Unterschiede etc.).

Bereits der Aufprall von Regentropfen auf die oberste Bodenfläche und die damit verbundenen Vorgänge leisten einen nicht zu unterschätzenden, ersten Beitrag zur Erosion. Wenn die Bodenoberfläche das Niederschlagswasser nicht mehr aufnehmen kann, geht die Erosion durch Regentropfen in die Erosion durch oberflächlichen Abfluss über. Die Infiltrationskapazität ist deshalb eine sehr wichtige Eigenschaft des Bo-

<sup>15</sup> Siehe Hudeczek 2004, 532 für die Unterscheidung zwischen Tumulus – mit Rundmauerunterbau – und Grabhügel – ohne Rundmauerunterbau – im norisch-pannonischen Raum.

<sup>16</sup> Da die Erosion und der damit einhergehende Verlust an fruchtbarem Boden eine große Beeinträchtigung für die Landwirt-

schaft darstellt, existiert eine Vielzahl an Literatur zu diesem Thema: z. B. Selby 1993. – Birkeland 1999. – Morgan 2005. – Der kurze Überblick von Goldberg/Macphail 2006, 72-84 ist als Einstieg bei archäologischen Fragestellungen sehr gut geeignet.

dens, denn sie bestimmt den Anteil des oberflächlichen Abflusses an einem Niederschlagsereignis und hat so einen sehr großen Einfluss auf die Erosion<sup>17</sup>. Die Infiltrationsrate hängt sehr stark von der Vegetation ab, daneben spielen Bodenart, Oberflächenstruktur, Bodendicke, Gesteinsart etc. eine wichtige Rolle. Auch die Korngröße ist ein weiterer, entscheidender Faktor, denn sie bestimmt ihrerseits die Porengröße, das Porenvolumen und die Permeabilität. Generell nimmt die Infiltrationsrate mit steigender Korngröße zu.

Der oberflächliche Abfluss ist für die Spülerosion verantwortlich, wobei die Wassermenge und die Fließgeschwindigkeit erst einen Schwellenwert überschreiten müssen, um Bodenpartikel wegschwemmen zu können. Deshalb ist neben den oben erwähnten Eigenschaften auch die Gesamtlänge eines Hanges ein weiterer kritischer Parameter der oberflächlichen Erosion, da das abfließende Wasser eine gewisse Strecke benötigt, um an Abfließgeschwindigkeit und Wassermenge zu gewinnen. Mit zunehmender Hanglänge kann Erosion durch abfließendes Wasser schon ab Hangneigungen von 1 bis 2 % auftreten, da mit steigender Fließgeschwindigkeit des abfließenden Wassers auch seine Erosivität zunimmt<sup>18</sup>.

Das durch den Aufprall von Regentropfen entstehende Feinmaterial wird mittels Oberflächenabfluss abtransportiert. Der Abfluss spült vor allem Bodenteilchen mit feinsandigen bis siltigen Korngrößen aus der Bodenoberfläche heraus, die durch die Wasserbewegung hangabwärts transportiert werden. Die kohäsiven Kräfte der Tonminerale im Boden wirken der Erosion durch Oberflächenabfluss entgegen, weshalb sich bei den Korngrößen von Sand über Silt zum Ton eine abnehmende Erodierbarkeit ergibt<sup>19</sup>.

### **Erosion durch Wind**

Im Bereich des Gräberfeldes ist zusätzlich mit Erosion durch Wind zu rechnen. Deflation (*deflare*, lat. wegblasen) bezeichnet die Entfernung von losem Material an der Erdoberfläche durch Wind. Die Erodierbarkeit bei Deflation ist sehr hoch in vegetationslosen Gebieten mit unverfestigten Bodenoberflächen. Silt (0,002-0,063 mm) ist die am leichtesten erodierbare Korngröße bei Deflation, während die Erosionsraten bei den Korngrößen Sand (0,063-2 mm) und Ton (<0,002 mm) abnehmen. Die geringeren Deflationsraten bei größeren Korngrößen hängen mit der größeren Masse dieser Körner, die bewegt werden müssen, zusammen, während die niedrigeren Erosionsraten bei feineren Korngrößen mit einer Zunahme der Kohäsion zwischen den kleinen Sedimentpartikeln erklärt werden können.

Die Erosivität bei Deflation hängt fast ausschließlich von der Windgeschwindigkeit und der Menge, Korngröße und mineralogischen Zusammensetzung des im Wind transportierten Sediments ab. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass von allen Eigenschaften des Bodens die Art und Dichte der Vegetation die bei Weitem wichtigste Rolle spielt<sup>20</sup>.

### **Erosion im Bereich des Gräberfeldes Halbtorn**

Wie in den beiden vorangegangenen Kapiteln beschrieben, hängt die Erosion von zahlreichen, einander beeinflussenden Faktoren ab, von denen für Halbtorn nur die Wenigsten im Detail bekannt sind. Speziell die Tatsache, dass weder der römische Begehungshorizont dokumentiert noch eine Bodenprofilinie vom Gräberfeld entlang der Falllinie nach Osten zur Trockentalsohle untersucht wurde<sup>21</sup>, macht eine realistische

<sup>17</sup> Selby 1993.

<sup>18</sup> Gleichung nach Manning 1891.

<sup>19</sup> Morgan 2005.

<sup>20</sup> Siehe auch ebenda.

<sup>21</sup> Verginis 2004, Abb. 18.

**Abb. 3** Typischer Querschnitt eines Gräbchens in Halbturn, Grabungskampagne 1991, Objekt 131, Nordprofil, östliches Begrenzungsgräbchen von Grabgarten 8. Deutlich erkennbar sind die braun-humose Grabenverfüllung im gelben, lössähnlichen Sediment, der den oberen Bereich des Gräbchens abschneidende Kulturrohboden sowie die charakteristisch fleckige Verfüllschicht einer vorangegangenen Grabungskampagne im obersten Bereich des Profils. – (Foto E. Draganits).



Quantifizierung der erodierten Bodenmenge seit der Spätantike nahezu unmöglich. Da bisher keine Messungen der Erosionsbeträge vor Ort durchgeführt wurden<sup>22</sup>, sollen an dieser Stelle einige lokale Faktoren der Erodierbarkeit und Erosivität diskutiert werden, die Hinweise auf die erodierte Bodenmenge bieten können. Was die Erosivität betrifft, so hat S. Verginis einige Temperatur- und Niederschlagsdaten zusammengestellt<sup>23</sup>; demnach betrug der lokale, durchschnittliche Jahresniederschlag im Zeitraum 1976-1987 rund 530 mm<sup>24</sup>. Zusätzlich zählt die Parndorfer Platte aufgrund ihrer exponierten Lage und flachen Topographie zu den windreichsten Gebieten Österreichs, weshalb Winderosion nicht außer Acht gelassen werden sollte<sup>25</sup>. Als Grundlage für die Abschätzung der lokalen Erodierbarkeit kann die detaillierte Beschreibung der topographischen Lage und der lokalen geomorphologischen Situation im Beitrag von N. Doneus aus dem Jahr 2004 dienen<sup>26</sup>. Der Boden im Bereich des Gräberfeldes ist als Tschernosem über lössähnlichen Sedimenten<sup>27</sup> klassifiziert<sup>28</sup>. Der Kulturrohboden ist im Bereich des Gräberfeldes rund 30 cm mächtig (**Abb. 3**). S. Verginis schätzt den ungestörten Humushorizont in der Kuppensituation des Gräberfeldes in historischer Zeit auf etwa 40-60 cm<sup>29</sup>, während die Bodenmächtigkeit in den tiefsten Bereichen des Trockentales – durch kolluviale Prozesse – auf nicht mehr als 1,10 m anwächst. Folgende Faktoren im Bereich des Gräberfeldes führen eher zu einer Erhöhung der Erodierbarkeit: 1. topographische Lage auf einer Kuppe, 2. relativ hoher Siltanteil des Bodens, 3. Ackerung in der Falllinie, 4. Anbau erosionsfördernder Kulturarten wie Mais und Zuckerrübe und 5. Verdichtung des Bodens durch schwere landwirtschaftliche Maschinen<sup>30</sup>. Zusätzlich kam es in früheren Zeiten, in denen weniger Wert

<sup>22</sup> Freundl. mündl. Mitt. Michael Ludwig (2006). Eine flächendeckende Untersuchung der Bodenerosion in Österreich ist in Arbeit: Umweltsituation in Österreich. Siebenter Umweltkontrollbericht des Umweltministers an den Nationalrat (Wien 2004).

<sup>23</sup> Verginis 2004, 108.

<sup>24</sup> Für weitere Klimadaten s. [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at) und [www.tutiempo.net/en/Climate/Austria/AT.html](http://www.tutiempo.net/en/Climate/Austria/AT.html).

<sup>25</sup> Siehe auch Wendelberger 1955. – Geologische Hinweise auf Deflation in Teilen des Nordburgenlandes stellen die Vorkommen von »Windkantern« dar: kantige Gerölle mit ebenen Flächen, die durch Windschliff entstanden sind: Häusler 1939. – Pistotnik/Herrmann/Pascher 1993.

<sup>26</sup> Doneus 2004.

<sup>27</sup> Unter lössähnlichen Sedimenten (oder »Schwemmlöss«) versteht man Löss (der *per definitionem* durch Windtransport entsteht und eine sehr enge Korngrößenverteilung [= Sortierung] um 0,015 mm aufweist), der durch Niederschlag über kurze Distanzen verlagert wird und deshalb eine schlechtere Sortierung zeigt.

<sup>28</sup> Bundesamt für Land- und Forstwirtschaft, Bodenkarte 1:25.000, Kartierungsbereich Neusiedl am See – Mitte. Blatt 79-2S (Wien 1982).

<sup>29</sup> Verginis 2004.

<sup>30</sup> Die Verdichtung verringert die Infiltrationskapazität des Bodens und erhöht deshalb die Menge des oberflächlich abfließenden Wassers.

auf Erosionsschutz gelegt wurde, aufgrund langer Bracheperioden zu längeren Zeiträumen ohne Vegetationsbedeckung.<sup>31</sup> Im Gegensatz zu den oben genannten Faktoren verringert die geringe durchschnittliche Hangneigung im Bereich des Gräberfeldes von rund 0,5-2° die Erodierbarkeit dagegen eher (**Abb. 2**).

Auf die immense Bedeutung der Vegetation als Erosionsschutz – sowohl bei Erosion durch abfließendes Wasser als auch bei Winderosion – wurde bereits in den beiden vorangegangenen Kapiteln hingewiesen. Beispielsweise reduziert Waldbedeckung die Erosion durch oberflächlich abfließendes Wasser (speziell bei so geringen Hangneigungen wie im Bereich des Gräberfeldes) und Wind nahezu vollständig. Zusätzlich spielt der Zeitfaktor – wie bei fast allen geologischen Vorgängen – eine sehr wichtige Rolle. Aus diesem Grund ist die Art und Dauer der Vegetationsbedeckung im Bereich des Gräberfeldes seit dessen Belegung von grundlegender Bedeutung für die Abschätzung der Erosion. Leider ist die Quellsituation für diese Fragestellung sehr lückenhaft, doch können mithilfe von historischen topographischen Karten, Kataster und Urbare, die Vegetationsverhältnisse und deren Kontinuität in diesem Raum – zumindest für die jüngere Zeit – rekonstruiert werden<sup>32</sup>. In Kombination mit einer Analyse der Artenzusammensetzung der bestehenden Vegetation ist sogar eine Extrapolation in die weitere Vergangenheit möglich<sup>33</sup>.

Leider sind die topographischen Karten vor dem 15. Jahrhundert viel zu großmaßstäblich und ungenau, um Details des Geländes und der Vegetation in einem zufriedenstellenden Maß darzustellen. Die älteste Karte, die genau genug ist, um erstmalig den Neusiedlersee zu zeigen, stammt ungefähr aus dem Jahr 1490<sup>34</sup>. Die älteste Karte, welche die Vegetationsverhältnisse im Bereich der Parndorfer Platte etwas genauer dokumentiert, ist jene von Perette de Sillez (ca. 1650)<sup>35</sup>, die im Bereich des Gräberfeldes eine Waldbedeckung ausscheidet. Jedoch ist die Karte noch etwas zu ungenau, um die Grabungsfläche nach Koordinaten exakt zu lokalisieren. Diese und die Karte des »Dominium Ovár« (ca. 1700)<sup>36</sup> zeigen, dass die Parndorfer Platte in diesem Zeitraum etwa zu gleichen Teilen von Heideflächen und Felder bedeckt war, während Waldgebiete nur in geringem Ausmaß vorhanden waren. Größere, zusammenhängende Waldgebiete existierten östlich von Halbtorn (in dessen Bereich sich auch das Gräberfeld befindet), östlich von Gols (Bereich Parndorfer Luss und Setzlus) und im Gemeindegebiet von Mönchhof (Gemeindewald). Sowohl die Karten der Josephinischen Landesaufnahme (1784) (**Abb. 4**) als auch jene der Franziszeischen Landesaufnahme (1845) zeigen eine leichte Zunahme der Ackerflächen auf Kosten der Heide, während die Ausdehnung der Waldgebiete relativ konstant blieb. Erst die Karten der Franzisko-Josephinischen Landesaufnahme (1872/1873) lassen eine Verkleinerung und Zerstückelung der Waldgebiete auf der Parndorfer Platte erkennen<sup>37</sup>. Der Bereich des Gräberfeldes wird nun erstmalig als Ackerfläche ausgeschieden, was auch in allen späteren Karten beibehalten wird.

<sup>31</sup> Freundl. mündl. Mitt. Michael Ludwig (2006).

<sup>32</sup> Wendelberger 1955.

<sup>33</sup> Wendelberger 1967. – Sowohl die Archäologie als auch die Naturwissenschaften profitieren von einer interdisziplinären Zusammenarbeit. So kann am Beispiel von Halbtorn aufgrund archäologischer Befunde nachgewiesen werden, dass im Bereich des Gräberfeldes und der *villa rustica* keine »Restwälder« im Sinne von Wendelberger 1967 bestanden haben können, sondern lediglich »post-antik« wieder bewaldete Flächen.

<sup>34</sup> Henricus Martellus Germanus, Balkanhalbinsel. In: Werner Kreuzer (Hrsg.), *Monumenta cartographica: tabulae modernae* – kartographische Denkmäler, ein Triumph über die Zeit. Essener Bearbeitung von sechs Tafeln der historischen Kartographie mit sechs Vollfaksimilierungen aus der Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze (Tafeln 1-5), Bayerische Staatsbibliothek und München (Tafel 6) (Ludwigsburg 2001).

<sup>35</sup> Perette de Sillez, *Explication de la Seigneurie Arraa et des chasse imperialle de Halbtorn*. Kolorierte Handzeichnung, ca. 1:48 000, 69 × 48 cm, zerschnitten und auf Leinen aufgezogen. Österreichische Nationalbibliothek, Kartensammlung, ca. 1650, FKB-C.85.2.-Kar.

<sup>36</sup> *Dominium Ovár*. Kolorierte Handzeichnung, ca. 1:48 000, 141 × 90 cm, zerschnitten und auf Leinen aufgezogen. Österreichische Nationalbibliothek, Kartensammlung, ca. 1700, FKB-C.85.5.-Kar.

<sup>37</sup> Josephinische Landesaufnahme, Colonne V Section VIII-IX, kolorierte Handzeichnung, 1:28 800, 74 × 49 cm, Wien 1784. Österreichisches Staatsarchiv, Kriegsarchiv. – Franziszeische Landesaufnahme, Colonne XXIII-XXIV Section 47, kolorierte Handzeichnung, 1:28 800, 68 × 47 cm, Wien 1845. Österreichisches Staatsarchiv, Kriegsarchiv. – Franzisko-Josephinische Landesaufnahme, Section a des Gradkartenblattes 14 Colonne XVI, 1:25 000, 100 × 64 cm, Wien 1872/1873. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Kartenarchiv.

**Abb. 4** Kartenausschnitt der Umgebung von Halbtürn in der Josephinischen Karte. Das mit einer roten Ellipse markierte Gräberfeld befindet sich in einem bewaldeten Gebiet, das für die kaiserliche Jagd genutzt wurde. – (Karte Josephinische Landesaufnahme, Wien 1784, Österreichisches Staatsarchiv; Graphik E. Draganits).



Zusammenfassend zeigen sämtliche zur Verfügung stehenden historischen Karten – bei allen Ungenauigkeiten und Unzulänglichkeiten, die man bei historischen Karten nie ausschließen kann – von der Mitte des 17. Jahrhunderts bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts eine Waldbedeckung im Bereich des Gräberfeldes. Nachdem es in diesen Karten keine Hinweise auf die Vegetationsverhältnisse für den Zeitraum von der antiken Belegung des Gräberfeldes bis etwa 1650 gibt<sup>38</sup>, können die anschließenden rund 200 Jahren, für die eine Waldvegetation kartographisch belegt ist, lediglich als ein Minimalwert angesehen werden. Vom Standpunkt der Erodierbarkeit aus betrachtet, bedeutet das, dass mindestens in diesen 200 Jahren mit sehr geringen Erosionsraten gerechnet werden kann. Einen archäologischen Hinweis auf den ehemaligen Baumbestand im Bereich des Gräberfeldes stellt der gelegentliche Nachweis von morschen Wurzelresten während der Ausgrabung dar. Weiters könnten einige länglich ovale, sehr unregelmäßig begrenzte, fundleere Grubenobjekte durch umstürzende Bäume entstanden sein (»treethrow hollows«)<sup>39</sup>.

Die Erosion im Bereich des Gräberfeldes kann mit den vorhandenen Daten nicht quantifiziert werden. Eine zusammenfassende Beurteilung der in diesem Abschnitt erwähnten Prozesse und Faktoren lässt eher geringe Erosionsmengen erwarten. Das bedeutet, dass der römische Begehungshorizont im Bereich der modernen Humusoberkante oder knapp über dieser lag. Natürlich ist auch damit zu rechnen, dass die Erosion in Kleinbereichen variierte. Die Unterbrechung von Grabenobjekt 3 im südlichen Bereich der Ausgrabungsfläche könnte darauf hinweisen, dass dort lokal etwas mehr Erosion stattgefunden hat; es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden, dass der Graben in diesem Bereich von Anfang an seichter angelegt wurde. Es ist jedoch auffällig, dass gerade in jenem Bereich, wo Objekt 3 schmaler und teilweise sogar unterbrochen ist, auch die Befundsituation der Grabgärtchen (Gruppe 3) sehr unklar ist (Abb. 1).

<sup>38</sup> Wie abwechslungsreich die Vegetationsgeschichte des letzten Jahrtausends rekonstruiert werden kann – wenn genügend Quellen zur Verfügung stehen und auch ausgewertet werden –

zeigt Wiesbauer/Mazzucco/Schratt-Ehrendorfer 1997 anhand des Marchfeldes (Bz. Gänserndorf/A).

<sup>39</sup> Goldberg/Macphail 2006, 195-199.

## VERFÜLLUNG DER GRÄBCHEN

Im Vergleich zu den Gräbchen von Grabgärten existieren z.B. über neolithische Kreisgräben deutlich mehr Studien, bei denen die Verfüllung<sup>40</sup>, Verfüllmechanismen<sup>41</sup> und die Verfüllgeschwindigkeit<sup>42</sup> untersucht und sogar experimentalarchäologische Versuche<sup>43</sup> durchgeführt wurden. M. Bell, P. J. Fowler und S. W. Hillson fassen die Ergebnisse mehrjähriger Grabenexperimenten aus Großbritannien zusammen<sup>44</sup>.

Grundsätzlich ist eine Kombination aus unterschiedlichen Erosionsprozessen und anschließender Sedimentation des erodierten Materials für die Verfüllung der Gräbchen verantwortlich, falls diese nicht von vornherein intentionell verfüllt wurden. Sowohl die Flurgräben als auch die Gräbchen der Grabgärten sind nicht einfach nur Entnahmeort von Erdreich – wofür immer dieses auch verwendet wurde (s. u.) –, die anschließend bald wieder verfüllt wurden und keinem weiteren Zweck dienten. Im Gegenteil, die Gräben stellten landschaftsgliedernde Objekte dar<sup>45</sup>, deren Erbauer an einer möglichst langen Erhaltung und deutlichen Sichtbarkeit interessiert waren. Dadurch unterscheidet sich auch die natürliche Verfüllung der Gräben (**Abb. 3. 5**) – da sie vermutlich über Zeiträume von mehreren Jahrzehnten bis wenigen Jahrhunderten erfolgte<sup>46</sup> – deutlich von der der Gräber (**Abb. 7**), die üblicherweise innerhalb einiger Stunden bis weniger Tage intentionell verfüllt wurden.

Aus diesen Gründen ist die Grabenverfüllung – bis auf die untersten Bereiche – meist dunkelbraun-humos, weil deren Verfüllung aus langwierigen Erosionsprozessen resultiert, bei denen bevorzugt das oberste, humose Erdreich der unmittelbaren Umgebung erodiert und in den Gräben langsam abgelagert wird (**Abb. 2-3; 5c-d**). Im Gegensatz dazu werden Gräber im Prinzip mit ihrem eigenen Aushubmaterial verfüllt, wobei es lediglich zu einer eingeschränkten Vermischung der vertikalen Schichten kommt (**Abb. 7b-c**)<sup>47</sup>.

Dieser Unterschied in der Verfüllungsart bewirkt, dass bei der geophysikalischen Prospektion des Gräberfeldes – bei der im Prinzip die Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften zwischen dem anstehenden Untergrund und den Verfüllungen der künstlichen Objekte gemessen wird – die Grabenobjekte deutlich besser sichtbar sind als die Körpergräber<sup>48</sup>.

Vom Standpunkt der Erosion aus gesehen, stellen die Gräben – und deren Aushub, falls dieser in unmittelbarer Nähe der Gräben aufgeschüttet wurde – eine lokale Erhöhung des Reliefs dar (**Abb. 5b-c**)<sup>49</sup>. Die Profile durch die Gräbchen zeigen sehr unterschiedliche Grabenneigungen, wobei Werte im Bereich von rund 50° relativ häufig<sup>50</sup>, aber auch nahezu vertikale Gräbchenböschungen vorhanden sind. Deshalb ist in der ersten Phase, gleich nach Herstellung von neuen Gräben und zusätzlich vom Fehlen der Vegetation

40 Verginis 1986. – Pavlů 1990. – Verginis/Grubner 1995. – Loishandl-Weisz 2006.

41 Petrasch 1990. – Loishandl-Weisz 2006.

42 Petrasch/Kromer 1989.

43 Kuper u. a. 1974. – Lüning 1981.

44 Bell/Fowler/Hillson 1996.

45 Daim/Stuppner 1991. – Stuppner 2004. – Beitrag von Nives Dornes in diesem Teil, Kapitel »Bestattungssitten«.

46 Die sehr langsame Grabenverfüllung resultiert in sehr dünnen Verfüllschichten, die mit dem freien Auge meist nicht mehr auflösbar sind und deshalb anhand von Dünnschliffen untersucht werden sollten (Courty/Goldberg/Macphail 1989).

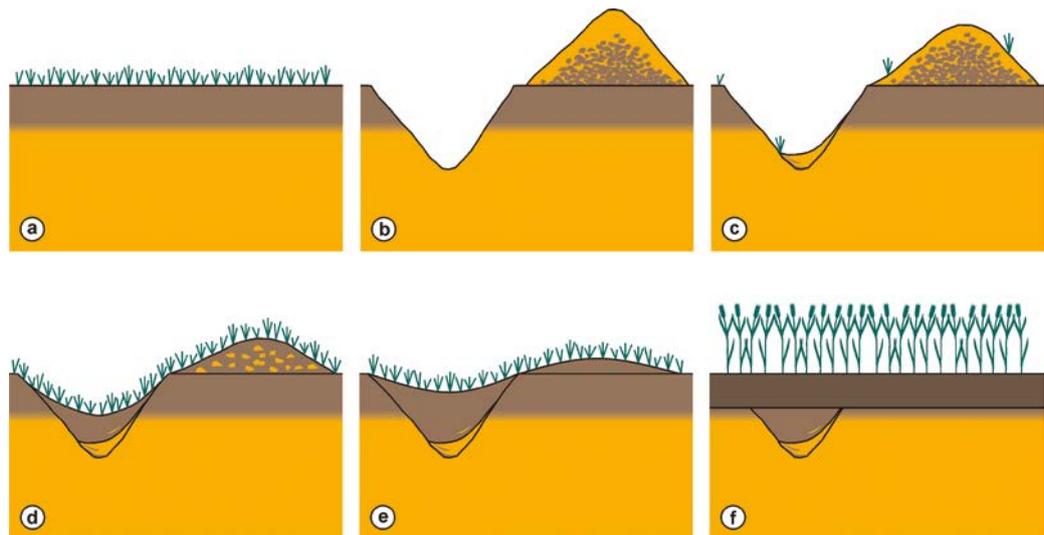
47 Die vertikale Vermischung ist üblicherweise relativ gering, weil jenes Erdreich, das als Letztes entnommen wird, auch wieder als Erstes verfüllt wird. Dabei wird hier aber keinesfalls an die Überzeichnung gedacht, die Harris 1989, Abb. 14 darstellt. Typisch für rasch wieder verfülltes Erdreich ist auch eine »fleckige« Verteilung von unterschiedlich gefärbten Bodenbereichen. Dieses

Erscheinungsbild kann man sehr gut in angeschnitten, älteren Grabungsschnitten beobachten (z. B. **Abb. 8**).

48 Neubauer 2004.

49 Die Bedeutung des Gefälles für die Erosion durch Niederschlag und oberflächlich abfließendes Wasser wurde bereits oben erwähnt.

50 Es ist anzunehmen, dass die Böschungswinkel der Gräbchen von der damaligen Grabungstechnik, den Erfahrungswerten über die Böschungsstandsicherheiten (vgl. DIN 4124, Baugruben und Gräben: Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Prüfung. Deutsches Institut für Normung, Berlin 2002), möglicherweise von Vorschriften, aber auch von der beabsichtigten optischen Wirkung der Gräben abhängen. Da sowohl die Breite als auch die Tiefe wichtige Eigenschaften für die Wahrnehmung von Gräben sind, zeigt **Abbildung 6**, dass bei Böschungswinkeln von rund 50° ein relativ ausgewogenes Verhältnis zwischen Breite und Tiefe von Gräben besteht.



**Abb. 5** Schematische Darstellung einer hypothetischen Verfüllung eines einphasigen Grabens: **a** Ausgangssituation. – **b** Herstellung eines Grabens mit relativer Erhöhung der lokalen Topographie. – **c** aufgrund der Erhöhung und der Entfernung der Vegetation erhöhte Verfüllraten, bevorzugt mit der im Aushub tendenziell oben aufliegenden hellen Erde. – **d** bei Wiederherstellung der Vegetationsbedeckung starke Verlangsamung der Verfüllung, vorzugsweise mit oberflächlichem, braun-humosem Bodenmaterial. – **e** Endzustand. – **f** Entstehung eines Kulturrohbodens infolge landwirtschaftlicher Beackerung. Für eine realistische Volumenberechnung ist die Rekonstruktion der Humusoberkante grundlegend. – (Graphik E. Draganits).

verstärkt, in den frisch gegrabenen Bereichen mit anfänglich sehr hohen Verfüllraten der Gräben<sup>51</sup>, vor allem durch Niederschlag und Wind<sup>52</sup>, aber auch durch gravitative Bewegungen im Zusammenhang mit Frost-Tau-Wechseln<sup>53</sup>, zu rechnen (**Abb. 5c**)<sup>54</sup>. Die Verfüllraten können durch einen hypothetisch aufgeschütteten Grabhügel (dieser erhöht das lokale Relief zusätzlich und ist anfänglich frei von Vegetation) noch verstärkt werden. Falls der Aushub der Gräben nur auf eine Grabenseite befördert wurde – sei es als Wall, sei es als Grabhügel –, ließe sich dies anhand einer asymmetrischen Grabenverfüllung (**Abb. 5c-d**) erkennen<sup>55</sup> – die möglicherweise als Zweiphasigkeit des Grabens missinterpretiert werden könnte –, obwohl nach J. Lüning dabei auch die Orientierung der Gräben bezüglich der dominierenden Wetterrichtungen eine Rolle spielen kann<sup>56</sup>.

Sobald die Oberfläche der Gräben und/oder Grabhügel wieder von Vegetation bedeckt ist, führt dies zu einer wesentlichen Verlangsamung der Erosion. Aufgrund der daraus resultierenden Verlangsamung der Sedimentation in den Gräben<sup>57</sup> gewinnen gleichzeitig stattfindende bodenbildende Prozesse<sup>58</sup> und Schichthomogenisierung durch Bioturbation<sup>59</sup> an Bedeutung. Die komplette Verfüllung kann – bei intakter Vegetation – Jahrhunderte und sogar Jahrtausende<sup>60</sup> dauern. Ein Beispiel für die langsame Erosion bei bestehender Vegetation und mit vergleichbarem Klima ist die Erhaltung von norisch-pannonischen<sup>61</sup> – aber

<sup>51</sup> Petrasch/Kromer 1989 erwähnen die von mehreren Regenereignissen ausgelöste Ablagerung von bis zu 3 cm Sediment in einem 3 m tiefen Graben während eines einzigen Ausgrabungstages.

<sup>52</sup> Petrasch 1990. – Loishandl-Weisz 2006.

<sup>53</sup> Vgl. Lüning 1981.

<sup>54</sup> Die anschaulichsten Beispiele für die hohen Erosionsraten bei frisch gegrabenen Gruben und aufgeschütteten Hügeln ergeben sich bei Regen und starkem Wind zwangsläufig während der Ausgrabungen selbst (vgl. Petrasch 1990).

<sup>55</sup> z. B. Objekt 128 auf **Tafel 107** (Profile 337 und 333) und **Tafel 105** (Profil 336).

<sup>56</sup> Lüning 1981.

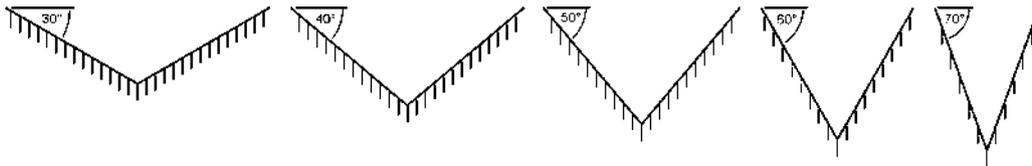
<sup>57</sup> Ebenda. – Petrasch 1990.

<sup>58</sup> Loishandl-Weisz 2006.

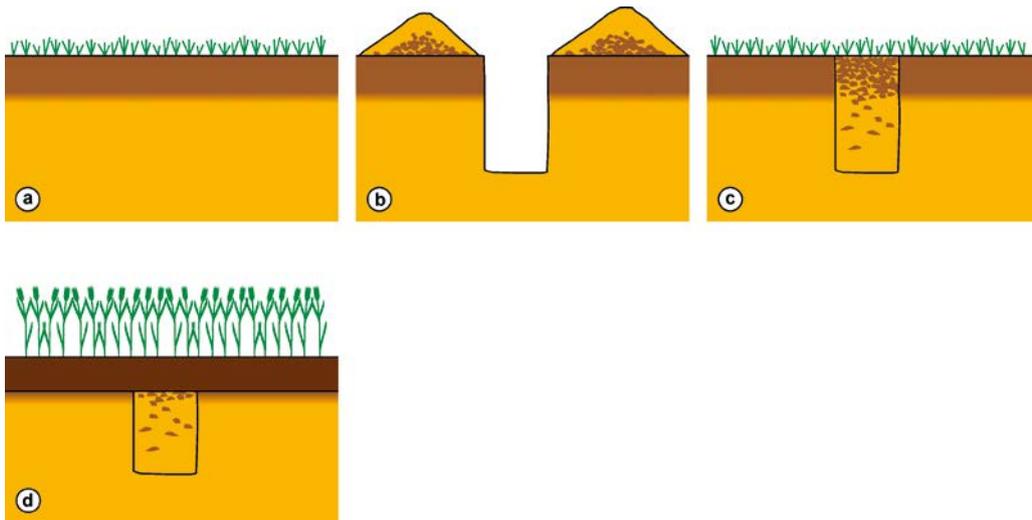
<sup>59</sup> Petrasch 1990.

<sup>60</sup> z. B. Ebenda.

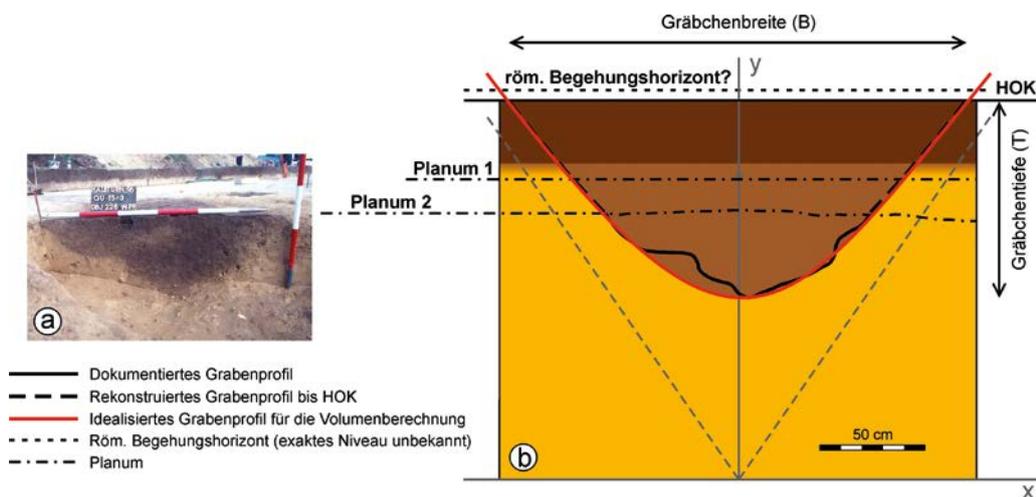
<sup>61</sup> Siehe die Definitionen in Barb 1937 und Urban 1984a.



**Abb. 6** Unterschiedliche Böschungswinkel von Grabenquerschnitten und der daraus resultierende Zusammenhang zwischen deren Breite und Tiefe. Bei Böschungswinkeln von rund 50° besteht ein relativ ausgewogenes Breiten-Tiefen-Verhältnis der Gräben mit einer hohen Auffälligkeit als landschaftsgliedernde Struktur. Dieser Zusammenhang könnte neben arbeitstechnischen Aspekten einer der Gründe für die Häufigkeit dieser Neigung bei den Gräben sein. – (Graphik E. Draganits).



**Abb. 7** Schematische Darstellung einer hypothetischen Grabenverfüllung. Gräben werden üblicherweise nach kurzer Zeit mit ihrem eigenen Aushubmaterial wieder verfüllt. Die vertikale Vermischung bei der Verfüllung ist dabei relativ gering, da jenes Erdreich, das als Letztes entnommen wurde, auch als Erstes verfüllt wird (b-c). Infolge landwirtschaftlicher Beackerung kommt es zur Entstehung eines Kulturrohbodens (d). – (Graphik E. Draganits).



**Abb. 8** a Foto des Nordwestprofils des Gräbchens von Grabgarten 1 auf dem Niveau von Planum 2. – b Schematische Darstellung der für die Berechnung des Gräbchenvolumens verwendeten Parameter und Annahmen am Beispiel von a. Wichtig ist es, die Humusoberkante für die Volumenberechnung zu verwenden. Die meisten Gräbchenquerschnitte können mit ausreichender Genauigkeit einer Hyperbel (rote Linie; graue Linien: Hilfslinien) angenähert werden. Das exakte Niveau des römischen Begehungshorizontes relativ zur Humusoberkante ist unbekannt. – (Foto / Graphik E. Draganits).

auch deutlich älteren – Grabhügel im Seewinkel (Bz. Neusiedl am See/A)<sup>62</sup>. Durch Beackerung können Grabhügel jedoch sehr rasch eingeebnet werden. A. A. Barb<sup>63</sup> erwähnt beispielsweise, dass die Grabhügeln auf den Zitzmannsdorfer Wiesen (Gem. Weiden, Bz. Neusiedl am See/A) bis 1926 – solange die Fläche als Weide benutzt wurde – gut erhalten waren, dass aber die meisten von ihnen wegen der ab 1926 einsetzenden Beackerung im Jahr 1938 weitgehend eingeebnet waren. Im Gemeindegebiet von Lackendorf (Bz. Oberpullendorf/A) – mit vergleichbaren geomorphologischen Rahmenbedingungen – sind noch immer Ackerfurchen von Äckern sichtbar, die kurz vor 1915<sup>64</sup> aufgeforstet wurden.

## BERECHNUNG DER GRÄBCHENVOLUMINA

Im folgenden Abschnitt soll versucht werden, anhand der Grabungsdokumentation, bestehend aus Plana, Profilen und fallweise Nivellements von Gräbchensohlen, das Volumen des entnommenen Erdreichs von zwei beispielhaft ausgewählten Gräbchen zu berechnen (Grabgärten 1 und 7)<sup>65</sup>. Bei dieser Kalkulation sind mehrere Unsicherheitsfaktoren zu berücksichtigen:

1. Das exakte Niveau des römischen Begehungshorizontes ist unbekannt (s. o.). Aus diesem Grund ist weder eine genaue Rekonstruktion der ursprünglichen Tiefe noch der ursprünglichen Breite der Gräbchen möglich. Die für die Berechnung rekonstruierten Ausmaße sind deshalb Minimalwerte (**Abb. 8**).
2. Änderungen in der Tiefe und Breite der Gräbchen entlang ihres Verlaufes (**Abb. 10. 12** sowie die Grabenprofile<sup>66</sup>).
3. Variationen in der Form der Gräbchen entlang ihres Verlaufes.
4. Die Grabungsdokumentation bietet keine Grundlage für eine fehlerfreie 3D-Rekonstruktion.
5. Aneinandergrenzende Grabgärten weisen gemeinsame Gräbchenabschnitte auf. Im Gräberfeld von Halbtorn grenzen – mit Ausnahme der Grabgärten 1 und 38 – alle Grabgärten an mindestens einen, in einigen Fällen aber auch an bis zu vier Grabgartennachbarn. Es ist deshalb schwer abzuschätzen, wie viel der entnommenen Erde aus den gemeinsamen Gräbchen für die jeweils benachbarten Grabgärten zur Verfügung stand<sup>67</sup>. Die beiden Grabgärten 1 und 7 wurden deshalb für die Berechnung ausgewählt, weil sie an keinen (Grabgarten 1) beziehungsweise nur an einen Grabgarten grenzen (Grabgarten 7).

Um trotz dieser Unsicherheitsfaktoren das Volumen der Gräbchen berechnen zu können, wurden folgende Annahmen getroffen:

1. Die Gräbchenquerschnitte wurden einer Hyperbel angenähert, die sich aufgrund ihrer Form am besten und mit hinreichender Genauigkeit für die Berechnung der Gräbchenvolumina eignet (**Abb. 3. 8**)<sup>68</sup>.
2. Die Tiefe der Gräbchen bezieht sich auf die heutige Humusoberkante (**Abb. 3. 8**).

<sup>62</sup> Josephinische Landesaufnahme 1784. – V. Lindinger, Die Geländeaufnahme der oberirdischen Bodendenkmale des Seewinkels, pol. Bez. Neusiedl am See [unpubl. Proseminararbeit Univ. Wien 1996].

<sup>63</sup> Barb 1938.

<sup>64</sup> Freundl. mündl. Mitt. Robert Draganits (2006).

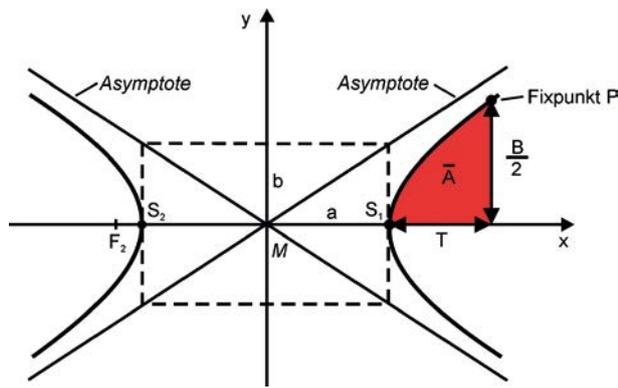
<sup>65</sup> Die Nummerierung der Grabgärten folgt dem Schema des Beitrages von Nives Doneus in diesem Teil, Kapitel »Grabgärtchen«.

<sup>66</sup> Siehe Tafelteile.

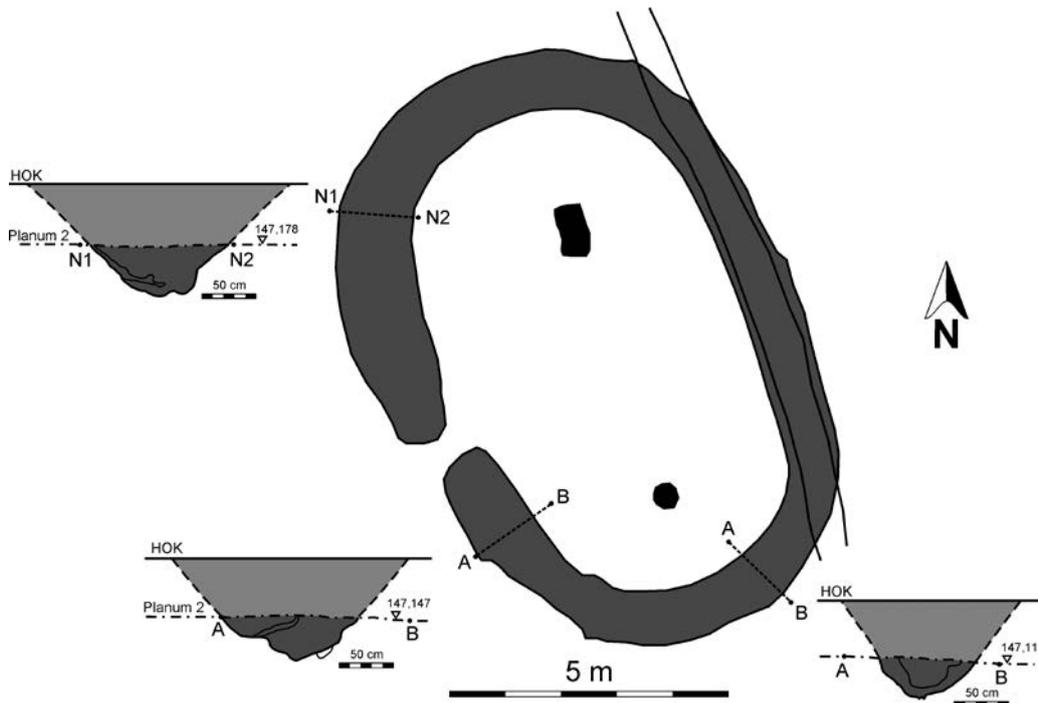
<sup>67</sup> Nach der Interpretation von N. Doneus wurden die Grabgärtchen teilweise sukzessive aneinander angebaut, wobei bereits bestehende Gräbchen bei der Anlage des neu dazukommenden

Grabgartennachbarn überarbeitet wurden. Siehe Beitrag von Nives Doneus in diesem Teil, Kapitel »Grabgärtchen«, »Chronologie« und »Erinnerung an die Toten«.

<sup>68</sup> Die Annäherung der Grabenquerschnitte mittels einer Hyperbel ist mathematisch vergleichsweise viel komplizierter als eine Berechnung mithilfe einer Parabel. Hyperbeln wurden trotzdem bevorzugt, da sie sich aufgrund ihrer Eigenschaft sich ihren Asymptoten anzunähern, besser für die Modellierung von Grabenquerschnitten eignen. Die Annäherung mithilfe von Hyperbeln kann bei den meisten Gräben angewendet werden, solange es sich nicht um ausgesprochene Spitz- oder Sohlgräben handelt.



**Abb. 9** Mittelpunkthyperbel (1. Hauptlage), die für die Berechnung der Gräbchenvolumina verwendet wurde (M: Mittelpunkt;  $S_1$ ,  $S_2$ : Scheitelpunkte; a: große oder reelle Hauptachse; b: kleine oder imaginäre Hauptachse). – (Graphik E. Draganits).



**Abb. 10** Ausschnitt des Grabungsplanes von Halbturm im Bereich von Grabgarten 1 und des dazugehörigen Gräbchens auf dem Niveau von Planum 2 (53-56 cm unter Humusoberkante) mit drei Querschnittsprofilen. In den Profilen sind nur die Bereiche unter Planum 2 dokumentiert (dunkelgrau), der Verlauf des Gräbchenquerschnittes bis zur Humusoberkante ist Rekonstruktion (hellgrau; s. auch **Abb. 8**). – (Graphik E. Draganits).

3. Die für die Berechnung verwendete Breite der Gräbchen wurde durch Extrapolation des erhaltenen Querschnittes zur Humusoberkante rekonstruiert (**Abb. 8**).
4. Die wegen der Ackerung nicht mehr erhaltene ursprüngliche Form der Gräben wurde durch Extrapolation des erhaltenen Gräbchenquerschnittes (dokumentiert unter Planum 1) über den verackerten Horizont nach oben bis zur Humusoberkante rekonstruiert (**Abb. 3. 8**).
5. Für die Berechnung der Querschnitte wurden nur die Außenkonturen der Gräbchen verwendet, etwaige Mehrphasigkeiten wurden nicht beachtet.
6. Die Größenangaben der Grabgärten und Gräbchen beziehen sich jeweils auf die Mittellinie der Gräbchen. Die Querschnittsfläche der Gräbchen entspricht der von der Humusoberkante (HOK) und der Hyperbel begrenzten Fläche (**Abb. 8**) und ist anhand der Gräbchenbreite (B) und Gräbchentiefe (T) eindeutig bestimmt. Die Fläche errechnet sich aus dem Integral einer Hyperbel, die dem jeweiligen Gräbchenquerschnitt ange-

nähert wurde (**Abb. 8**). Zur Herleitung der Hyperbelgleichung und der Flächenfunktion wird eine Hyperbel in Mittelpunktslage (1. Hauptlage) betrachtet (**Abb. 9**).

Die Funktion einer Hyperbel in 1. Hauptlage lautet:

$$f(x) = \pm \frac{b}{a} \cdot \sqrt{x^2 - a^2} \quad |x| \geq a. \quad (1)$$

Für die Herleitung der Flächenfunktion wird die Hyperbelgleichung (1) ausschließlich im 1. Quadranten ( $x \geq a, y > 0$ ) betrachtet.

Die gesuchte Hyperbelfunktion wird durch den Fixpunkt  $P$  mit den Koordinaten  $x = a + T$  und  $y = B / 2$  festgelegt. Da die reelle Hauptachse  $a$  keinen Einfluss auf die Hyperbelgeometrie hat, wird sie der Einfachheit halber gleich 1 gesetzt. Mit  $a = 1$  und Fixpunkt  $P$  errechnet sich die imaginäre Hauptachse  $b$  zu:

$$f(T+1) = \frac{B}{2} \rightarrow b = \frac{B}{2 \cdot \sqrt{T^2 + 2 \cdot T}} \quad (2)$$

Die gesuchte Hyperbelfunktion ergibt sich somit zu:

$$f(x) = \frac{B}{2 \cdot \sqrt{T^2 + 2 \cdot T}} \cdot \sqrt{x^2 - 1} \quad (3)$$

Die Berechnung der Fläche  $\bar{A}$  zwischen der Hyperbel und der x-Achse (s. **Abb. 9**) erfolgt durch Integration der Hyperbelfunktion (3) zwischen den Grenzen  $x = 1$  und  $x = T + 1$ :

$$\bar{A} = \int_1^{T+1} f(x) \cdot dx = \int_1^{T+1} \frac{B}{2 \cdot \sqrt{T^2 + 2 \cdot T}} \cdot \sqrt{x^2 - 1} \cdot dx, \quad (4)$$

$$\bar{A} = \frac{B}{4 \cdot \sqrt{T^2 + 2 \cdot T}} \cdot \left( (T+1) \cdot \sqrt{T^2 + 2 \cdot T} - \ln \left( (T+1) + \sqrt{T^2 + 2 \cdot T} \right) \right). \quad (5)$$

Die gesuchte Flächenfunktion  $A(B, T)$  zur Berechnung der Querschnittsfläche  $A$  eines durch die Breite  $B$  und die Tiefe  $T$  definierten Gräbchens lautet somit:

$$A(B, T) = 2 \cdot \bar{A} = \frac{B}{2 \cdot \sqrt{T^2 + 2 \cdot T}} \cdot \left( (T+1) \cdot \sqrt{T^2 + 2 \cdot T} - \ln \left( (T+1) + \sqrt{T^2 + 2 \cdot T} \right) \right). \quad (6)$$

Das Volumen eines Gräbchens ergibt sich aus der Multiplikation des mit Funktion (6) berechneten Gräbchenquerschnittes mit dessen Länge. Es ist wichtig, zu betonen, dass die so berechneten Volumina Minimalwerte darstellen, weil bei der Rekonstruktion der Gräbchenquerschnitte die Erosion – die, wie oben ausgeführt, mit den vorhandenen Daten nicht quantifiziert werden kann – nicht berücksichtigt wurde. Bereits eine Annahme von 0,1 m Erosion seit der Spätantike ( $\sim 0,07$  mm/Jahr) würde bei den Gräben mit ihrem hyperbelförmigen Querschnitt das berechnete Volumen beträchtlich erhöhen (s. **Abb. 8**). Die Berechnung der Gräbchenvolumina wurde mit größtmöglicher Genauigkeit und Sorgfalt durchgeführt, trotzdem sind die oben genannten, der Berechnung inhärenten Unsicherheitsfaktoren, Rekonstruktionen und Annahmen bei der Interpretation dieser Werte zu berücksichtigen.



**Abb. 11** Grabgarten 1 und das dazugehörige Gräbchen nach dessen Entnahme während der Grabungskampagne 1996, Richtung Norden, auf dem Niveau von Planum 2 (53-56 cm unter Humusoberkante). Der elliptische Umriss des Gräbchens stellt in Halbtürn eine Ausnahme dar. – (Foto E. Draganits).

## Grabgarten 1

Grabgarten 1 befindet sich im nordwestlichen Teil des Gräberfeldes (**Abb. 1**) und eignet sich aufgrund seiner guten Dokumentation und der Tatsache, dass er an keinen weiteren Grabgarten direkt angrenzt, sehr gut für die hier angestrebten Volumenberechnungen<sup>69</sup>. Das den Grabgarten begrenzende, ellipsenförmige Gräbchen (Objektnummern 228-229, 256) ist insgesamt 25,5 m lang und zeigt eine kleine Unterbrechung an seiner westlichen Längsseite, die als Eingang interpretiert wird. Die Hauptachse der Ellipse verläuft mit einer Länge von 9,8 m in NNW-SSO-Richtung; die Nebenachse ist 6,4 m lang (**Abb. 10-11**). Die drei zur Verfügung stehenden Gräbchenprofile sind überraschend ähnlich (**Abb. 10**), was die Genauigkeit der Volumenberechnung erhöht. Die Profile zeigen eine durchschnittliche Breite von 2,05 m und eine durchschnittliche Tiefe von 0,97 m. Anhand dieser Größenangaben errechnet sich ein Volumen der entnommenen Erde aus dem Gräbchen – unter den oben genannten Annahmen und Formeln – von 31,48 m<sup>3</sup>. Berücksichtigt man den Auflockerungsfaktor des Erdreichs (das Volumen der entnommene Erde dividiert durch das *in situ*-Volumen), für den hier anhand der Bodeneigenschaften in Halbtürn ein Wert von 1,25 angenommen wird<sup>70</sup>, so vergrößert sich das Volumen des Gräbchenaushubs auf 39,35 m<sup>3</sup>, das sich infolge von Setzungs Vorgängen im Laufe der Zeit wieder dem *in situ*-Wert annähert (**Abb. 15**)<sup>71</sup>.

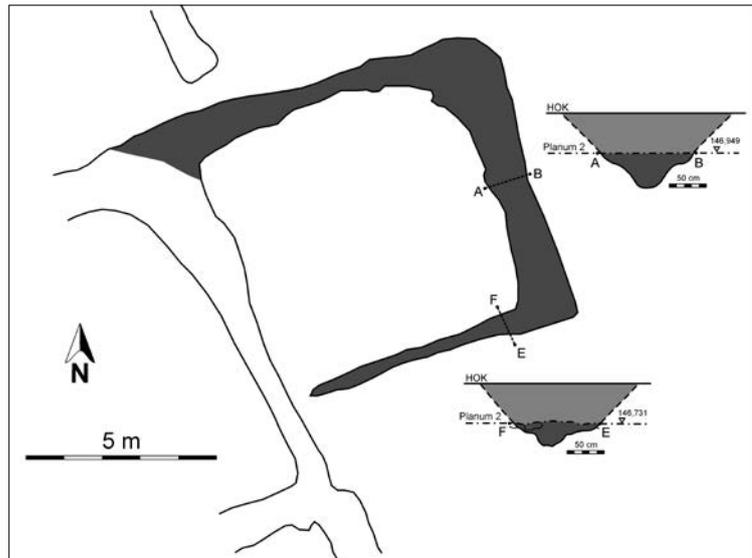
<sup>69</sup> Einschränkung muss bemerkt werden, dass Grabgarten 1 aufgrund seiner elliptischen Form und Abgesondertheit von anderen Grabgärten eine Sonderstellung innerhalb des Gräberfeldes einnimmt.

<sup>70</sup> Der Auflockerungsfaktor (DIN ISO 9245: Erdbaumaschinen – Leistung der Maschinen – Begriffe, Formelzeichen und Einheiten. Deutsches Institut für Normung, Berlin 1995) ist abhängig von der Art, Lagerung und Korngröße des Sedimentes, aber auch von der Grabungsweise; durchschnittliche Werte für Bö-

den wie jene in Halbtürn liegen bei etwa 1,2-1,3. Kuper u. a. 1974 ermittelten einen Auflockerungsfaktor von 1,19 bei ihren experimentellen Grabungen in Löss.

<sup>71</sup> Die Angabe von Dezimalstellen hinter dem Komma soll auf keinen Fall eine (nicht vorhandene) Genauigkeit der Berechnung vortäuschen, sondern ist darauf zurückzuführen, dass diese Werte in die Kalkulation der Grabhügel einfließen und deshalb nicht schon hier gerundet werden. Die Genauigkeit der Berechnung wird auf unter ± 15 % geschätzt.

**Abb. 12** Ausschnitt des Grabungsplans im Bereich von Grabgarten 7 auf dem Niveau von Planum 2 (50-53 cm unter Humusoberkante), mit den beiden für die Rekonstruktion verwendeten Profilen (vgl. **Abb. 8. 10**). – (Graphik E. Draganits).



### Grabgarten 7

Grabgarten 7 befindet sich im östlichen Teil der Grabgärtengruppe 1<sup>72</sup>. Auch dieser Grabgarten wurde für eine Volumenberechnung herangezogen, weil er nur sein westliches Begrenzungsgräbchen mit Grabgarten 6 teilt. Grabgarten 7 bildet ein unregelmäßiges Rechteck mit etwa 8,2 und 7 m langen Seiten (**Abb. 1. 12**). Eine Unterbrechung seines südlichen Gräbchens lässt einen schmalen, an Grabgarten 6 angrenzenden Eingangsbereich frei. Für die Rekonstruktion des Gräbchenvolumens stehen zwei Profile zur Verfügung (**Abb. 12**), anhand derer bei einer durchschnittlichen Tiefe von 0,9 m die durchschnittliche Breite mit 2,2 m rekonstruiert wurde. Mit diesen Abmessungen errechnet sich ein Volumen entnommener Erde aus den Gräbchen von 26,28 m<sup>3</sup>. Zieht man den Auflockerungsfaktor (s. o., hier ebenfalls 1,25) hinzu, vergrößert sich das Volumen des Gräbchenaushubs unmittelbar nach dem Aushub auf 32,85 m<sup>3</sup>. Bei diesem Volumen handelt es sich lediglich um einen Minimalwert, weil das mit Grabgarten 6 gemeinsame Gräbchen nicht in die Kalkulation miteinbezogen wurde.

### Abschätzung des Volumens aller erhaltenen Gräbchen

In den beiden vorangegangenen Abschnitten wurde das Volumen der Begrenzungsgräbchen von zwei ausgewählten Grabgärten berechnet. An dieser Stelle ist eine Abschätzung des Volumens aller Gräbchen interessant, denn die Größenordnung dieses Volumens kann einen Beitrag zu den Überlegungen des nachfolgenden Kapitels bieten. Wie oben ausgeführt wurde, beinhaltet die Berechnung des Gräbchenvolumens eines einzigen Grabgartens mehrere Unsicherheitsfaktoren; umso schwieriger ist die Berechnung des Volumens aller Gräbchen, weil sich einige Fehler addieren. Deshalb sollte in diesem Fall eher von Abschätzung als von Berechnung gesprochen werden. Die Summe aller Längen der einzelnen Gräbchen – gemessen entlang ihrer Mittellinie – ergibt eine Gesamtlänge von etwa 427 m<sup>73</sup>. Diese Länge setzt sich aus der Summe der

<sup>72</sup> Siehe den Beitrag von Nives Doneus in diesem Teil, Kapitel »Grabgärtchen«.

<sup>73</sup> Die horizontalen Maße der Gräbchen wurden auf einem Planausdruck des Gräberfeldes im Maßstab von rund 1:222 gemessen.

Längen aller Gräbchen aus den vier Grabgärtengruppen<sup>74</sup> – Gruppe 1 (126 m), Gruppe 2 (87 m), Gruppe 3 (101 m), Gruppe 4 (88 m) – und der Länge des Gräbchens von Grabgarten 1 (25,5 m), der keiner Gruppe angehört, zusammen. Es ist zu beachten, dass in diese Summe nur jene Gräbchen eingehen, die tief genug erhalten waren, um in der Ausgrabung dokumentiert worden zu sein. Es scheint beispielsweise, dass besonders in Gruppe 3 die Gräbchen etwas seichter sind und/oder die Erosion dort stärker war, weshalb die Gräbchen dieser Gruppe nicht komplett überliefert sind (**Abb. 1**). Die Abschätzung der durchschnittlichen Ausmaße aller Gräbchen ist sehr schwierig; hier wurden 1,6 m für die ehemalige Breite und eine Tiefe von 0,7 m unter Humusoberkante gewählt. Akzeptiert man diese Werte, so errechnet sich ein Gesamtvolumen der entnommenen Erde aus allen Gräbchen des Gräberfeldes von 320,85 m<sup>3</sup>. Multipliziert man dieses Ergebnis mit dem Auflockerungsfaktor 1,25 (s. o.), dann vergrößert sich das Volumen auf 401,06 m<sup>3</sup>. Die Dichte von feuchtem Erdreich beträgt etwa 1,9 t/m<sup>3</sup>, was ein Gewicht von rund 610 t für den abgeschätzten Gesamtaushub aller dokumentierten Gräbchen ergäbe<sup>75</sup>.

## ÜBERLEGUNGEN ZUR VERWENDUNG DES ERDREICHS AUS DEN GRÄBCHEN

Im vorangegangenen Abschnitt wurde das Volumen der entnommenen Erde aus den Gräbchen von zwei Grabgärten berechnet. Auf Grundlage dieser Berechnungen sollen hier unterschiedliche Verwendungsmöglichkeiten für dieses Erdreich diskutiert werden. Prinzipiell bieten sich drei Möglichkeiten an – wegen des nicht mehr existierenden römischen Begehungshorizontes oder der auf diesem gebildeten Strukturen ist keine von ihnen mit Sicherheit belegbar oder auszuschließen.

1. Das gesamte Aushubmaterial der Gräbchen wurde aus dem Gräberfeld entfernt und an einem oder mehreren unbekanntem Orten deponiert. Wenn man sich vor Augen führt, dass alleine bei Grabgarten 1 mehr als 31 m<sup>3</sup> Erde abzutransportieren gewesen wären – und bei allen Gräbchen ein Gesamtvolumen von rund 320 m<sup>3</sup> –, erscheint diese Möglichkeit aufgrund des dafür notwendigen Arbeitsaufwandes eher unrealistisch.

2. Das entnommene Erdreich wurde entlang der Gräben in Form eines Walles aufgeschüttet – eine Möglichkeit, die anhand asymmetrischer Grabenfüllungen nachgewiesen werden könnte (**Abb. 5**).

3. Das Aushubmaterial der Gräbchen wurde in den jeweiligen Grabgärten für die Errichtung eines Grabhügels verwendet<sup>76</sup>.

Obwohl keinerlei sichtbare Hinweise auf Grabhügel existieren, so können doch einige Argumente angeführt werden, die für eine Existenz von Grabhügeln sprechen<sup>77</sup>.

a) Wie oben diskutiert, würde die Verwendung des Aushubmaterials der Gräbchen für die Errichtung eines Grabhügels eine »naheliegende« und praktische Art der »Entsorgung« des Aushubmaterials darstellen.

b) Es gibt Beispiele von Entnahmegräben rund um Grabhügel<sup>78</sup>; sie stellen »naheliegende« Quellen für das benötigte Erdreich der Hügelaufschüttung dar.

c) Die Flächen der Grabgärten wurden noch lange Zeit nach ihrer Errichtung bei späteren Belegungen respektiert und waren deshalb für einen längeren Zeitraum wegen der Gräben und Grabhügeln(?) als solche erkennbar.

<sup>74</sup> Siehe den Beitrag von Nives Doneus in diesem Teil, Kapitel »Grabgärtchen«.

<sup>75</sup> Bell 2000.

<sup>76</sup> Vgl. Berke 1989.

<sup>77</sup> Falls wirklich Grabhügel existierten, muss das nicht bedeuten, dass das in jedem einzelnen Grabgärtchen beziehungsweise in allen vier Grabgärtchengruppen der Fall gewesen war.

<sup>78</sup> Beispielsweise in Unterpremastätten (Bz. Graz-Umgebung/A).

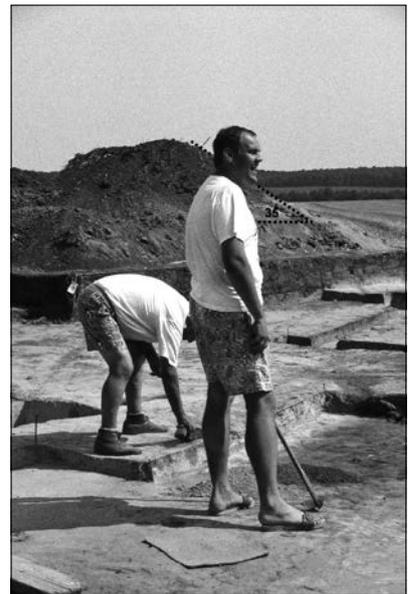
d) Falls, wie in dieser Arbeit diskutiert, der Aushub der Gräbchen für die Aufschüttung von Grabhügeln verwendet wurde, so könnte die dazugehörige Bestattung theoretisch innerhalb des Grabhügels, auf der damaligen Bodenoberfläche, oder in den anstehenden Boden darunter deponiert worden sein<sup>79</sup>. Fehlende Bestattungen in einigen der Grabgärten könnten deshalb dahingehend interpretiert werden, dass sich die jeweiligen Bestattungen dort in Grabhügeln befanden, die aufgrund der Ackerung nicht mehr erhalten sind. Es fällt beispielsweise auf, dass speziell in der ersten Grabgärtchengruppe Brandbestattungen in den meisten Grabgärten zu fehlen scheinen, während sie in der zweiten Gruppe, und noch stärker in der dritten Gruppe, vorhanden sind – und das, obwohl in der letztgenannten Gruppe die Gräbchen am seichtesten erhalten sind und auch ein Flurgraben (Objekt 3) unterbrochen ist, was möglicherweise auf mehr Erosion in diesem Bereich hinweisen könnte.

e) Nicht zuletzt sind Grabhügelbestattungen gerade im betreffenden Zeitraum im norisch-pannonischen Grenzgebiet weit verbreitet<sup>80</sup>.

## BERECHNUNG DER HÖHE UND BREITE VON GRABHÜGELN

Falls im Gräberfeld von Halbturn der Aushub aus den Gräbchen der Grabgärten zum Aufschütten von Grabhügeln verwendet wurde, lassen sich die unten angeführten Überlegungen zur Rekonstruktion ihrer Form und Größe anstellen. Die möglichen Böschungswinkel eines Grabhügels sind nicht beliebig, sondern sie hängen von den sedimentpetrographischen Parametern – beispielsweise Korngröße, Kornverteilung, mineralogische Zusammensetzung, Porosität, Wassergehalt – des Schüttungsmaterials ab. Böschungswinkel werden hauptsächlich durch die Art der Schüttung, den internen Reibungswinkel und die Kohäsion definiert. Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, auf diesen Themenbereich genauer einzugehen, grundsätzliche Hinweise auf die Eigenschaften des Erdreiches in Halbturn können jedoch bereits aus den Beobachtungen während der Grabung gewonnen werden. Ein Vergleich des Grabungsaushubes aus mehreren Grabungskampagnen zeigt Böschungswinkel von etwa 20-40°, der Durchschnitt liegt bei rund 35° (Abb. 13). Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass bei der hypothetischen Verwendung des Gräbchenaushubs für die Errichtung von Grabhügeln die Böschungswinkel dieser Hügel rund 35° betragen haben<sup>81</sup>.

Abbildung 14 zeigt zwei hypothetische Endglieder von Grabhügelquerschnitten, die einerseits auf einen Kreisbogen, andererseits auf eine Hyperbel zurückgehen. Sie unterscheiden sich kaum in ihrem Arbeitsaufwand, die Bevorzugung einer der beiden Formen könnte ästhetische Gründe haben. Es ist jedoch eine

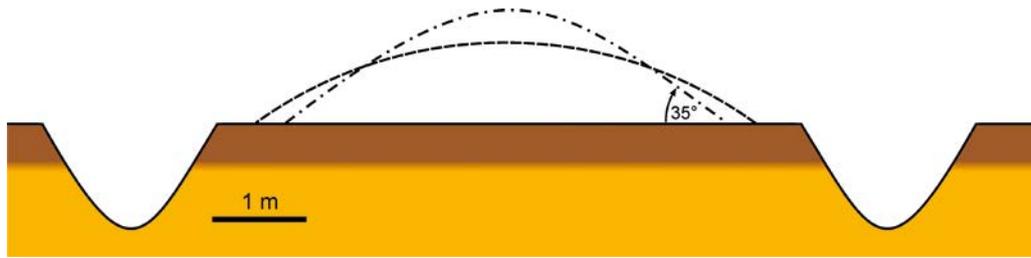


**Abb. 13** Die Böschungswinkel des Grabungsaushubs in Halbturn geben gute Hinweise für die Abschätzung der Böschungswinkel von hypothetisch aufgeschütteten Grabhügeln. Der Hügel auf dem Foto mit Franz Hietz und Werner Lipp aus dem Jahr 1995 weist einen Böschungswinkel von 35° auf. – (Foto E. Draganits).

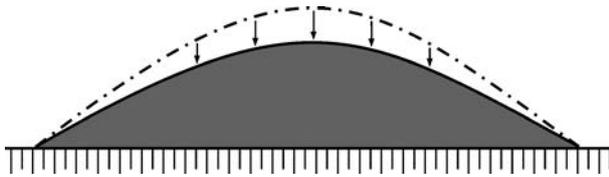
<sup>79</sup> Die norisch-pannonischen Hügelgräber zeichnen sich durch eine hohe Variabilität hinsichtlich ihrer Größe als auch durch die große Vielfalt ihres Aufbaues aus. Die Bandbreite reicht von einfachen Aschenlagen, auf denen der Hügel errichtet wurde, bis zu gemauerten Kammern. Vgl. Barb 1937. – Urban 1984a.

<sup>80</sup> z. B. Barb 1938. – Felgenhauer/Alzinger/Kloiber 1965. – Urban 1984a. – Urban 1990. – Nagy 2002.

<sup>81</sup> Kuper u. a. 1974 erzielen in ihren Experimenten einen Böschungswinkel von 40° bei Wallaufschüttungen mit Löss.



**Abb. 14** Schematischer Querschnitt durch einen Grabgarten, die dazugehörigen Gräbchen und einen hypothetischen Grabhügel. Das Volumen des entnommenen Erdreichs aus den Gräbchen bestimmt die Größe des Grabhügels. Die beiden hypothetischen Endglieder der Grabhügelquerschnitte gehen auf einen Kreisbogen (gestrichelt) und eine Hyperbel (strichpunktirt) zurück, der Böschungswinkel beträgt jeweils max. 35° (s. **Abb. 13**). – (Graphik E. Draganits).



**Abb. 15** Ausgegrabenes Erdreich kann infolge Auflockerung eine Volumenzunahme von etwa 20-30 % aufweisen. Durch Setzungserscheinungen erlangt das Erdreich im Laufe der Zeit wieder seine ursprüngliche Dichte und die Ausgangshöhe eines Grabhügels (strichpunktirt) verringert sich (durchgehende Linie), hier unter Annahme einer Volumenverringerung um 25 %. – (Graphik E. Draganits).

Tatsache, dass – bei gleichem Volumen – mit einem Hyperbelquerschnitt eine größere Höhe erzielt werden kann. Aus der Distanz betrachtet, ist neben dem Gesamtvolumen eines Grabhügels die Höhe ein sehr wichtiges und gut sichtbares Merkmal. Möglicherweise stellen Grabhügel mit hyperbelförmigem Querschnitt aus diesem Grund über weite Zeiträume und Regionen hinweg eine häufige Grabhügelform dar<sup>82</sup>. Abgeflachte Grabhügeln können ein Resultat von Erosion sein, die in den meisten Fällen eine Verringerung der topographischen Höhe bewirkt; eine weitere Möglichkeit ist die Verringerung des aufgelockerten Volumens durch Setzungserscheinungen (**Abb. 15**).

Falls im Gräberfeld von Halbturm Grabhügel errichtet wurden, welche Größe könnten sie erreicht haben? Die jeweilige Größe der Grabhügel ist durch das Volumen des entnommenen Erdreichs aus den dazugehörigen Gräbchen limitiert. Die in den vorangegangenen Abschnitten berechneten Volumina der Gräbchen von Grabgärten 1 und 7 bilden die Grundlage für die Berechnung der theoretischen Höhe und Durchmesser der jeweilig dazugehörigen, rekonstruierten Grabhügel.

Die hypothetischen Grabhügel werden mithilfe eines halben, zweischaligen Rotationshyperboloids<sup>83</sup> für die vorgegebenen Volumina und den angenommenen Böschungswinkel von 35° berechnet.

Die Steigung der Tangente an die Hyperbel in 1. Hauptlage ist durch die erste Ableitung (8) der Hyperbelgleichung (7) gegeben:

$$f(x) = \frac{b}{a} \cdot \sqrt{x^2 - a^2} \quad (7)$$

<sup>82</sup> Beispiele für Grabhügel mit hyperbelförmigen Querschnitten finden sich von Großmugl (Bz. Korneuburg/A) bis Gyeongju (Prov. Gyeongsangbuk-do/ROK). Inwieweit die ursprüngliche Hügelform durch Erosion, Setzung, nachträgliche Verwendung, Beraubung oder landwirtschaftliche Nutzung verändert wurde, ist im Einzelnen zu prüfen.

<sup>83</sup> Die Annäherung der Grabhügel mittels einer Hälfte eines zweischaligen Rotationshyperboloids ist mathematisch vergleichsweise komplizierter als eine Berechnung mithilfe eines elliptischen Rotationsparaboloids. Trotzdem wurden wegen der besseren Annäherung an Grabhügelformen zweischalige Rotationshyperboloide bevorzugt.

Die Steigung entspricht dem Tangens des Winkels  $\alpha$  der Tangente mit der x-Achse:

$$f'(x) = \frac{b \cdot x}{a^2 \cdot \sqrt{\frac{x^2}{a^2} - 1}} = \tan \alpha \quad (8)$$

Mithilfe des beobachteten Böschungswinkels  $\beta$  kann der Winkel  $\alpha$  wie folgt berechnet werden:

$$\alpha = 90 - \beta \quad (9)$$

Setzt man  $a = 1$ , kann durch Umformung von (8) die Stelle  $x$  angegeben werden, an der die Steigung der Tangente dem Tangens des in Gleichung (9) angegebenen Winkels  $\alpha$  entspricht:

$$x = \sqrt{\frac{\tan^2 \alpha}{\tan^2 \alpha - b^2}} \quad (10)$$

Somit ist es möglich, für jeden beliebigen Wert für die kleine Hauptachse  $b$  eine Hyperbel anzugeben, die im Endpunkt  $x$  die gesuchte Steigung von  $\tan(90-\beta)$  aufweist und somit einen Böschungswinkel von  $35^\circ$  im Fußpunkt besitzt.

In einem zweiten Schritt wird der Parameter  $b$  solange variiert, bis das Volumen der Hälfte eines zweischaligen Rotationshyperboloids dem gesuchten Volumen entspricht. Gleichung (12) zeigt die allgemeine Funktion zur Berechnung des Volumens eines Rotationskörpers:

$$V = \pi \cdot \int_1^{H+1} f^2(x) \cdot dx \quad (12)$$

Drückt man den Parameter  $b$  durch die in Gleichung (2) angegebene Form aus und setzt man den Parameter  $a = 1$ , dann kann die Hyperbelgleichung wie folgt angeschrieben werden:

$$f(x) = \frac{B}{2 \cdot \sqrt{H^2 + 2 \cdot H}} \cdot \sqrt{x^2 - 1} \quad (13)$$

Durch Integration der Funktion (13) entsprechend der Gleichung (12) kann das Volumen der Hälfte eines zweischaligen Rotationshyperboloids berechnet werden:

$$V = \frac{\pi \cdot B^2}{4 \cdot (H^2 + 2 \cdot H)} \cdot \left( \frac{1}{3} \cdot (H+1)^3 - H - \frac{1}{3} \right) \quad (14)$$

Zur besseren Lesbarkeit wird der Parameter  $K$  eingeführt:

$$K = \tan^2 \alpha \quad (15)$$

Dadurch kann die Gleichung (10) wie folgt (16) angegeben und die gesuchte Höhe (17) und Breite (18) des Grabhügels als Funktion von  $b$  und  $K$  berechnet werden:

$$x = \sqrt{\frac{K}{K - b^2}} \quad (16)$$

$$H = x - 1 = \sqrt{\frac{K}{K - b^2}} - 1 \quad (17)$$

$$B = 2 \cdot b \cdot \sqrt{x^2 - 1} = 2 \cdot b \cdot \sqrt{\frac{K}{K - b^2} - 1} \quad (18)$$

Somit kann das Volumen einer Hälfte des zweischaligen Rotationshyperboloids (= Grabhügel) als Funktion des Parameters  $b$  angegeben werden:

$$V(b) = \frac{\pi \cdot b^2 \cdot \left( \frac{K}{K - b^2} - 1 \right)}{\left( \sqrt{\frac{K}{K - b^2}} - 1 \right) \cdot \left[ \left( \sqrt{\frac{K}{K - b^2}} - 1 \right) + 2 \right]} \cdot \left[ \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{K}{K - b^2} \right)^{\frac{3}{2}} - \sqrt{\frac{K}{K - b^2}} + \frac{2}{3} \right] \quad (19)$$

Die Ermittlung des gesuchten Parameters  $b$  erfolgt durch Bestimmung der Nullstelle für die Gleichung:

$$f(b) = V(b) - V_{\text{gesucht}} \quad (20)$$

Mit dem so ermittelten Parameter  $\beta$  wird anschließend die Höhe  $H$  und Breite  $B$  (= Durchmesser) des Grabhügels nach den Formeln (17) und (18) bestimmt.

Wenn man das oben abgeschätzte Gesamtvolumen aller Gräbchen des Gräberfeldes (rund 320 m<sup>3</sup>) in diese Berechnungen einsetzt, dann ließe sich mit diesem Volumen ein Hügel mit einer Höhe von etwa 4,5 m und einem Durchmesser von rund 15 m errichten.

### Höhe und Breite eines hypothetischen Grabhügels in Grabgarten 1

Falls der Aushub der Gräbchen für die Errichtung eines Grabhügels verwendet wurde, kann mit den oben diskutierten Annahmen und Formeln Höhe und Durchmesser berechnet werden. Das Begrenzungsgräbchen von Grabgarten 1 besitzt ein berechnetes Volumen von 31,48 m<sup>3</sup>, woraus sich eine Höhe von 1,86 m und eine Breite (= Durchmesser) von 7,17 m rekonstruieren lassen (s. o.). Aus dieser Berechnung ergibt sich ein Platzproblem, denn die Abmessungen der Innenfläche von Grabgarten 1 sind deutlich zu gering für einen Grabhügel mit diesem Durchmesser (**Abb. 10**). Es bieten sich mehrere Erklärungsmöglichkeiten an: 1. die Hypothese von Grabhügeln im Gräberfeld von Halbturm ist grundsätzlich falsch, 2. der Böschungswinkel wurde zu gering angenommen, weshalb der berechnete Durchmesser zu groß ist, 3. nur ein Teil des Gräbchenaushubs wurde für den Grabhügelbau verwendet, der Rest fand anderweitige Verwendung, 4. der Gräbcheninhalt wurde für die Errichtung von zwei Grabhügeln verwendet. Die erste Möglichkeit wurde oben (»Überlegungen zur Verwendung des Erdreichs aus den Gräbchen«) diskutiert. Um die zweite Möglichkeit zu prüfen, wurde versucht, die Ausmaße eines Grabhügels für Grabgarten 1 mit steileren Böschungswinkeln zu berechnen; jedoch änderte sich der Basisdurchmesser bei realistischen Böschungswinkeln kaum, weshalb das Platzproblem auf diese Art und Weise nicht gelöst werden kann. Die dritte Möglichkeit kann weder bewiesen noch widerlegt werden. Die vierte Möglichkeit ist zugegebenermaßen sehr spekulativ. Die Idee von der Errichtung zweier Grabhügel in Grabgarten 1 basiert auf dem Vorhandensein von zwei prominenten Brandbestattungen in diesem Grabgarten – anstelle von nur einer – und der außergewöhnlichen Lage beider Bestattungen in dieser Fläche, deren Lage etwa den Brennpunkten des ellipsenförmigen Gräbchens entspricht. Im Gegensatz dazu befinden sich die Brandbestattungen aller übrigen Grabgärten – so sie erhalten sind – genau in deren Zentren. Wenn man mit dem Aushub des Begrenzungsgräbchen von Grabgarten 1 statt einem Grabhügel zwei rekonstruiert, so würden diese jeweils

eine berechnete Höhe von 1,42 m und einen Durchmesser von 5,72 m aufweisen<sup>84</sup>. Die Annahme von zwei Grabhügeln entschärft das Platzproblem zwar etwas, löst es jedoch nicht komplett, da die Innenfläche von Grabgarten 1 für zwei Grabhügeln dieses Durchmessers immer noch zu klein ist.

### **Höhe und Breite eines hypothetischen Grabhügels in Grabgarten 7**

Das Begrenzungsgräbchen von Grabgarten 7 besitzt ein berechnetes Volumen von 26,28 m<sup>3</sup> (s. o.), woraus sich ein Grabhügel mit einer Höhe von 1,73 m und einem Durchmesser von 6,76 m rekonstruieren lässt. Die Innenfläche des Grabgartens ist ausreichend groß, um einen Grabhügel mit diesen Ausmaßen aufzunehmen, jedoch verbleibt nur ein sehr schmaler freier Bereich zwischen dem Hügel und den Begrenzungsgräbchen des Grabgartens<sup>85</sup>.

*Erich Draganits · Alexander Preh*

## **ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT / RÉSUMÉ**

### **Römisches Gräberfeld von Halbtorn: Überlegungen zum Volumen und Verwendungszweck der entnommenen Erde aus den Begrenzungsgräbchen der Grabgärten**

Das römische Gräberfeld von Halbtorn weist zahlreiche Grabenstrukturen auf, die sich in drei Gruppen unterteilen lassen. Die erste Gruppe umfasst bis zu 240 m lange und bis zu 3,5 m breite Gräben, die als römische Flurgäben interpretiert werden. Die zweite Gruppe beinhaltet bis 12 m lange und maximal 2,5 m breite Gräbchen, die quadratische bis rechteckige Bereiche innerhalb des Gräberfeldes abgrenzen und wegen ihres Zusammenhanges mit Brandbestattungen des 2. bis 4. Jahrhunderts als Begrenzungsgräbchen von Grabgärten interpretiert werden. Die dritte Gruppe von Gräben umfasst schließlich jene, deren genauer Zweck unklar ist. Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Begrenzungsgräbchen der Grabgärten und es wird der Frage nachgegangen, wozu das aus diesen Gräben entnommene Erdreich verwendet worden sein könnte. Für die Berechnung der Grabenvolumina wurden deren Querschnitte mithilfe einer Hyperbel beschrieben, deren Form sich am besten den Gräbchenprofilen annähert. Die berechneten Volumina stellen die Grundlage für die Diskussion des möglichen Verwendungszweckes des Gräbchenaushubs dar und unter mehreren Möglichkeiten erscheinen Grabhügel als die wahrscheinlichste Verwendung. Falls Grabhügel aufgeschüttet wurden, auf deren Existenz es aufgrund jahrzehntelanger Ackerung an der Oberfläche keinerlei Hinweise gibt, so lassen sich diese mithilfe eines halben, zweiseitigen Rotationshyperboloids, für die aus den Gräbchen berechneten Volumina und den für den Aushub abgeschätzten Böschungswinkel modellieren. Die so berechneten Grabhügel erreichen eine Höhe von mehr als 1,5 m.

<sup>84</sup> Der Höhenunterschied zwischen den Grabhügeln bei der Verwendung des Gräbcheninhaltes für einen Grabhügel (1,86 m Höhe) im Vergleich zu zwei Grabhügel (1,42 m Höhe) ist erstaunlich gering.

<sup>85</sup> Erich Draganits dankt Nives Doneus, Alois Stuppner, Gabriele Scharrer-Liška und Bernhard Grasemann für die großartige Zusammenarbeit über viele Jahre und für wichtige Kommentare, lange Diskussionen und zahlreiche Ideen. Allen Grabungskollegen danke ich für die tiefen und perfekt geputzten »Auf-

schlüsse« des Untergrundes in Halbtorn, die oft mit großen körperlichen Anstrengungen bei pannonischer Hitze hergestellt wurden. Ich bedanke mich bei Franz Hietz, der durch seinen Enthusiasmus für die Archäologie, seine Liebe zur Natur, aber besonders durch seine ehrliche, bescheidene Art und unnachahmliche Kommunikationsgabe uns allen Erinnerung und Ansporn bleibt. Diese geoarchäologische Untersuchung wurde von der Hochschuljubiläumstiftung der Stadt Wien (Projekt H-990/2004) finanziell unterstützt.

## **The Roman Cemetery of Halbtorn: volume and function of the soil originating from the ditches surrounding the grave-gardens**

The Roman cemetery of Halbtorn displays several trenches, which can be divided into three groups. The first group comprises up to 240 m long and 3.5 m wide trenches that are interpreted as Roman field boundaries. The second group comprises up to 12 m long and at most 2.5 m wide trenches, which enclose square to rectangular areas within the cemetery. Due to their spatial relationship with cremation burials of the 2<sup>nd</sup> to 4<sup>th</sup> century AD they are interpreted as boundary ditches of burial areas. Finally the third group of trenches consists of a few trenches of unclear purpose. This article deals with the boundary ditches of the cremation burials and aims to explain the usage of the material excavated from these trenches. For the estimation of the trench volumes their profile has been calculated by a hyperbola, which has been found most approximate for the trench sections. The calculated volumes provide the basis for the discussion on possible usages of the material excavated from the trenches. Among several possibilities the construction of burial mounds seems most likely. Any surface traces of possibly existing burial mounds have been completely erased by decades of ploughing. Possibly existing burial mounds can be calculated using a half of a hyperboloid with two sheets, the reconstructed trench volumes and an estimation of the critical angle of repose. The burial mounds that have been reconstructed in this way reach heights of more than 1.5 m.

*Translation: M. Struck*

## **La nécropole romaine de Halbtorn: réflexions sur le volume et la fonction de la terre prélevée dans les petits fossés des jardins funéraires**

Le cimetière romain de Halbtorn révèle de nombreuses structures de fosses, qui se subdivisent en trois groupes. Le premier groupe comprend des fosses jusqu'à 240 m de long et 3,5 m de large, qui sont interprétées comme des tranchées romaines. Le deuxième groupe contient des petits fossés jusqu'à 12 m de long et 2,5 m de large, qui délimitent des aires quadrangulaires et rectangulaires à l'intérieur du cimetière, et qui ont été interprétés comme des limites de jardins funéraires, grâce aux liens avec les incinérations du 2<sup>e</sup> au 4<sup>e</sup> siècle. Le troisième groupe de fossés englobe finalement ceux dont le sens exact reste incertain. Ce travail se consacre à l'étude de ces fossés délimités par des jardins funéraires et tente de répondre à la question suivante: à quoi pouvait bien servir la terre prélevée des fossés? Pour le calcul du volume des fossés une coupe transversale a été tracée au travers d'une hyperbole, dont la forme se rapproche le mieux du profil. Le calcul volumétrique soulève la discussion d'une éventuelle utilisation du déblai des fosses et parmi plusieurs possibilités, les tumuli semblent l'utilisation la plus vraisemblable. Au cas où les tumuli auraient été rapportés, même s'il n'existe aucune preuve de leur existence suite à des décennies de culture de la terre, ils se laissent modéliser à l'aide d'une hyperboloïdale à rotation à deux nappes, par le calcul du volume des fosses et l'estimation du déblai par l'angle du talus. Le tumulus ainsi estimé prend une proportion de plus d'un mètre cinquante de haut.

*Traduction: E. Landgraf*