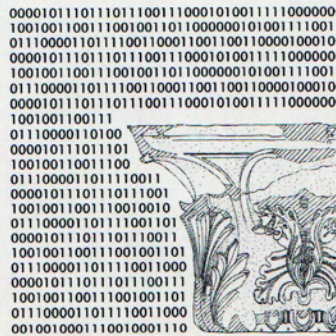


Modellieren, Strukturieren, Präsentieren

## VON HANDAUFMASS BIS HIGH TECH II

Informationssysteme in der historischen Bauforschung



Interdisziplinäres Kolloquium vom 23.–26. Februar 2005  
veranstaltet von den Lehrstühlen für Baugeschichte und für Vermessungskunde der  
Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus

Herausgegeben von  
Alexandra Riedel, Katja Heine und Frank Henze



VERLAG PHILIPP VON ZABERN · MAINZ AM RHEIN

# VISUALISIERUNG ARCHÄOLOGISCHER BEFUNDE MITTELS EINES GEOGRAFISCHEN INFORMATIONSSYSTEMS AM PROJEKT TALL BAZI

Berthold Einwag – Adelheid Otto – Thomas Bach – Astrid Fichtinger – Manfred Stephani



Abb. 1: Tall Bazi in Nordsyrien, Lage des Ausgrabungsortes

Modernes Datenmanagement und effiziente Datenverarbeitung stellen heute eine besondere Herausforderung dar, die mittels einer Fülle neuer, sich ständig wandelnder und weiterentwickelnder Möglichkeiten bewältigt werden kann. Das zur Verfügung stehende Instrumentarium scheint schier unbegrenzt – ob archäologische Ausgrabung oder historische Bauaufnahme – und es wird wichtiger denn je, für die jeweilige Fragestellung die geeignete Methode zu wählen.

Damit der Vorteil einer effizienten Datenverarbeitung, insbesondere die Zeitersparnis, nicht durch unverhältnismäßigen Aufwand bei der Implementierung neuer Verfahren wieder zunichte gemacht wird, bedarf es einer sorgfältigen Vorbereitung des Werkzeugeinsatzes, beginnend mit Vorüberlegungen bezüglich der Arbeitsweise vor Ort und der Ziele des archäologischen Projektes bis hin zur Auswahl der Software

für die Datenverarbeitung. Bei einem neu beginnenden wissenschaftlichen Forschungsprojekt würde es sich anbieten, derartige Fragen im Vorfeld zu behandeln und ein den Anforderungen entsprechendes Geografisches Informationssystem (GIS) zu entwerfen. Bei laufenden Projekten wird sich infolge der Zunahme digitaler Daten – seien es Fotos oder Anderes – die Frage stellen, wie und in welcher Weise die neuen digitalen Daten mit den älteren analogen in Einklang gebracht werden können.

Bei abgeschlossenen Projekten oder solchen, die sich in der Publikationsphase befinden, könnte es unter Umständen sinnvoll sein, vorhandene analoge Datenbestände zu digitalisieren und dadurch für weitere Anwendungen digital verfügbar zu machen.

Im Folgenden soll anhand des konkreten Beispiels, der Ausgrabung in Tall Bazi/Syrien, die Datenerfassung

und -integration in ein GIS und dessen Anwendung dargestellt werden.

#### TALL BAZI IN SYRIEN

Tall Bazi liegt im Bereich des Tishreen-Stausees, der nördlich des bereits existierenden Euphratstausees bei Tabqa das gesamte Tal bis hin zur türkischen Grenze überschwemmen soll (Abb. 1). Unter der Leitung von Berthold Einwag und Adelheid Otto führte die damalige Außenstelle Damaskus des Deutschen Archäologischen Instituts seit 1993 Rettungsgrabungen in Tall Bazi durch, die seit 1999 vom Institut für Vorderasiatische Archäologie der Ludwig-Maximilians-Universität München fortgeführt werden.<sup>1</sup> Interdisziplinäre Zusammenarbeit und der Einsatz moderner Technik nahmen in der Planung und Durchführung einen besonderen Rang ein. In Zusammenarbeit mit Manfred Stephani, Fachgebiet für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität München, sowie den studentischen Mitarbeitern Thomas Bach (Geodäsie) und Astrid Fichtinger (Geografie) u. a. entstand ein Modell für die Visualisierung von Grabungsergebnissen auf der Basis eines GIS.

Tall Bazi am Ostufer des Euphrats liegt 60 km südlich von Jerablous, der antiken Stadt Karkemisch, auf

einem weit ausgreifenden Sporn der das Euphrattal begrenzenden Höhenzüge. Die früher stark befestigte Zitadelle ragt 60 Meter hoch über dem Flusstal auf und wird dadurch nicht wie die beiden dazugehörigen Unterstädte in den Fluten des Tishreen-Stausees verschwinden (Abb. 2). An ihrem Fuß, im Norden und Westen, befinden sich zwei ausgedehnte Unterstädte. Abgesehen von einer späteren Besiedlung der strategisch günstig gelegenen Zitadelle in islamischer Zeit und in der römischen Kaiserzeit ist keine weitere Siedlungstätigkeit belegt. Jüngste Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Anlage der Zitadelle bereits in der frühen Bronzezeit (2400-2100 v. Chr.) erfolgt ist.

<sup>1</sup> Berichte über die Grabung finden sich u. a. in: EINWAG, B., OTTO, A. (1996): Tall Bazi – Vorbericht über die Untersuchungen 1994-1995. *Damaszener Mitteilungen (DaM)* 9, S. 15-45; dies. (2001/2003): Bazi 1998/1999 – Die letzten Untersuchungen in der Weststadt. *DaM* 13, S. 65-88; OTTO, A., EINWAG, B. (1996): Tall Bazi im syrischen Euphrattal. *Antike Welt* 6, S. 459-471; dies. (2004): Wettlauf mit der Zeit. *Rettungsgrabungen in Tall Bazi. Welt und Umwelt der Bibel* 1/2004, S. 64-69.

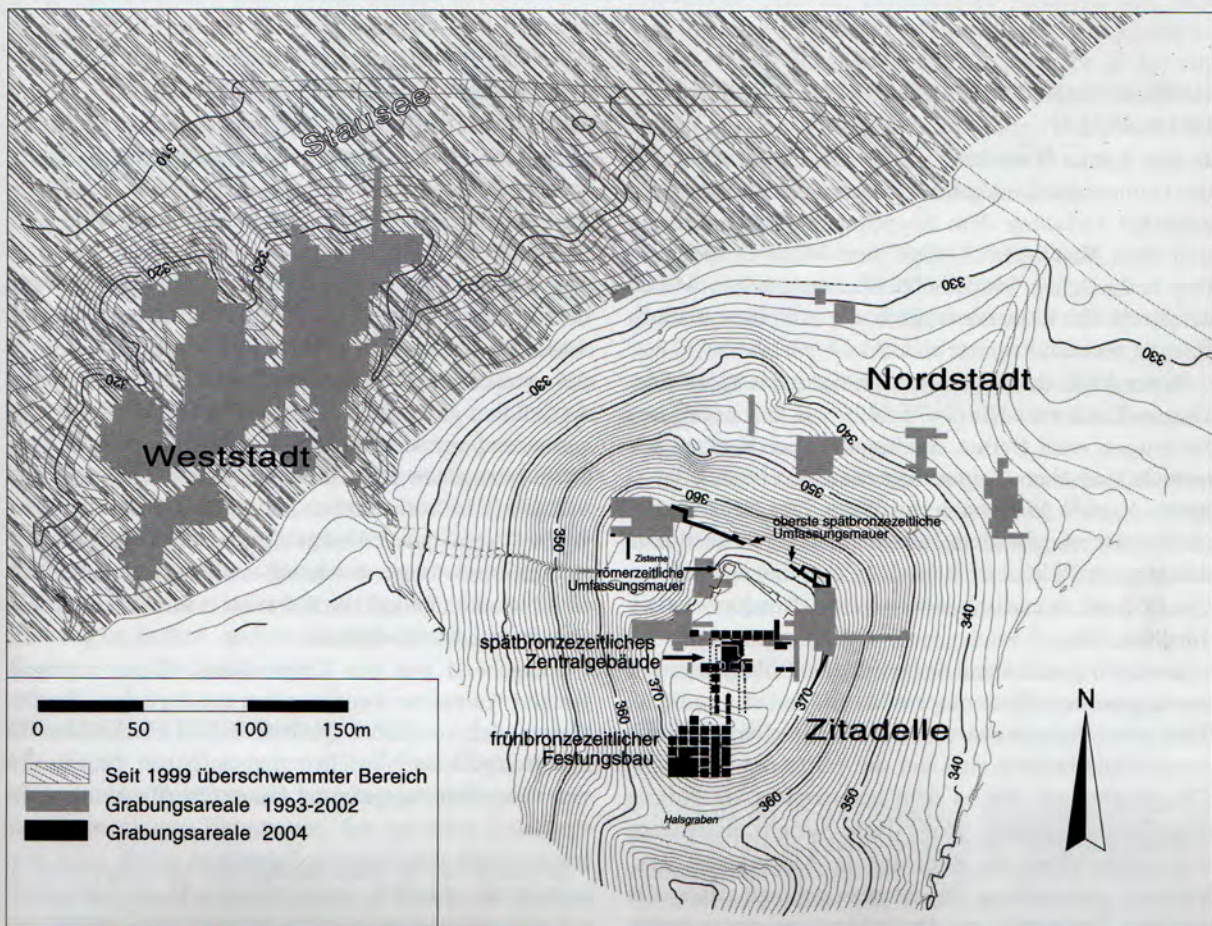


Abb. 2: Tall Bazi, Ausgrabungsareale, Stand 2004

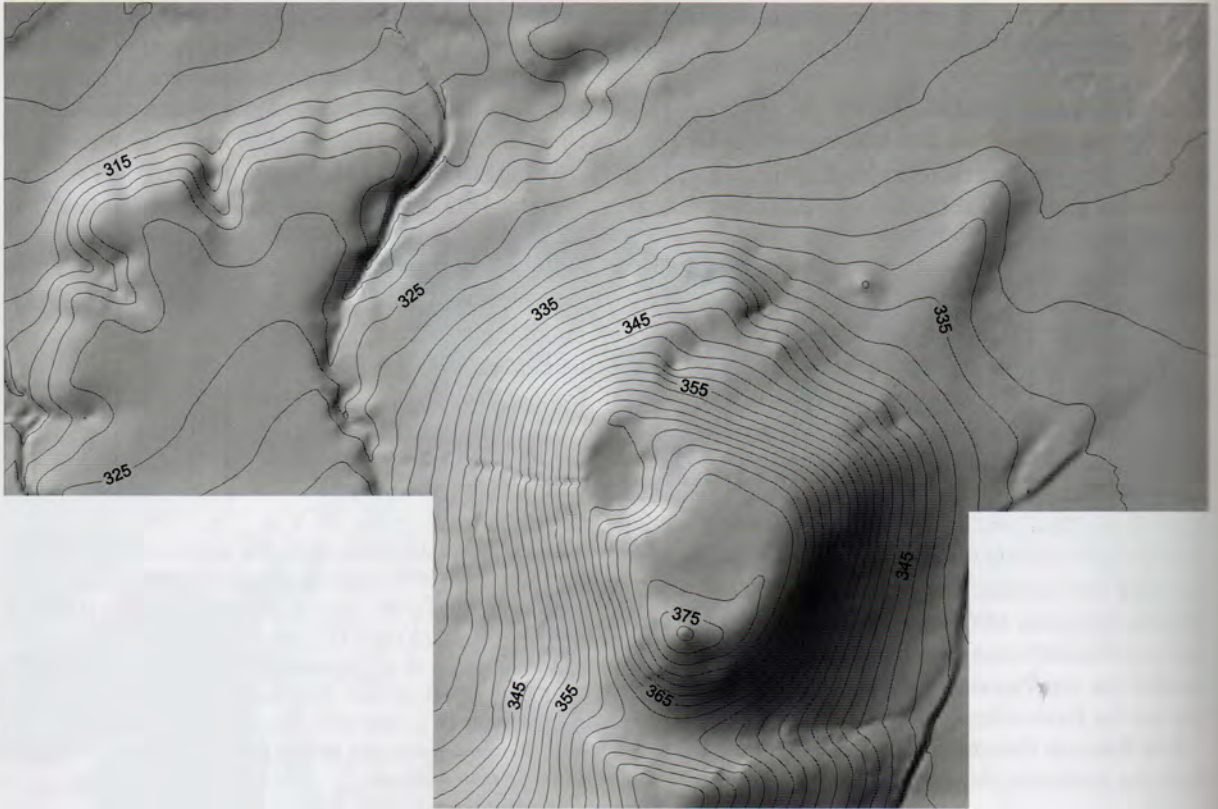


Abb. 3: Tall Bazi, beleuchtetes Geländemodell mit 2m Schichtlinien

#### HISTORISCHE ENTWICKLUNG IN DER SPÄTEN BRONZEZEIT

In der Späten Bronzezeit (1500-1200 v. Chr.) wurde das Gebiet zum Zankapfel der damaligen Großmächte, zunächst zwischen dem ägyptischen Pharaonenreich und dem Reich der Könige von Mittani; später in den hethitischen Machtbereich eingegliedert, wurde es durch die Expansionspläne der mittelassyrischen Könige bis zum Euphrat bedroht.

In der Mitte des 15. Jh. v. Chr. hatte der ägyptische Pharaon Tuthmosis III. (1479-1425 v. Chr.) auf seinen Feldzügen nach Syrien den Euphrat bei Karkemisch erreicht und überschritten und dort, wie bereits Tuthmosis I., eine Siegesstele errichtet. Der Feldzugsbericht sowie die Ortsnamenliste auf der Nordostwand des siebten Pylons in Karnak bilden die wichtigsten Quellen zur historischen Geografie Nordsyriens im 15. Jh. v. Chr.

In der Folgezeit stand der nördliche Teil Syriens mit Ausnahme der Küste unter mittanischer, der südliche Teil unter ägyptischer Vorherrschaft. Dieses Kräfteverhältnis änderte sich um die Mitte des 14. Jh. v. Chr. dramatisch, als es dem hethitischen Großkönig Šuppiluliuma gelang, große Teile Syriens zu erobern und seine Söhne als Regenten in Aleppo und Karkemisch einzusetzen. Es ist anzunehmen, dass das gesamte Euphrattal bis Emar/Meskene unter hethitischer Oberherrschaft stand und damit auch Tall Bazi.

#### TOPOGRAFIE UND GELÄNDEMDELL

Bereits vor Beginn der eigentlichen Grabungsaktivitäten wurde ein ausführlicher Survey durchgeführt, in den nicht nur Tall Bazi sondern auch die weitere Umgebung, insbesondere auch eine nahe gelegene, ebenfalls frühzeitig befestigte Ansiedlung einbezogen wurde. Danach begann eine systematische und detailreiche topografische Geländeaufnahme<sup>2</sup> des in Aussicht genommenen Untersuchungsgebiets, durch die zwei wichtige Voraussetzungen für die weiteren Aktivitäten geschaffen wurden. Ein lokales Koordinatensystem, auf welches alle Messungen der folgenden Jahre bezogen werden konnten, wurde festgelegt und vermarktet. In einer ersten Ausarbeitung der topografischen Aufnahme konnten die lokalen Gegebenheiten in Form eines topografischen Planes, angereichert durch sichtbare archäologische Befunde, in ihrem räumlichen Bezug dargestellt werden.

Ausgehend von den Originaldaten dieser topografischen Aufnahme konnte später ein digitales Oberflächenmodell von hoher Qualität erstellt werden, das für unterschiedliche Visualisierungsaufgaben herangezogen wird. Eine Ausprägung dieses Oberflächenmodells

<sup>2</sup> Sie wurde von W. Mayr durchgeführt und ausgewertet in MAYR, W. (1995): Erstellung digitaler Karten für archäologische Arbeiten in Tall Bazi/Syrien. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität München.

unter geländemodellierender künstlicher Beleuchtung und versehen mit den aus dem Geländemodell abgeleiteten 2m-Höhenlinien zeigt Abbildung 3.

Zu den in Tall Bazi zu Beginn der Grabungsaktivitäten getesteten nichtdestruktiven physikalischen Methoden zur Lokalisierung archäologisch relevanter Spuren gehörte auch eine geomagnetische Prospektion ausgewählter Areale. Die Ergebnisse dieser Messungen werden bildhaft dokumentiert. Da die Areale im Grabungskoordinatensystem erfasst wurden, konnten diese Rasterdaten später kombiniert mit anderen Ergebnissen dargestellt werden.

#### DIE AUSGRABUNGEN IN TALL BAZI

Die Ausgrabungen in Tall Bazi begannen 1993 und werden seither in jährlichen Kampagnen fortgesetzt. Ab 1995 konzentrierten sich die Ausgrabungen gänzlich auf die Weststadt, die als erster Teil der Siedlung vom neu entstehenden Stausee überschwemmt werden sollte, was 1999 auch geschah. Zwischen 1995 und 1999 konnten weite Teile der spätbronzezeitlichen Stadtanlage ausgegraben werden. Günstige Grabungsbedingungen, offenes, ebenes, leicht nach Nordwesten abfallendes Gelände und wenig Verschüttung erleichterten diese Notgrabung.

#### DIE WESTSTADT VON TALL BAZI

Schon zu Beginn der Grabungsaktivitäten erregte die Weststadt das besondere Interesse der Ausgräber. Sie wurde als Neugründung auf dem bis dahin unbesiedelten Vorfeld der Zitadelle im Westen auf einer flachen Kiesterrasse angelegt, die sich mehrere Meter über das Euphrattal erhebt und daher einen sicheren Hochwasserschutz bietet. Nach nur kurzer Zeit des Bestehens (maximal zwei Generationen) wurde die Weststadt gewaltsam durch einen Brand zerstört und fortan nicht mehr besiedelt. In den Häusern, die von einer für die Zeit beispiellosen Regelmäßigkeit sind, haben sich große Teile der ehemaligen Ausstattung erhalten. Aus den zahlreichen aufgedeckten Befunden und Funden lässt sich ein detailliertes Bild des Lebens der damaligen Bewohner zeichnen. In der Weststadt wurden auf mehr als 10.000 m<sup>2</sup> untersuchter Fläche 50 Häuser, Straßen und Plätze freigelegt. Der im Zuge der Flächengrabung erstellte analoge steingerechte Plan der Häusergrundrisse erlaubt unmittelbare Einblicke in die Planungsgedanken und in die Schritte der konkreten Realisierung der Stadtplanung.

#### DIE ARCHITEKTUR DER HÄUSER

Die Häuser der Weststadt von Tall Bazi folgen einem einheitlichen Schema. Sie bestehen jeweils aus einem langrechteckigen Hauptraum, der an einer Langseite von einer Reihe annähernd quadratischer Nebenräume flankiert wird. Die Nebenräume sind vom Hauptraum aus zugänglich und nicht untereinander verbunden. Sie dienten vornehmlich als Lagerräume zur Aufbewahrung

verschiedenster Gegenstände.<sup>3</sup> Der Hauptraum besitzt gewöhnlich eine offene Feuerstelle und einen Herd. Er war überdacht, und das Dach war über eine Innentreppe zugänglich, wie die zahlreichen Treppenreste in den Häusern belegen. Die ersten Stufen bestanden aus Stein, der weitere Aufgang war in Holzkonstruktion ausgeführt. Für die Frage nach einem eventuellen Obergeschoß können gleichzeitige Hausmodelle<sup>4</sup> Hinweise liefern, die eine partielle Zweigeschossigkeit zeigen. Auf die Häuser in der Weststadt übertragen, wäre davon auszugehen, dass der Bereich der quadratischen Nebenräume überbaut war, während der Bereich über dem langrechteckigen Hauptraum als offene Dachfläche genutzt wurde. Die Überbauung wäre aus statischen Gründen nur eingeschränkt möglich gewesen. Einige Detailuntersuchungen zur Architektur und Nutzung der Häuser sind noch nicht abgeschlossen.

#### FUNDE UND BEFUNDE

Die vorgefundene Situation lässt darauf schließen, dass die Weststadt bei der Brandkatastrophe von ihren Bewohnern fluchtartig verlassen wurde. Eine gründliche Plünderung hat offenbar nicht stattgefunden, wie man aufgrund der zahlreichen aufgefundenen Wertgegenstände vermuten kann. Die Fundsituation ermöglicht vielerlei Rückschlüsse auf das Leben der damaligen Bewohner. Aus der zerscherbten Keramik lässt sich das Inventar der Häuser rekonstruieren, was Einblicke in Ess- und Trinkgewohnheiten, aber auch in Art und Umfang der Vorratshaltung erlaubt. Viele Haushalte hatten sich offenbar auf bestimmte handwerkliche Tätigkeiten spezialisiert und stellten Produkte in größeren Quantitäten her, die veräußert wurden.

#### EIN GEOINFORMATIONSSYSTEM ZUR GRABUNGSDOKUMENTATION

Bereits zu Beginn des Projektes wurde mit der digitalen Erfassung der Kleinfunde (alle gefundenen Objekte außer Scherben) mittels einer eigens hierfür entwickelten Datenbank ein wichtiger Grundstock für den späteren Aufbau eines GIS gelegt.

In dem lokalen Koordinatensystem von Tall Bazi wurde anfangs durch Streckenmessung (Bogensschlag) und Nivellement ein eindeutiger Bezug der Kleinfunde zur Topografie des Ortes sichergestellt. Umfangreiches Scherbenmaterial wurde geborgen, wobei darauf geachtet wurde, dass ein Raumbezug durch Registrierung des Hauses und Raumes, in dem die Scherben gefunden wurden, erhalten blieb. Eine genaue Einmessung dieses oft kleinteiligen Materials war aus zeitlichen Gründen

<sup>3</sup> Ergebnis der unveröffentlichten Habilitationsschrift von OTTO, A. (2004): Funktionsanalyse der spätbronzezeitlichen Häuser in der Weststadt von Tall Bazi (Syrien). München.

<sup>4</sup> Zu Hausmodellen siehe MULLER, B. (Hrsg.) (2001): Maquettes architecturales de l'Antiquité. Actes du colloques de Strasbourg, 3-5 Décembre 1998, Paris.

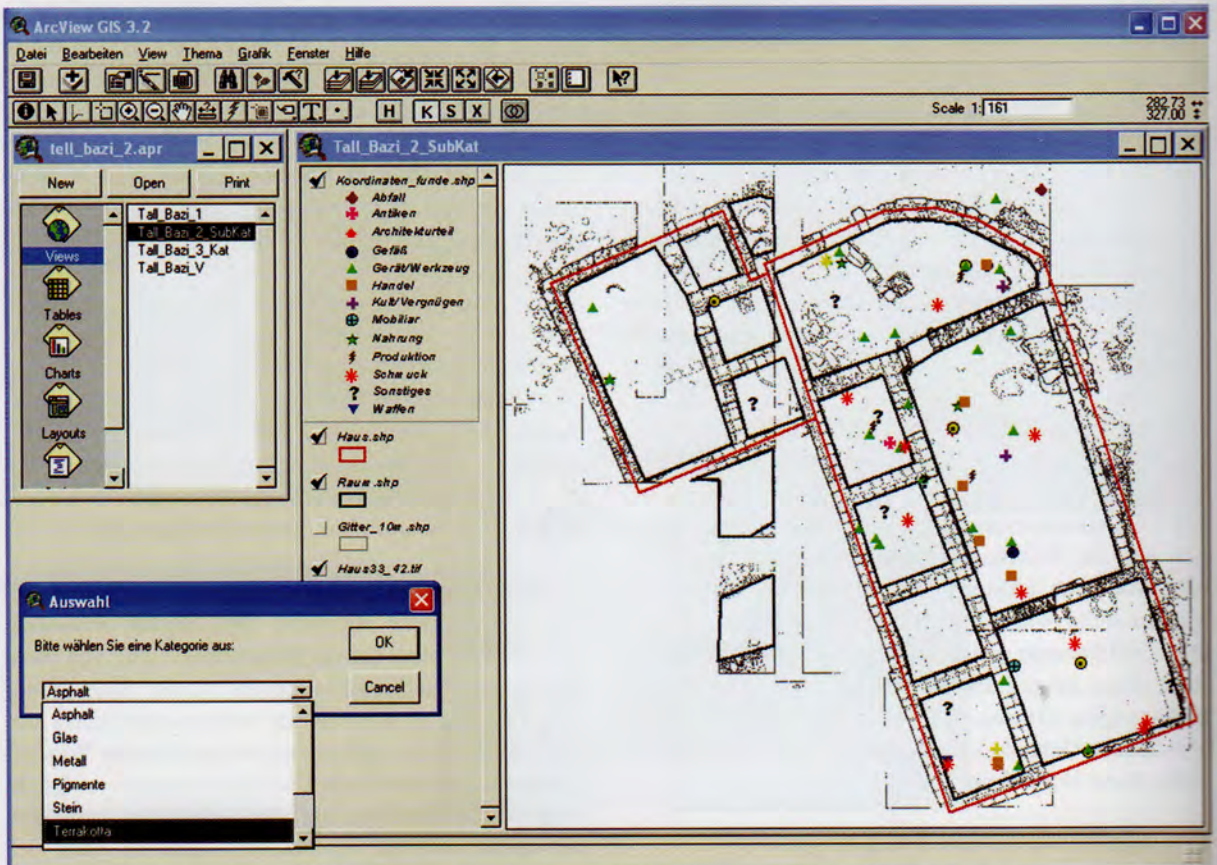


Abb. 4: Tall Bazi, Darstellung der Funde klassifiziert nach Gegenstandskategorien in ArcView (Funde aus Terrakotta sind nach einer Abfrage gelb hervorgehoben)

unmöglich. Gefäße, die eindeutig in der Grabung lokalisiert werden konnten, wurden als Kleinfunde registriert.

Nach Beschaffung eines Tachymeters mit reflektorloser Distanzmessung konnte die Koordinierung der Funde erheblich beschleunigt werden, da die dazu notwendige Berechnung der Koordinaten nun unmittelbar vor Ort erfolgen konnte. In der Datenbank erhielten die eingemessenen Funde so ihre zugeordneten 3D-Koordinaten.

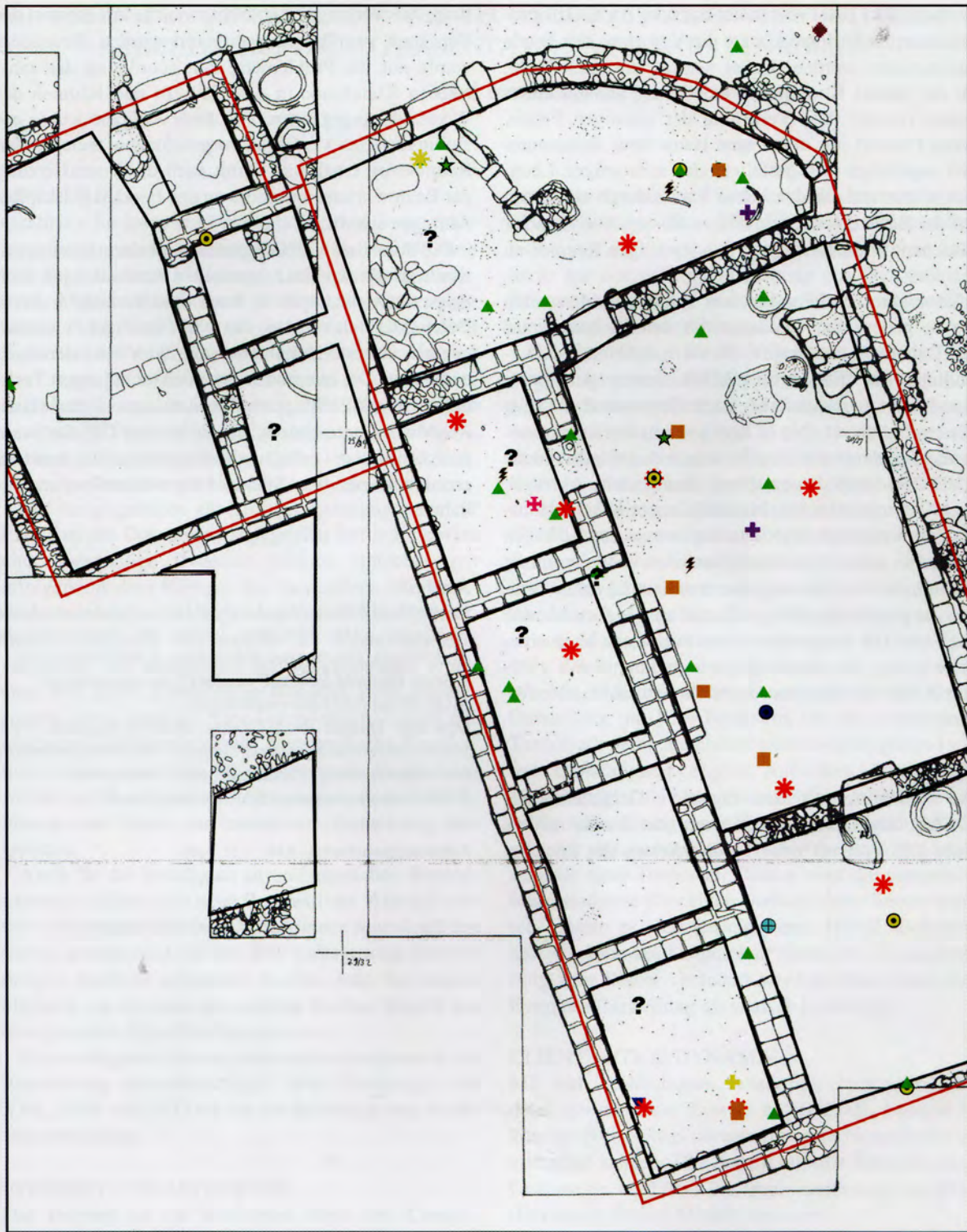
Die bis dahin ausschließlich analog vorliegenden großformatigen Grabungspläne früherer Kampagnen wurden hochauflösend gescannt und anschließend automatisch vektorisiert und georeferenziert. Somit war die komplette Funddokumentation digital verfügbar.

Für die Integration der Funddokumentation in ein GIS sprachen eine Reihe von Vorteilen, die derartige Systeme für die digitale Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation raumbezogener Daten bieten. In einem GIS können unterschiedliche Datentypen, wie sie in einem archäologischen Projekt anfallen – beispielsweise Raster- und Vektordaten sowie Tabellen und Texte – gespeichert und miteinander verknüpft werden. Für Tall Bazi bot es sich an, das örtliche Koordinatensystem für die Georeferenzierung und Verknüpfung der verschiedenen Grabungspläne im Vektorformat

heranzuziehen. Im gleichen System wurden auch Rasterdaten (z. B. die Bilder der magnetischen Prospektion) verortet. Das Hauptziel des GIS-Einsatzes war die grafische Visualisierung der in der Filemaker-Datenbank archivierten Funddokumentation, die mehrere tausend Datensätze umfasste. Dabei sollte die Verortung dieser großen Anzahl von Funden aus der Datenbank im GIS weitestgehend automatisiert erfolgen, um den Arbeitsaufwand möglichst gering zu halten.

Die in einem GIS zur Verfügung stehenden Funktionen, wie der einfache und schnelle Zugriff auf Sachdaten (Attribute) zu einem Fund, einfache und schnelle Analysen zur Verteilung von Funden sowie die Durchführung und grafische Visualisierung von Abfragen an den Datenbestand (z. B. nach bestimmten Materialkategorien der Funde), sollten genutzt und, wo dies zweckmäßig war, an die spezifischen Erfordernisse des Projektes Tall Bazi angepasst und erweitert werden.

Diese Aufgaben wurden unter Verwendung der Desktop-GIS Software ArcView 3.2 realisiert. Die eingescannten und georeferenzierten Grabungspläne wurden im GIS manuell vereinfacht vektorisiert, so dass sich für Räume und Häuser geschlossene Polygone ergaben, was für die spätere Verortung der Funde ohne Koordinaten notwendig war. Über eine ODBC-Schnittstelle wurde die FileMaker-Datenbank in ArcView verfügbar

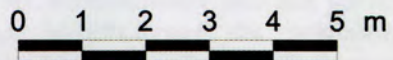


Gegenstand

- ◆ Abfall
- ⊕ Antiken
- ▲ Architekturteil
- Gefäß

- Handel
- ⊕ Kult/Vergnügen
- ⊕ Mobiliar
- ★ Nahrung

- ▲ Gerät/Werkzeug
- ⚡ Produktion
- ✱ Schmuck
- ▼ Waffen
- ? Sonstiges



- Haus
- Raum

M 1:100



Abb. 5: Tall Bazi, Kartendarstellung der Häuser 41 und 42

gemacht. Mit Hilfe von in der Sprache AVENUE programmierten Skripten konnte die Verortung der Funde automatisiert werden. Dabei wurden die Kleinfunde, für die bereits Koordinaten existierten, anhand dieser genau verortet. Die Verortung der sonstigen Funde, deren Fundort nur durch eine Haus- bzw. Raumnummer angegeben war, gestaltete sich schwieriger. Letztlich wurde entschieden, diese Funde durch ein Skript auf der Basis eines regelmäßigen Rasters mit variabler Maschenweite statistisch in den jeweiligen Räumen zu verteilen.

Über die Fundnummer als Schlüsselfeld wurden die so generierten Geodaten mit den Sachdaten aus der Datenbank verknüpft. Dies ermöglichte die Darstellung der Funde in verschiedenen Ansichten, klassifiziert beispielsweise nach Gegenstandsart oder Material (Abb. 4). Die in ArcView zur Verfügung stehende Standardfunktionalität wurde durch individuelle AVENUE-Skripts so erweitert, dass gezielte Abfragen nach Gegenstandsarten, Materialkategorien oder Hausnummern möglich sind. Die Ergebnisse der Abfragen können in neuen Ansichten visualisiert und gespeichert sowie unter Verwendung von erstellten Layout-Vorlagen als publikationsfähige Karten ausgegeben werden (Abb. 5). Die Integration neuer Funddaten nach einer Erweiterung des Grabungsgebietes konnte mit Hilfe von AVENUE-Skripten ebenfalls automatisiert erfolgen.

#### AUSBLICK

Die Visualisierung des digitalen Geländemodells (DGM), der Grabungsareale und der Funde mittels eines GIS eröffnet neue Möglichkeiten der Speiche-

rung, Auswertung und Präsentation, die am Beispiel der Weststadt von Tall Bazi erläutert wurden. Besonders wurde auf die Problematik der Zuordnung der zahlreichen Kleinfunde in den Häusern und Räumen der Weststadt eingegangen. Für diese Aufgabe wurde ein automatisiertes Verfahren vorgeschlagen, welches den Raumbezug erhält und damit auch die Voraussetzung zur Beantwortung spezieller an den Fundort geknüpfter Abfragen schafft.

Die Potentiale von Geografischen Informationssystemen sind mit den hier dargestellten Anwendungen noch lange nicht erschöpft. Es kann eine Vielzahl weiterer Daten integriert werden, wie z. B. Fotos und Zeichnungen aus der Funddokumentation, 3D Visualisierungen und Filme. Die Integration der noch recht jungen Technologie der Web Mapping Services kann einem breiten Kreis von Interessierten, die nicht über GIS-Software und -kenntnisse verfügen, den Zugriff auf aus dem GIS erzeugte Karten über Standard-Internetbrowser ermöglichen.

#### *Anschrift:*

*Dr. Berthold Einwag; Dr. Adelheid Otto; Dipl.-Geogr. Astrid Fichtinger, LMU München, Institut für Vorderasiatische Archäologie, Geschwister Scholl-Platz 1, 80539 München.*

*E-Mail: Berthold.Einwag@vaa.fak12.uni-muenchen.de*

*A.Otto@vaa.fak12.uni-muenchen.de*

*Dipl.-Ing. Thomas Bach; Dr.-Ing. Manfred Stephani, Technische Universität München, Lehrstuhl für Photogrammetrie und Fernerkundung, Arcisstr. 21, 80333 München.*

*E-Mail: manfred.stephani@bv.tu-muenchen.de*

Abbildungsnachweis: Abb. 1-5: Verf.