



<https://publications.dainst.org>

iDAI.publications

DIGITALE PUBLIKATIONEN DES
DEUTSCHEN ARCHÄOLOGISCHEN INSTITUTS

Matthias Meinecke

Pergamon, Türkei. Ein großer Berg Arbeit? Konstruktionsprinzipien und Aufwand beim Bau des Yğma Tepe. Die Forschungsarbeiten von August bis Dezember 2022

e-Forschungsberichte Faszikel 2 (2023) 1–28 (§)

<https://doi.org/10.34780/bd1o-8b54>

Herausgebende Institution / Publisher:
Deutsches Archäologisches Institut

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

Nutzungsbedingungen:

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

Terms of use:

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

PERGAMON, TÜRKEI

Ein großer Berg Arbeit? Konstruktionsprinzipien und Aufwand beim Bau des Yiğma Tepe



Die Forschungsarbeiten von August bis Dezember 2022

Abteilung Istanbul des Deutschen Archäologischen Instituts
von Matthias Meinecke



e-FORSCHUNGSBERICHTE DES DAI 2023 · Faszikel 2

Die Erdschüttungen von Tumuli konstituieren die Monumentalität dieser Grabform, sind aber erst in den letzten Jahrzehnten stärker beachtet worden. Neue Untersuchungen am hellenistischen Yiğma Tepe von Pergamon ergaben, dass bestimmte Konstruktionsprinzipien angewendet wurden, die eine gute Kenntnis der Eigenschaften von Erdbaustoffen zeigen. Wie hoch der Aufwand für den Bau eines solchen Großtumulus war, lässt sich nur durch eine Schätzung unter Zuhilfenahme von Analogien im Rahmen der antiken Bauökonomie annäherungsweise bestimmen. Diese ergibt zwar einen hohen Aufwand für die Schüttung, der aber vor allem in den gewaltigen Dimensionen begründet ist. Insofern dürfen Erdbewegungen auch nicht überschätzt werden, da sie einfach zu realisieren sind.

Although the embankments of tumuli constitute the monumentality of this tomb form, they have not received more attention until recent decades. New investigations on the Hellenistic Yiğma Tepe at Pergamon have revealed that certain construction principles were applied, which show a good know-



Kooperationen: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Geowissenschaften, Angewandte Geophysik (W. Rabbel); Ecole Normale Supérieure Paris (S. Verger).

Förderung: DAI Forschungsstipendium 2022.

Leitung des Projektes: F. Pirson.

Team: M. Meinecke.



1 Luftbild des Yığma Tepe von Norden aus mit Blick auf die in zwei Sondagen freigelegte Krepis. (Foto: D-DAI-IST-PE15_01245, Bernhard Ludwig)

ledge of the properties of earth-building materials. The amount of labour for the construction of such a large tumulus can only be approximated by an estimate with the help of analogies within the framework of the ancient building economy. Although it shows high costs for the filling, this is mainly due to the enormous dimensions. Therefore, the effort for earth moving should not be overestimated, as it is rather easy to realise.

Einleitung

- 1 Der Tumulus [Yığma Tepe](#)[↗] in der Ebene des Bakır Çayı ist mit einer Höhe von noch 35 m der gewaltigste Grabhügel [Pergamons](#)[↗], der vorläufig an das Ende des 3./Beginn des 2. Jahrhunderts v. Chr. datiert werden kann. Seine Basis wird durch eine gewaltige Ringmauer aus Tuffquadern mit einem Durchmesser von 158 m markiert und ist von einem 62 m breiten und bis zu 13 m tiefen Umfassungsgraben umgeben. Durch zahlreiche Eingriffe seit der Spätantike verändert, weist er u. a. einen tiefen radialen Einschnitt im Nordwesten auf, der ihn in zwei Gipfel gliedert (Abb. 1). Nach ersten Ausgrabungen durch Wilhelm Dörpfeld (1905–1910) wurde er in einem neuen interdisziplinären geophysikalisch-archäologischen Projekt durch die Abteilung Istanbul des Deutschen Archäologischen Instituts (DAI) und die Universitäten Kiel und Kocaeli (2015–2019) erneut erforscht, bei denen jedoch keine Grabanlage zweifelsfrei nachgewiesen werden konnte. Die abschließende, gesamtheitliche Auswertung und Befundvorlage steht noch aus und wird im Rahmen eines Disserationsvorhabens des Verfassers realisiert, das durch ein fünfmonatiges Forschungsstipendium des DAI, Abt. Istanbul wesentlich vorangetrieben werden konnte. Im Folgenden werden einige Aspekte des Vorhabens kurz vorgestellt.

Die Erdschüttung als größtes Bauelement

- 2 Über den Aufbau der Hügel selbst ist bei vielen Tumuli des mediterranen Raumes meist nur recht wenig bekannt, da der Fokus oft auf die gebauten, steinernen Grabanlagen gerichtet war. Häufig wurde lediglich eine Schichtung erwähnt und das Material als Erde oder Steine charakterisiert.

Dabei sind es die Schüttungen, die die Monumentalität dieser Grabform konstituieren, während die Grabanlagen im Verborgenen liegen.

- 3 Gerade am Yiğma Tepe wird deutlich, welche Dimensionen dabei erreicht werden können. So kann mithilfe eines 3D-Geländemodells und Ergebnissen der geophysikalischen Prospektion das frühere, rekonstruierte Hügelvolumen auf etwa 318.000 m³ geschätzt werden [1]. Während der antike Oberboden unterhalb des Hügels eindeutig erfasst wurde, ist die ehemalige Höhe der Aufschüttung nicht mehr sicher feststellbar. Allerdings würde schon eine geringfügige Erhöhung des Hügelzentrums um etwa 0,6 m gegenüber dem höchsten, heute noch erhaltenen Punkt ausreichen, um eine regelmäßige Hügel silhouette zu generieren. Überdies wurde etwa 4 m unter dem rekonstruierten Gipfel und genau im Tumuluszentrum eine harte Erdschicht angetroffen, die den Rest einer Fundamentierung eines Semas (Grabzeichen) darstellen könnte [2], sodass die Rekonstruktion plausibel ist.
- 4 Das ehemalige Volumen der Krepis (Ringmauer) ist aufgrund des Fehlens nur einer Mauerlage über den Befund gut zu rekonstruieren und kann durch ihre perfekte Kreisform mit 158,4 m Außendurchmesser als Rotationskörper aufgefasst und einfach berechnet werden. Zusammen mit dem Befund einer in der Schüttung direkt hinter der Krepis liegenden Rampe kann es auf 2300 m³ geschätzt werden.
- 5 Nur in den geophysikalischen Prospektionen sind einige Strukturen (SOI 2, 4 und 5) detektiert worden, die womöglich als Grabanlagen gedeutet werden könnten. Am wahrscheinlichsten ist dies für SOI 2, das in der Schüttung etwa 5 m über der antiken Oberfläche liegt, was für pergamenische Tumuli ein Novum wäre, aber in einigen wenigen Grabhügeln Thrakiens beobachtet wurde [3]. Die Dimensionen können nur grob mit 15 x 4 x 5 m und 300 m³ abgeschätzt werden und stimmen damit in Breite und Höhe mit der gut dokumentierten Grabanlage aus dem hellenistischen Tumulus auf dem Ilyastepe überein. Zwar ist die Struktur deutlich länger, fände aber auch hier im Seç Tepe von Elaia eine Entsprechung. Die anderen SOI weisen mit 10 x 5 x 4 m und 12 x 4 x 4 m ebenfalls vergleichbare Abmessungen auf, liegen in der Aufschüttung jedoch noch einmal

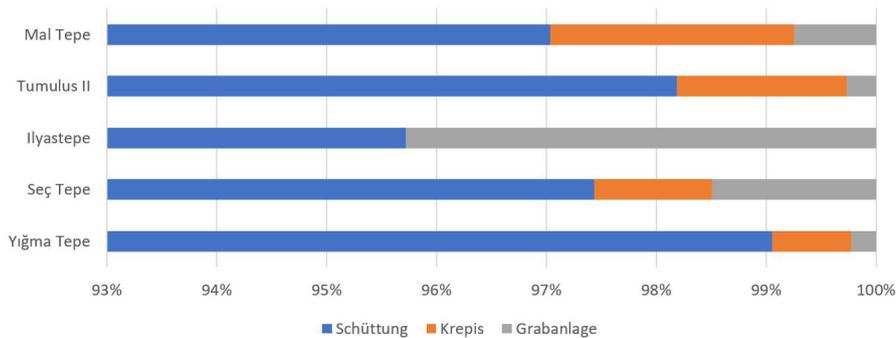
etwa 5 m höher. Ob sich darüber hinaus auch auf dem Niveau der antiken Oberfläche eine Grabanlage befinden könnte, muss offenbleiben, da die Auflösung der Messungen dort für die Detektion zu gering war.

- 6 Die prozentuale Verteilung der Volumina zeigt, dass die Schüttung 99 % und die rein hypothetischen Grabanlagen nur weit unter 1 % ausmachen würden (Abb. 2). Im Vergleich mit anderen pergamenischen Tumuli wird deutlich, dass ihr Anteil sogar geringer ist, als jener der Sarkophagbestattung am hellenistischen Tumulus II (Dm: 30 m, H: 4,75 m). Allerdings repräsentieren sie auch beim Seç Tepe (Dm: 50 m, H: 11,3 m) und selbst beim kaiserzeitlichen Mal Tepe (Dm: 170 m, H: 26 m) mit einer gewaltigen, über 60 m langen Grabanlage nur etwa 1 % des Gesamtvolumens. Lediglich beim recht niedrigen Ilyastepe-Tumulus (Dm: 37 m, H: 4,5 m) beträgt ihr Anteil mit 4 % mehr. Zudem stellt die Krepis in allen Tumuli nur 1 bis 2 % dar. Dies verdeutlicht den Stellenwert der Erdschüttung, deren ehemalige Höhe aber mit Ausnahme des Mal Tepe unklar ist.

Die Erdschüttung als komplexes Bauelement

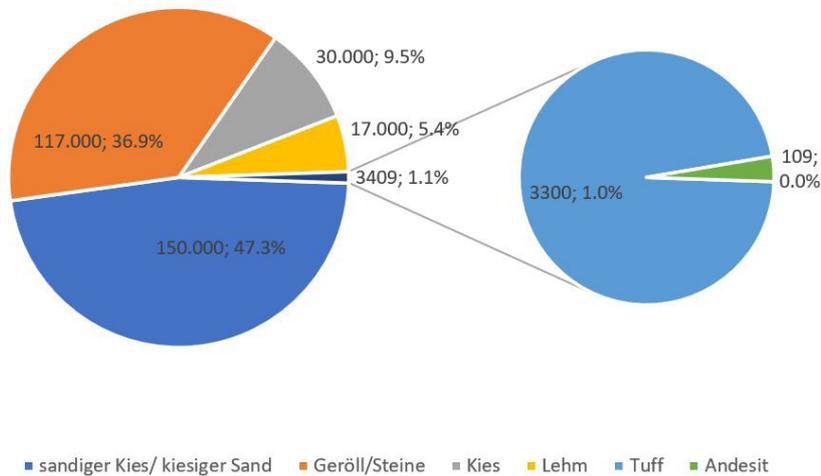
- 7 Der Yiğma Tepe wurde aus dem lokal anstehenden Schwemmmaterial errichtet, das im Umfassungsgraben gewonnen wurde, was durch annähernd gleiche Volumina vom rekonstruierten Graben und Hügel sowie bodenkundliche Untersuchungen gesichert ist. Die Volumenanteile der verwendeten Erdbaustoffe lassen sich durch die Ausgrabungen grob abschätzen (Abb. 3). Der Großteil wurde aus sandigem Kies und kiesigem Sand hergestellt, der in 1 bis 2 m mächtigen Schüttungen abgelagert wurde. Dieses Material ist zwar recht leicht abzugraben, besitzt aber eine mäßige Standfestigkeit und geringe Erosionsresistenz und ist daher für ein Erdbauwerk dieser Größenordnung weniger geeignet.
- 8 Daneben wurden geringe Mengen eines deutlich bindigeren, lehmigeren Materials verbaut, bei dem es sich vermutlich um den im Umfassungsgraben gewonnenen antiken Oberboden handelt. Dieser diente zur Herstellung eines im Zentrum liegenden kleinen Kernhügels (Dm: 22–30 m, H: ca. 7 m) und wurde auch für stark verfestigte Schichten von 10 bis 12 cm Stärke in der weiteren Aufschüttung und selbst im Gipfelbereich verwendet.

Volumina der architektonischen Elemente



2

Volumina der Baustoffe im Yiğma Tepe



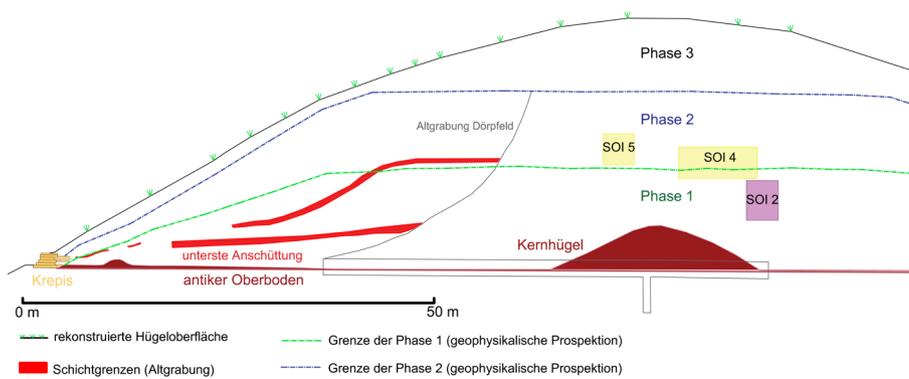
3

2 Prozentualer Vergleich der Volumina der architektonischen Elemente Schüttung, Krepis und Grabanlage verschiedener pergamenischer Tumuli. (Grafik: Matthias Meinecke)

3 Volumina (in m³) und prozentuale Verteilung der Baustoffe im Yiğma Tepe. (Grafik: Matthias Meinecke)

9 Schließlich sind bereits in den Altgrabungen drei andersartige Straten geringer Neigung von etwa 0,5 m Stärke beobachtet worden, die 3 bis 5 m und 6 bis 13 m über der antiken Oberfläche liegen und mit verschiedenen Anschüttungsphasen in Verbindung gebracht wurden (Abb. 4) [4]. Zumindest die obere Trennschicht kann vermutlich als mächtige Gerölllage angesprochen werden, die von reinem Feinkies bedeckt ist [5]. Solche Schichten sind in den neuen Ausgrabungen ebenfalls an anderen Stellen, u. a. noch im Randbereich des Gipfels angetroffen worden. Ein regelmäßiger Wechsel aus lockeren und bindigeren Materialien in fast horizontaler Lagerung, wie er auch hinter der Krepis zwischen Bauschutt- und Kiesschichten zu erkennen ist, wurde zudem in anderen Tumuli beobachtet und als intendierte Maßnahme zur Verbesserung der Stabilität der Aufschüttung, zum Schutz des Inneren vor Feuchtigkeit und zur besseren Kontrolle und Einhaltung einer regelmäßigen Hügelform interpretiert [6]. Am Yiğma Tepe könnten die Geröll- und Kieslagen überdies womöglich sogar den Abschluss einzelner Bauetappen darstellen, denn auf dem Höhenniveau des unterem Stratum befindet sich die hypothetische Grabanlage SOI 2, auf jenem der oberen Trennschicht SOI 4 und SOI 5.

10 Auch aus den Ergebnissen der geophysikalischen Prospektion ist eine Untergliederung in drei Schüttungspakete von je 10 m Stärke abzuleiten, wobei die Grenze zwischen dem untersten (Phase 1) und den oberen (Phasen 2 und 3) mit der oberen Trennschicht der Altgrabung koinzidiert. Sie unterscheiden sich deutlich in ihren physikalischen Eigenschaften, was in gleicher Weise auch im geologischen Untergrund des Tumulus beobachtet wurde. Hier überlagern sich vermutlich zwei Schwemmfächer und jener in der südlichen Hälfte des Tumulus ist ähnlich der untersten Aufschüttungsphase. In den Ausgrabungen hingegen konnten in Phase 1 lediglich ein etwas höherer Schluffanteil, mehr Grobsand und stärker verwitterte Gesteinspartikel erkannt werden. Dennoch ließe sich die Hypothese formulieren, dass das Material zunächst im südlichen und danach im nördlichen Teil des späteren Umfassungsgraben abgebaut wurde. Somit wäre der regelmäßige Wechsel verschiedener Bodenarten enorm vereinfacht worden.



4 Profilskizze durch den westlichen Teil des Yiğma Tepe auf Grundlage der Dokumentation der Altgrabung (Dörpfeld 1910, 389 Abb. 9) mit ergänzten interpolierten Schichten der geophysikalischen Prospektion. (Grafik: Matthias Meinecke)

- 11 Die Stabilisierung und regelmäßige Formgebung war dennoch ein wichtiges Anliegen der Errichtenden des Tumulus, wie locker gesetzte Steinreihen aus Flusskieseln in radialer und konzentrischer Ausrichtung belegen, die sich durch die gesamte Aufschüttung ziehen. Sie treten in regelmäßigen Abständen von etwa 1 bis 2 m auf und sind in 0,5 bis 1,3 m hohe Segmente gegliedert, die auf einem Höhengniveau alle meist in dieselbe Richtung geneigt sind, auf dem darüberliegenden jedoch in umgekehrte Richtung, aber stets die Flucht beibehalten. Sie könnten die in verschiedenen Baustufen vorherrschenden, sich abwechselnden Schüttungsrichtungen belegen und zu einer besseren Verzahnung der Segmente beigetragen haben. Womöglich zeigen sie auch eine Segmentierung des Arbeitsprozesses und die Anwesenheit verschiedener Bautrupps an, wie Herodot (Hdt. 1, 93, 2–3) für den sog. Alyattes-Tumulus berichtet. Jener soll von den Händlern, Handwerkern und jungen Mädchen errichtet und die Arbeitsleistungen der drei Fraktionen auf den auf dem Gipfel aufgestellten Semata für die Nachwelt dokumentiert worden sein.

Die Erdschüttung als mühsame, jahrelange Plackerei?

- 12 Damit stellt sich zugleich die Frage nach dem Arbeitsaufwand, der Zahl der Arbeitskräfte und der Errichtungsdauer. Da beim Yiğma Tepe, wie bei fast allen Tumuli, weder schriftliche Quellen noch archäologische Indizien die Bauzeit genauer beleuchten können, sind wir auf Schätzungen angewiesen, die unter dem Begriff der antiken Bauökonomie subsummiert werden können und etwa 20 Jahre nach DeLaines grundlegender Arbeit als eigenes Forschungsfeld gelten dürfen [7]. Dabei werden die Monumente zunächst nach materialspezifischen, konstruktiven oder chronologischen Einheiten untergliedert, die für ihren Bau relevanten Arbeitsschritte identifiziert und die entsprechenden Volumina rekonstruiert. Durch Verrechnung mit Arbeitsraten aus historischen, ethnographischen oder archäologisch-experimentellen Kontexten können dann entsprechende Zeitwerte, meist Personenstunden oder -tage (PH, PD) pro Bauschritt ermittelt werden. Oft wird dabei auf das Handbuch von Giovanni Pegoretti [8] zurückgegriffen, da sich seine Angaben im Vergleich mit anderen Analogiequellen als plausibel herausgestellt haben [9].

| Einheit | Prozess | Arbeitsschritt | Volumen/Fläche | Gewicht | Rate | Nachweis Pegoretti | PH | Bemerkungen |
|---|----------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|---|
| Bauplatz | Bereinigung | Rohdung | 80.000 m ² | | 0,25 PH/m ² | 1863, 107 | 20.000 | |
| Krepis | Fundamentgraben herstellen | Ausheben | 1100 m ³ | | 0,6 PH/m ³ | 1863, 42 | 660 | |
| | | Material Be- und Entladen | 1000 m ³ | | 1,15 PH/m ³ | 1863, 157 | 1150 | nur ein Teil abtransportiert |
| | | Transport Ebene 8 m | 1000 m ³ | 1500 t | 0,003552 PH / 0,05 t | 1863, 158 | 107 | 0,000444h x 8 m |
| | Abbau | Steingewinnung | 3300 m ³ | | 36 PH/m ³ | 1863, 43 | 82.800 | Dichte 2 t/m ³ |
| | Transport Wagen | Be- und Entladen | 3300 m ³ | | 3 PH/m ³ | 1863, 281 | 9900 | |
| | | Transport in Ebene 3 km | | 6600 t | 2 PH/t | 1863, 19, 25 | 13.200 | V1 = 2,6 km/h; V2 = 3,5 km/h |
| | Zurrichtung Quader | Grobzurrichtung | 2300 m ³ | | 39 PH/m ³ | 1843, 305, 330 Nr. 2 | 89.700 | |
| | | Feinzurrichtung Quader | 17.083 m ² | | 2,9 PH/m ² | 1843, 306, 330 Nr. 6c | 49.540 | Blockmaße 1,06 x 0,63 x 0,33 m = 0,23 m ³ = 2,5 m ² |
| | Bau der Mauer | Errichtung Mauer | 2300 m ³ | | 31,56 PH/m ³ | 1864, 99 | 72.583 | 5,5 + 0,165 x (2,3-1) + 0,1 / (2 x 2,15) = 5,74h x 5,5 Personen |
| | Oberflächenbearbeitung | Glätten Ansichtseite | Glätten Ansichtseite | 1200 m ² | | 5 PH/m ² | 1843, 309 Nr. 14a | 6000 |
| Ausarbeitung Rundstab | | | 170 m ² | | 5,03 PH/m ² | 1843, 306, 331 Nr. 6g | 604 | 0,34 x 498 m |
| Glättung Rundstab | | | 170 m ² | | 6,25 PH/m ² | 1843 309 14b | 1063 | |
| Aufwand Lehrling bei Steinbearbeitung (25 % des Steinmetzaufwandes) | | | | | | 1864, 50 | 36.727 | |
| Aufsicht 10 % | | | | | | | 34.992 | |
| Summe | | | | | | | 399.026 | |

Tab. 1

| Einheit | Prozess/Material | Arbeitsschritt | Volumen/Fläche | Gewicht | Rate | Nachweis Pegoretti | PH | Bemerkungen | |
|--------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------|--|--|
| Schüttung | Lehm | Abgraben | 18.400 m ³ | | 0,6 PH/m ³ | 1863, 42 | 11.040 | Volumenerhöhung 15 % (Verdichtung) | |
| | | Korb Be- und Entladen | 21.700 m ³ | | 1,15 PH/m ³ | 1863, 157 | 24.969 | Volumenerhöhung 18 % | |
| | | Transport Steigung 111 m | 21.700 m ³ | 32.550 t | 0,058 PH / 0,05 t | 1863, 156 | 38.009 | 0,000526h x 111 m | |
| | Geröll | Aufschütten/ Verdichten | Aufschütten/ Verdichten | 16.000 m ³ | | 0,75 PH/m ³ | 1863, 194 | 12.000 | |
| | | | Abgraben | 117.000 m ³ | | 4 PH/m ³ | 1863, 42 | 468.000 | Volumenerhöhung 20 % |
| | | | Bahre Be- und Entladen | 140.400 m ³ | | 1,1 PH/m ³ | 1863, 158-160 | 154.440 | Volumenerhöhung 20 %, ρ = 2,2 t/m ³ |
| | Kies | Aufschütten | Transport Steigung 111 m | 140.400 m ³ | 308.880 t | 0,064 PH / 0,1 t | 1863, 158 | 196.457 | 0,000573h x 111 m |
| | | | Aufschütten | 32.000 m ³ | | 0,25 PH/m ³ | 1843, 104 | 8000 | |
| | | | Bau der Steinreihen | 85.000 m ³ | | 3,5 PH/m ³ | 1863, 204 | 297.500 | |
| | Sandiger Kies | Abgraben | Abgraben | 30.000 m ³ | | 2 PH/m ³ | 1863, 42 | 60.000 | Volumenerhöhung 15 %, ρ = 1,8 t/m ³ |
| Korb Be- und Entladen | | | 34.500 m ³ | | 1,35 PH/m ³ | 1863, 157 | 46.575 | | |
| Transport Steigung 111 m | | | 34.500 m ³ | 62.100 t | 0,058 PH / 0,05 t | 1863, 156 | 72.515 | 0,000526h x 111 m | |
| Aufschütten | | Aufschütten | 30.000 m ³ | | 0,25 PH/m ³ | 1843, 104 | 7500 | | |
| | | Abgraben | 150.000 m ³ | | 0,9 PH/m ³ | 1863, 42 | 135.000 | Volumenerhöhung 20 %, ρ = 1,7 t/m ³ | |
| | | Korb Be- und Entladen | 180.000 m ³ | | 1,15 PH/m ³ | 1863, 157 | 207.000 | | |
| Aufschütten | Transport | 180.000 m ³ | 306.000 t | 0,058 PH / 0,05t | 1863, 156 | 357.322 | 0,000526h x 111 m | | |
| | Aufschütten | 150.000 m ³ | | 0,25 PH/m ³ | 1843, 104 | 37.500 | | | |
| Aufsicht 10 % | | | | | | | 213.383 | | |
| Summe | | | | | | | 2.347.210 | | |

Tab. 2

Tab. 1 Aufwandsschätzung für Bauplatzvorbereitung und Bau der Krepis am Yğma Tepe. (Tabelle: Matthias Meinecke)

Tab. 2 Aufwandsschätzung für den Bau der Aufschüttung des Yğma Tepe aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Baumaterialien. (Tabelle: Matthias Meinecke)

13 Während solche Analysen bereits für zahlreiche andere antike Steinbauwerke und insbesondere Stadtmauern des mediterranen Raums durchgeführt wurden, fehlen sie für die dortigen Tumuli mit Ausnahme der mykenischen Tholosgräber völlig. Dabei geht aus Schriftquellen der klassischen Epoche hervor, dass nicht die Dimensionen der Schüttung, sondern die für sie eingesetzte Arbeitskraft und -zeit entscheidend für die Bewertung der Angemessenheit eines Grabhügels war. So gibt Platon (Plat. leg. 12, 958 d) an, dass die Erde nur so hoch aufgeschüttet werden soll, wie es fünf Männer in fünf Tagen vermögen. Eine ähnliche Beschränkung der Arbeit für ein Grabmal auf die Leistung von zehn Mann in drei Tagen überliefert Cicero (Cic. leg. 2, 64–66) für Athen. Diese Angaben verdeutlichen, wie fruchtbar bauökonomische Analysen für Tumuli sein können.

14 Dafür ist vor allem eine genaue Bestimmung der verwendeten Erdbaustoffe entscheidend. So zeigt bereits ein Blick in die detaillierten Aufstellungen für Erdarbeiten bei Pegoretti, dass sich im gleichen Zeitraum fast sechsmal so viel Oberboden lösen lässt wie großformatiges Flussgeröll. Darüber hinaus wirkt sich die Bodenart auch auf den Transportaufwand aus, da sich einerseits die Dichte und damit die Gewichte erheblich unterscheiden und andererseits beim Abgraben eine differierende Volumenvergrößerung auftritt. Diese beträgt bei Sand 10 bis 20 % und bei Grobkies sowie Geröll bis zu 35 % und reduziert sich nach der Ablagerung wieder auf etwa 1 bis 2 % bzw. 10 % gegenüber dem Ausgangsvolumen, sodass beim Bau mehr transportiert werden musste, als letztendlich heute noch im Befund nachweisbar ist (Tab. 1. 2).

15 Der Yğma Tepe bietet wegen der genauen Bestimmung der Materialien gute Voraussetzungen für eine solche Analyse, auch wenn eine gesicherte Grabanlage fehlt. SOI 2 kann aber als Grabanlage nach anderen Grabbefunden aus Pergamon modelliert werden, sodass eine halbwegs realistische Abschätzung möglich ist (s. u.). Es wird ausschließlich auf die Arbeitsraten von Pegoretti zurückgegriffen, weil die Kohärenz für den Vergleich des Aufwandes für verschiedene Bauaufgaben bzw. Materialien entscheidend ist. Nichtsdestotrotz ist die Verwendung einer einzigen Analogiequelle problematisch, jedoch sollten solche Schätzungen ohnehin wegen

| Einheit | Prozess | Arbeitsschritt | Volumen/ Fläche | Gewicht | Rate | Nachweis Pegoretti | PH | Bemerkungen | |
|---|---|--------------------------------|---|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------|--|---|
| Grabanlage SOI 2 | Abbau | Steingewinnung | 109 m ³ | | 70 PH/m ³ | 1863, 43 | 7630 | $\rho = 2,6 \text{ t/m}^3$ | |
| | | Zurichtung Quader | Grobzurichtung Mauersteine | 109 m ³ | | 224 PH/m ³ | 1843, 292 Nr. 2 | 24.416 | $0,33 \times 0,52 \times 0,85 \text{ m} = 0,146 \text{ m}^3 = 1,79 \text{ m}^2$ |
| | Feinzurichtung Mauersteine | | 66 m ³ 810 m ² | | 15,8 PH/m ² | 1843, 292 6c | 12.782 | | |
| | Feinzurichtung Keilsteine | | 43 m ³ 650 m ² | | 17,9 PH/m ² | 1843, 292 | 11.635 | $0,24 \times 0,73 \times 0,52 \text{ m} = 0,09 \text{ m}^3 = 1,36 \text{ m}^2$ | |
| | Transport Wagen | Be- und Entladen | 109 m ³ | | 3 PH/m ³ | 1863, 281 | 327 | | |
| | | Transport Ebene 3 km | 109 m ³ | 283 t | 2 PH/t | 1863, 19, 25 | 567 | V1 = 2,6 km/h; V2 = 3,5 km/h | |
| | | Transport auf Tumulus 100 m | 109 m ³ | 283 t | 0,09 PH/ 0,76 t | 1863, 19, 24–25 | 34 | V1 = 1,8 km/h; V2 = 2,8 km/h bergauf; Reduktion Gewicht um 75 % durch 5 % Steigung | |
| | | genaue Anpassung der Quader | 109 m ³ 1256 m ² | | 28 PH/m ² | 1843, 293 Nr. 9 | 35.168 | Rückseiten abgezogen | |
| | Aufbau | Bau der Mauern | 66 m ³ | | 16 PH/m ³ | 1863, 471 | 1056 | | |
| | Bau Gewölbe | Bau des Gewölbes | 43 m ³ | | 40 PH/m ³ | 1863, 471 | 1720 | | |
| | Abgraben Verfüllungserde | | 191 m ³ | | 0,6 PH/m ³ | 1863, 42 | 115 | | |
| | Oberflächenbearbeitung | Abschlusskorrekturen Wand | | 90 m ² | | 6,6 PH/m ² | 1843, 294 Nr. 13a | 594 | |
| | | | Abschlusskorrekturen Gewölbe | 62,5 m ² | | 13,5 PH/m ² | 1843, 294 Nr. 13b | 844 | |
| | | Glättung Mauersteine Innen | 90 m ² | | 14 PH/m ² | 1843, 295 Nr. 14a | 1260 | | |
| | | Randschlag Gewölbe | 930 m | | 0,84 PH/m | 1843, 294 Nr. 12 | 781 | | |
| | Aufwand Lehrling bei Steinbearbeitung (25 % des Steinmetzaufwandes) | | | | | | 1864, 50 | 22.564 | |
| | Aufsicht 10 % | | | | | | | 9893 | |
| Summe | | | | | | | 131.386 | | |
| Gesamtaufwand für den Tumulusbau | | | | | | | 2.897.622 | | |
| davon spezialisierte Arbeiten | | | | | | | 58.0721 | | |
| davon Hilfsarbeiten | | | | | | | 2.316.901 | | |

Tab. 3 Aufwandsschätzung für den Bau der hypothetischen Grabanlage SOI 2 des Yiğma Tepe sowie Gesamtaufwand für den Tumulusbau mit Aufschlüsselung nach spezialisierten Arbeiten und Hilfsarbeiten. (Tabelle: Matthias Meinecke)

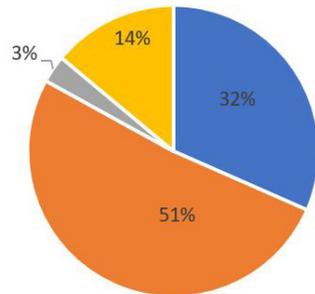
Unsicherheiten bei der Rekonstruktion, der Nutzung von meist kulturell und chronologisch weit entfernten Vergleichswerten und der zahlreichen die Produktivität beeinflussenden Faktoren wie die verwendeten Werkzeuge, Klima sowie Ernährungszustand, Motivation und Ausdauer der Arbeitenden nur als grobe Annäherungen verstanden werden.

16 Aufgrund der überwiegend horizontal aufgebauten Schüttung, der bereits die komplette Fläche des späteren Tumulus abdeckenden Baustufe Phase 1 sowie dem Fehlen archäologischer Indizien für eine Mehrphasigkeit, wird hier von einem Bau ohne größere zeitliche Unterbrechungen ausgegangen und der Aufwand auch für den gesamten Hügel und nicht für die einzelnen Bauetappen kalkuliert.

17 Es wird deutlich, dass für die Gewinnung der großen Gerölle für Zwischenschichten und Steinreihen mehr als dreimal so viel Zeit aufgewendet werden musste, wie für den sandigen Kies, obwohl dieser einen deutlich höheren Anteil an der Schüttung hat (Tab. 3). Obwohl am Yiğma Tepe keine Schüttungslinsen beobachtet werden konnten, wird aufgrund von Befunden aus anderen Tumuli davon ausgegangen, dass der Erdtransport mit Körben oder Tragesäcken oder bei großen Geröllen wegen der Gewichte durch Holzbahren erfolgte, auch weil größere Steigungen zu überwinden waren. Darüber hinaus zeigen ethnographische Studien die hohe Effektivität des händischen Erdtransports. Dabei können jeweils Gewichte von 20 bis 67 kg pro Person getragen werden, hier wurde mit 50 kg kalkuliert.

18 Großen Einfluss auf die Arbeitsleistung hat die Transportdistanz, aber noch stärker die zu überwindende Steigung. Dabei findet sich bei Pegoretti neben der bekannten Formel zur Ermittlung der Zeit für den Transport mittels Körben in der Ebene (0,000444 h pro m, Hin- und Rückweg) auch eine mit einem um etwa 19 % höheren Faktor (0,000526 h pro m), wenn die Last bergauf getragen werden muss. Empirische ethnographische Untersuchungen zeigen aber, dass sich bei 10 % Steigung die Transportzeit bereits um min. 20 % erhöht, bei 20 % um 56 % [10]. Am Yiğma Tepe beträgt der größte Höhenunterschied zwischen Grabensohle und Hügelspitze 45 m, im Mittel musste zwischen den Massezentren beider Körper eine Distanz von 111 m

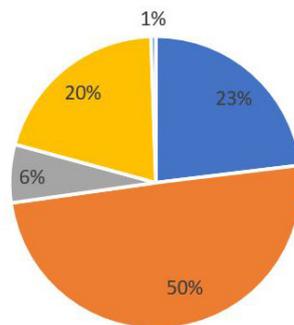
Aufwand für Schüttung



■ Materialgewinnung ■ Transport ■ Aufschüttung/Verdichtung ■ Bau der Steinreihen

5

Aufwand für Krepisbau



■ Steingewinnung ■ Steinbearbeitung ■ Transport ■ Aufbau ■ Fundamentgraben

6

5 Prozentuale Verteilung des Arbeitsaufwandes für die verschiedenen Bauaufgaben beim Aufschütten des Yiğma Tepe. (Grafik: Matthias Meinecke)

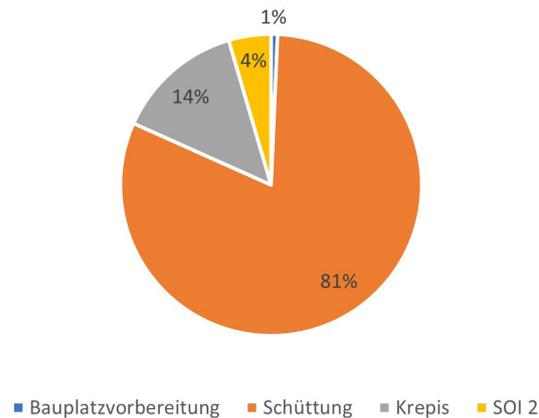
6 Prozentuale Verteilung des Arbeitsaufwandes für die verschiedenen Bauaufgaben bei der Errichtung der Krepis des Yiğma Tepe. (Grafik: Matthias Meinecke)

mit einer Steigung von ca. 14 % überwunden werden. Insofern ist der ermittelte Transportaufwand sogar noch als konservative Schätzung anzusehen, obwohl er mit 51 % den größten Posten beim Bau der Schüttung darstellt (Abb. 5). Auch für das eigentliche Anschütten und Verdichten ergeben Pegoretis Vergleichswerte nur einen recht niedrigen Aufwand, der tatsächlich zumindest für einige Hügelbereiche höher gewesen sein mag. Demgegenüber wurde er für die doch eher recht flüchtig und zügig errichteten Steinreihen in Ermangelung guter Vergleichswerte bei Pegoretti großzügig bemessen und macht knapp 14 % der Arbeitszeit für die Schüttung aus.

19 Für den Bau der Krepis sind die Arbeitsprozesse Steingewinnung, Transport, Steinbearbeitung, das Ausheben des niedrigen Fundamentgrabens und der Mauerbau zu beachten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass über die dokumentierten Bauschuttschichten die Zurichtung der Mauerquader vor Ort belegt ist und fast 44 % des späteren Mauervolumens, d. h. knapp 1000 m³ hier deponiert wurden, sodass deutlich mehr Steinmaterial vom Steinbruch vermutlich mit Ochsenkarren herangefahren werden musste, als letztendlich in der Mauer verbaut wurde. Dieser erstaunliche Mehraufwand erklärt sich jedoch dadurch, dass der Tuff im bergfrischen, nassen Zustand deutlich leichter bearbeitet werden kann, aber auch bruchempfindlich und weich ist.

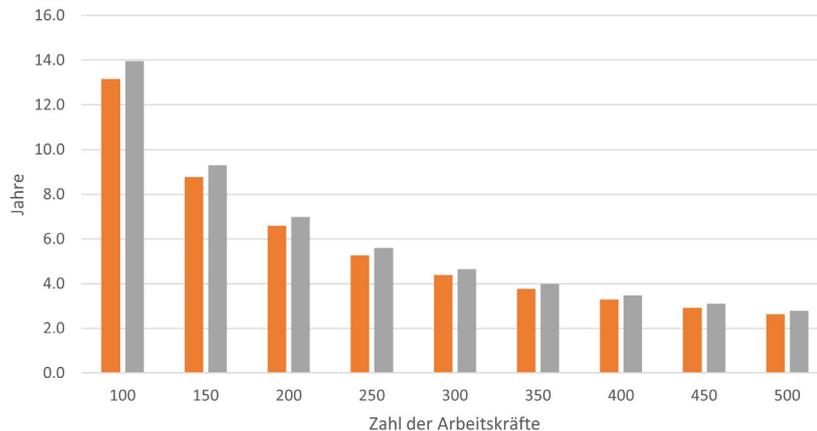
20 Die genaue Lage des Steinbruchs ist unklar, allerdings steht Tuff in einer nordwestlich gelegenen Lahar-Formation an, die nördlich des Asklepieions vermutlich schon in der Antike ausgebeutet wurde [11]. Geochemische Analysen aus der weiteren Umgebung haben grundsätzlich eine Übereinstimmung zum Tuff des Yiğma Tepe gezeigt, sodass mit einer Strecke von etwa 3 km gerechnet werden kann. Insofern waren für die Rohquader mit bis zu 2 m Länge und einer Dichte im feuchten Zustand von etwa 2 t/m³ erhebliche Gewichte bis etwa 0,8 t/Block zu bewältigen gewesen, wobei das Ladegewicht mit etwa 1 t pro Fuhre veranschlagt wird. Im direkten Vergleich der Bauaufgaben (Abb. 6) zeigt sich dann aber, dass der Transport inkl. Be- und Entladen trotzdem nur 6 % des Aufwandes ausmacht und der Großteil der Arbeitskraft durch die Steinbearbeitung, gefolgt von der Steingewinnung und dem eigentlichen Mauerbau absorbiert werden würde.

Arbeitsaufwand nach Einheiten



7

Hypothetische Bauzeit des Yiğma Tepe



8

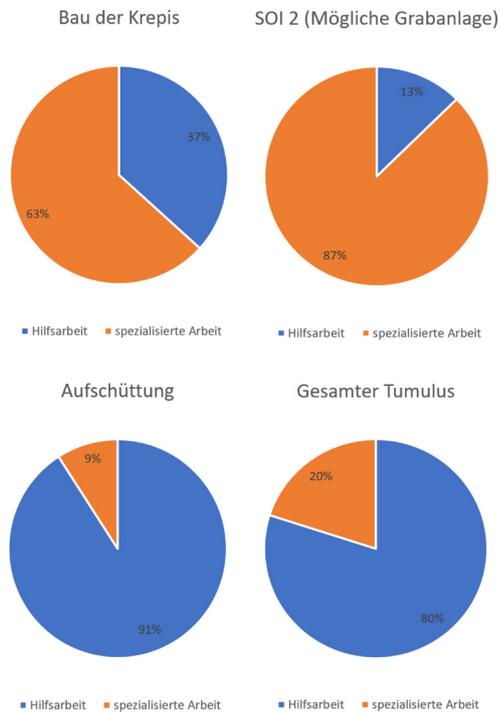
7 Prozentuale Verteilung des Arbeitsaufwandes für die Errichtung des gesamten Tumulus Yiğma Tepe. (Grafik: Matthias Meinecke)

8 Mögliche Bauzeit des Yiğma Tepe in Abhängigkeit von der Anzahl der Arbeitskräfte und der Berücksichtigung von SOI 2 (orange) bzw. SOI 2, 4 und 5 (grau) als hypothetische Grabanlage(n). (Grafik: Matthias Meinecke)

21 Die hypothetische Grabanlage SOI 2 wurde aufgrund ihrer Dimensionen analog zu jener im Seç Tepe in Dromos, Vorkammer und Hauptkammer gegliedert, zur Vereinfachung besitzt der Dromos dieselben Maße wie die Kammer. Als direktes Vorbild diente dann die Anlage im Ilyastepe-Tumulus [12]. Dementsprechend wurden ein Keilsteingewölbe sowie gleiche Blockmaße und eine sehr elaborierte Steinbearbeitung mit Glättung der Mauersteine im Inneren und Randschlag im Gewölbe angenommen. Als Baumaterial wird Andesit vermutet, da es auch in diesen beiden Anlagen verbaut wurde. Somit ergäbe sich ein Steinvolumen von etwa 109 m³. Die Herkunft des Baumaterials ist hier noch deutlich schwieriger zu bestimmen. Abbauspuren in 1,5–2,5 km Luftlinie konnten noch nicht genauer datiert werden, sodass hier ebenfalls mit 3 km gerechnet wird, wobei wie beim Ilyastepe-Tumulus von einer Zurichtung der Blöcke im Steinbruch ausgegangen wird. Zum Transport auf die untere Aufschüttung diene vielleicht die erwähnte Rampe, die ggf. den Einsatz von Wagen zuließ. Für die Steinbearbeitung generiert der Rückgriff auf Pegorettis Werk hohe Werte, überdies mussten Angaben zu weichem Granit verwendet werden, weil Andesit in seiner Aufstellung fehlt. Darüber hinaus sind aufgrund des sehr qualitätvollen Baus im Ilyastepe-Tumulus und mit Blick auf eine großzügige Bemessung recht viele Arbeitsschritte berücksichtigt worden, die ggf. nicht alle nötig waren.

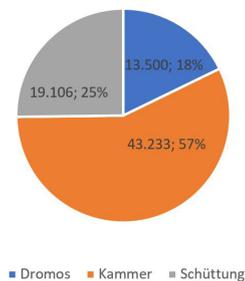
22 Die Schätzungen ergeben für den gewaltigen Yiğma Tepe einen hypothetischen Bauaufwand von 0,29 bis 0,31 Mio. PD (10 h-Arbeitstag), je nach Berücksichtigung der SOI 4 und 5. Davon entfallen mehr als 75 % bzw. 0,23 Mio. PD nur auf die Schüttung (Abb. 7). Für die Krepis mussten hingegen nur etwa 13 % aufgewendet werden, für SOI 2 gar nur 4 %. Würde man SOI 4 und 5 als in gleicher Weise gebaute Anlagen hinzurechnen, so erhöht sich der Anteil auf 10 %. Insofern entfällt ein Viertel des Aufwandes auf die Steinarchitekturen.

23 Die insgesamt 0,3 Mio. PD entsprechen bei einer, DeLaine folgend, angenommenen jährlichen Arbeitsleistung von 220 Tagen 1300 bis 1400 Personenjahre [13]. Eine einfache Rechnung zeigt, dass schon mit 250 bis 350 Arbeitskräften eine relativ kurze Bauzeit von 4 bis 5 Jahren möglich gewesen wäre (Abb. 8). Sie könnte sich womöglich in den eingangs erwähnten vier



9

Arbeitsaufwand für Ilyastepe Tumulus



10

9 Verteilung der spezialisierten Arbeit und Hilfsarbeiten beim Bau des Yiğma Tepe für die Krepis, die hypothetische Grabanlage SOI 2, die Aufschüttung und für den Bau des gesamten Tumulus. (Grafik: Matthias Meinecke)

10 Prozentuale Verteilung des Arbeitsaufwandes für die Errichtung des Tumulus auf dem Ilyastepe mit Angabe der PH pro Einheit. (Grafik: Matthias Meinecke)

Bauetappen widerspiegeln, wobei die Gerölllagen vielleicht jeweils ihren Abschluss markieren. Für die unterste Schüttung, die etwa 17 % des gesamten Hügels ausmacht, wären rund 40.000 PD nötig gewesen, sodass etwa 180 Personen den Bau in einem Jahr hätten realisieren können. Mit der gleichen Anzahl wäre zudem die Errichtung der Krepis in einem Jahr möglich gewesen, dabei fielen aber knapp 30 % der Arbeiten *offsite* im Steinbruch und beim Transport an. Für den Bau von Phase 1, Krepis und SOI 2 wäre schon knapp über die Hälfte der gesamten Arbeitszeit (0,15 Mio. PD) benötigt worden.

24 Betrachtet man das Verhältnis von spezialisierter Arbeit und Hilfsarbeit, so wird deutlich, dass 80 % des Baus durch einfache Arbeitskräfte hätten hergestellt werden können (Abb. 9). Bei der Schüttung sind nur etwa 9 % spezialisierte Arbeit bei der Planung und Beaufsichtigung der Arbeiten nötig gewesen. Demgegenüber entfielen bei der Krepis über 60 %, bei der möglichen Grabanlage sogar fast 90 % auf spezialisierte Handwerker. Während für einen Kubikmeter Schüttung ca. 8 PH aufgewendet werden müssen, wären es für Krepis und SOI 2 173 bis 1200 PH. Selbst bei der Berücksichtigung der Unterschätzung des Transportaufwandes für Erde und der Überschätzung der Steinarbeit aufgrund des Rückgriffs auf Pegoretti ist dies ein eindrucksvoller Unterschied.

25 Eine Vergleichsrechnung am deutlich kleineren Ilyastepe-Tumulus zeigt folglich ein umgekehrtes Verhältnis, Kammer und Dromos machen nun 75 % des Arbeitsaufwandes aus, die im direkten Vergleich deutlich größere Schüttung nur 25 % (Abb. 10). Dies liegt auch daran, dass der Hügel wahrscheinlich nur aus von der Oberfläche in der Nähe abgesammelten Basalt- und Andesitbrocken hergestellt wurde. Insgesamt wären für seinen Bau nur etwa 8000 PD nötig, sodass er von 50 Arbeitenden in 160 Tagen errichtet worden sein könnte. Dies sind nur knapp 3 % des Aufwandes für den Yiğma Tepe, wobei er nur 0,8 % seines Volumens entspricht. Neben den enormen Unterschieden in der Größe der beiden Bauprojekte zeigt dies, dass gerade bei kleinen Tumuli wegen der aufwendigen Steinbearbeitung die Schüttung nicht immer auch die meiste Arbeitskraft absorbieren muss.

- 26 Die hier vorgestellten Schätzungen belegen, dass der Aufwand für Erdbewegungen nicht überschätzt werden darf, wie bereits erste Überschlagsrechnungen für hallstattzeitliche Grabhügel des Alpenraums (7. Jh. v. Chr.) gezeigt haben [14]. Erdschüttungen sind ein wenig zeitaufwendiges und kostengünstiges Mittel, um ein dauerhaftes und visuell sehr eindrucksvolles Grabdenkmal zu schaffen, da fast das gesamte Baumaterial am Ort gewonnen werden kann. Ein Steinbau vergleichbaren Volumens wäre deutlich arbeits- und kostenintensiver. Zudem konnten für den Bau von Tumuli große Personenkreise, die über kein besonderes Bauwissen verfügten, herangezogen werden.
- 27 Auch wenn die Bauzeit nicht zu hoch angesetzt werden darf, so ist sie natürlich im Vergleich zu einfacher Wohnarchitektur viel größer. So wurde für frühhellenistische Wohnhäuser (*oika theta*) von Salamis eine Mindestbauzeit von 460 PD ermittelt [15], sodass schon für den Ilyastepe-Tumulus fast das Zwanzigfache aufgewendet werden musste, für den Yiğma Tepe hingegen mehr als das Sechshundertfache. Der Bauaufwand für diesen Tumulus ist enorm, vor allem wenn man bedenkt, dass für den Bau der Servianischen Stadtmauer Roms mit 11 km Länge, 4,5 Mio. m³ bewegter Erde und 411.000 m³ verbautem Tuff eine konservative Schätzung etwa 6,8 Mio. PD [16] ergab, was nur etwas mehr als das Zwanzigfache des Aufwands für den Yiğma Tepe ist.

Danksagung

- 28 An dieser Stelle möchte ich dem gesamten Team der Pergamongrabung, vor allem ihrem Leiter Felix Pirson sowie den Mitarbeitenden der geophysikalischen Prospektionen der Universitäten Kiel und Kocaeli herzlich danken. Insbesondere danke ich Rebekka Mecking für die Volumenrekonstruktion des Hügel und der einzelnen Phasen, die eine unverzichtbare Grundlage für die hier vorgestellten Schätzungen darstellt. Besonderer Dank gilt der Abteilung Istanbul des DAI für die finanzielle Förderung des Vorhabens im Rahmen eines fünfmonatigen Forschungsstipendiums.

Literatur

[Barker – Russell 2012](#) [↗]

S. Barker – B. Russell, Labour Figures for Roman Stone-Working: Pitfalls and Potential, in: S. Camporeale – H. Dessales – A. Pizzo (Hrsg.), *Arqueología de la Construcción III. Los Procesos Constructivos en el Mundo Romano: la Economía de las Obras*, *Anejos de Archivo Español de Arqueología* 64 (Madrid 2012) 83–94

[Bernard 2018](#) [↗]

S. Bernard, *Building Mid-Republican Rome: Labor, Architecture, and the Urban Economy* (Oxford 2018)

[DeLaine 1997](#) [↗]

J. DeLaine, *The Baths of Caracalla: a Study in the Design, Construction, and Economics of Large-Scale Building Projects in Imperial Rome*, *JRA Suppl.* 25 (Portsmouth 1997)

Dörpfeld 1910

W. Dörpfeld, *Die Arbeiten zu Pergamon 1908–1909. I. Die Bauwerke*, *AM* 35, 1910, 346–400

[Eggert 1988](#) [↗]

M. K. H. Eggert, *Riesentumuli und Sozialorganisation: Vergleichende Betrachtungen zu den sogenannten Fürstenhügeln der späten Hallstattzeit*, *AKorrBl* 18, 1988, 263–274

International Labour Office 1963

International Labour Office (Hrsg.), *Men Who Move Mountains. An Account of a Research Project Concerned with Manual Methods of Earthmoving* (1963)

Mania 2021

U. Mania, *Der Survey im Umfeld des Asklepieions*, in: F. Pirson, *Pergamon – Die Arbeiten in der Kampagne 2020*, *AA* 2021/2, 249–258 (§ 35–54)

[Mecking u. a. 2020](#) ↗

R. Mecking – M. Meinecke – E. Erkul – B. Driehaus – A. Bolten – F. Pirson – W. Rabbel, The Yiğma Tepe of Pergamon: Stratigraphic Construction of a Monumental Tumulus from Seismic Refraction Measurements, *Archaeological Prospection* 27/2, 2020, 73–105

Mecking u. a. 2021

R. Mecking – M. Meinecke – E. Erkul – F. Pirson – W. Rabbel, The Yiğma Tepe of Pergamon: Internal Construction of a Monumental Tumulus from Shear Wave Reflection Sounding and Wavefield Modelling, *Archaeological Prospection* 28/2, 2021, 221–249

Meinecke 2018a

M. Meinecke, Ausgrabungen am Tumulus Yiğma Tepe, in: F. Pirson, Pergamon – Bericht über die Arbeiten in der Kampagne 2017, *AA* 2018/2, 128–136

Meinecke 2018b

M. Meinecke, Überlegungen zur Konstruktionsweise und zum Bauablauf am Yiğma Tepe, in: F. Pirson, Pergamon – Bericht über die Arbeiten in der Kampagne 2017, *AA* 2018/2, 142–147

Meinecke 2020

M. Meinecke, Ausgrabungen am Tumulus Yiğma Tepe, in: F. Pirson, Pergamon – Das neue Forschungsprogramm und die Arbeiten in der Kampagne 2019, *AA* 2020/2, 186–188 (§ 80–83)

[Pakkanen 2021](#) ↗

J. Pakkanen, Building Big and Greek Classical and Hellenistic houses? Estimating Total Costs of Private Housing in Attica, in: J. Pakkanen – A. Brysbaert (Hrsg.), *Building BIG- Constructing Economies: from Design to Long-Term Impact of Large-Scale Building Projects: Panel 3.6. Archaeology and Economy in the Ancient World – Proceedings of the 19th International Congress of Classical Archaeology Cologne/Bonn 22–26 May 2018* 10 (Heidelberg 2021) 59–75

Pegoretti 1863–1864

G. Pegoretti, *Manuale Pratico per l'Estimazione dei Lavori Architettonici, Stradali, Idraulici e di Fortificazione. Per Uso degli Ingegneri ed Architetti* (Milano 1863–1864)

[Pirson u. a. 2011](#) ↗

F. Pirson – S. Japp – U. Kelp – J. Nováček – M. P. Schultz – V. Stappmanns – W.-R. Teegen – A. Wirsching, Der Tumulus auf dem İlyastepe und die pergamenischen Grabhügel, *IstMitt* 61, 2011, 117–203

[Vokotopoulou 1990](#) ↗

I. Vokotopoulou, Οι ταφικοί τυμβοί της Αιωνείας, *Dēmosieumata tou Archaio-logikou deltiou* 41 (Athen 1990)

Endnoten

- [1] Mecking u. a. 2020. Die Ausgrabungen wurden vom DAI Istanbul im Rahmen des von der DFG und der ANR geförderten Projekts NekroPergEol (Felix Pirson, Stéphane Verger) durchgeführt.
- [2] Meinecke 2018a, 129–136.
- [3] Mecking u. a. 2021.
- [4] Meinecke 2018b, 142–147.
- [5] Meinecke 2020.
- [6] Vokotopoulou 1990, 15–16. 131.
- [7] DeLaine 1997.
- [8] Pegoretti 1863–1864.
- [9] DeLaine 1997, 104–107; Barker – Russell 2012, 91–94.
- [10] International Labour Office 1963, 49 Tab. 4.
- [11] Mania 2021, 257; 250 Abb. 23 mit Nr. 4. 8 und 9.
- [12] Pirson u. a. 2011.
- [13] DeLaine 1997, 105.
- [14] Eggert 1988.
- [15] Pakkanen 2021.
- [16] Bernard 2018, 90–98.



Autor

Matthias Meinecke, M.A.
Universität Leipzig, Professur für Ur- und Frühgeschichte
Ritterstraße 14
04109 Leipzig
Deutschland
matthias.meinecke@uni-leipzig.de
ORCID-ID: <https://orcid.org/0009-0003-7017-7194> ↗
ROR: <https://ror.org/03s7gtk40> ↗

Metadaten

Title/*title*: Pergamon, Türkei. Ein großer Berg Arbeit? Konstruktionsprinzipien und Aufwand beim Bau des Yiğma Tepe. Die Forschungsarbeiten von August bis Dezember 2022
Band/*issue*: e-Forschungsberichte 2023-2

Bitte zitieren Sie diesen Beitrag folgenderweise/*Please cite the article as follows*: M. Meinecke, Pergamon, Türkei. Ein großer Berg Arbeit? Konstruktionsprinzipien und Aufwand beim Bau des Yiğma Tepe. Die Forschungsarbeiten von August bis Dezember 2022, eDAI-F 2023-2, § 1–28, <https://doi.org/10.34780/bd1o-8b54>

Copyright: CC-BY-NC-ND 4.0

Online veröffentlicht am/*Online published on*: Datum 23.12.2023
DOI: <https://doi.org/10.34780/bd1o-8b54>

Schlagworte/*keywords*: Antike Bauökonomie, Baumaterialien, Bauweisen, Hellenismus, Hügelgräber-Kultur, Pergamon, Tumuli/*Ancient building economy, building material, construction methods, Hellenism, Pergamon, tumuli*

Bibliographischer Datensatz/*Bibliographic reference*: <https://zenon.dainst.org/Record/003057288>