

MUNIBE (Antropología-Arkeologia) 57	Homenaje a Jesús Altuna	485-490	SAN SEBASTIAN	2005	ISSN 1132-2217
-------------------------------------	-------------------------	---------	---------------	------	----------------

Neue Möglichkeiten in der archäologischen Arbeit durch den Einsatz digitaler Bildauswertung und photogrammetrischer Messtechniken

Nuevas posibilidades en el trabajo arqueológico a través del uso de la evaluación digital de imágenes y técnicas de medición fotogramétricas

KEY WORDS: Vermessung, Visualisierung, Photogrammetrie, Bildbearbeitung, 3D.

PALABRAS CLAVE: Medición, visualización, fotogrametría, procesamiento de imágenes, 3D.

Jan WESBUER*

ZUSAMMENFASSUNG

Die digitale Bildbearbeitung und die digitale Photogrammetrie haben in den letzten Jahren, neben vielen anderen Gebieten, die Dokumentation von Ausgrabungsstätten beeinflusst.

Die Photogrammetrie hat ihren Ursprung in der Vermessungskunde. Sie wird heutzutage in vielen Bereichen der Ingenieurwissenschaften eingesetzt und hat somit viele Schnittbereiche zu angrenzenden wissenschaftlichen Gebieten. In der Archäologie hat sie daher die Möglichkeit, in vielen Bereichen die herkömmliche Geodäsie zu erweitern bzw. neue Möglichkeiten der Visualisierung zu schaffen oder bei der Bildauswertung zu helfen.

Durch die Bildbearbeitung ist es heutzutage möglich, schnell und vor Ort die Dokumentation vorzunehmen. Mit ihrer Hilfe können z.B. nicht orthogonale Aufnahmen perspektivisch entzerrt werden, so dass in ihnen wieder gemessen werden kann.

Der Artikel unterteilt sich in 3 Bereiche:

- als erstes werden die Möglichkeiten der digitalen Bildbearbeitung bzw. Auswertung von Photos dargestellt.
- danach wird auf die photogrammetrische Auswertung und Vermessung von Ausgrabungsstätten eingegangen.
- und zuletzt werden einige Visualisierungsmöglichkeiten gezeigt, die mit Hilfe der photogrammetrischen Auswertung und 3D Modellerstellung realisiert werden können.

RESUMEN

El procesamiento digital de imágenes y la fotogrametría digital han influido en los últimos años en la documentación de excavaciones, además de otros muchos campos.

La fotogrametría tiene su origen en la geodesia. Hoy en día se utiliza en muchos campos de la ingeniería, por lo que tiene muchas intersecciones con campos científicos colindantes. En la arqueología, por ejemplo, tiene la posibilidad de ampliar la geodesia habitual en muchos aspectos, así como de crear nuevas posibilidades para la visualización o ayudar en la evaluación de las imágenes.

Hoy en día, a través del procesamiento de imágenes, es posible realizar la documentación rápidamente *in situ*. Con su ayuda, por ejemplo, las fotografías ortogonales no se restituyen en perspectiva, por lo que se puede medir nuevamente en ellas.

El artículo está dividido en 3 secciones:

- primero hablaré sobre las posibilidades del procesamiento digital de imágenes y de la evaluación de las fotografías.
- a continuación profundizaré sobre la evaluación y medición fotogramétrica de excavaciones.
- y finalmente mostraré unas posibilidades de visualización que se pueden realizar con ayuda de la evaluación fotogramétrica y la elaboración de modelos en 3D.

* JAN WESBUER. San Isidro Auzoa, 30, 3ºA E-20749 Zestoa. E-mail: me@jan-wesbuer.de www.jan-wesbuer.de

LABURPENA

Irudien prozesamendu digitalak eta fotogrametria digitalak eragina izan dute indusketetan eta beste hainbat eta hainbat eremutan.

Fotogrametriak geodesian du bere jatorria. Gaur egun ingeniartzako eremu askotan erabiltzen da, beraz ingeniartzaren inguruko beste eremu zientifiko askorekin zeharkatzen da. Arkeologian, adibidez, ohiko geodesia zabaltzeko aukera handiak ematen ditu, baita irudiak ikuskatzeko aukera berriak sortzeko ere, edota irudiak ebaluatzen laguntzekoak.

Gaur egun irudien prozesamenduaren bidez posible da dokumentazioa berehala egitea in situ. Bere laguntzaren bidez, esaterako, argazki ortogonalak ez dira itzultzen perspektibara, beraz haien bidez berriro neurtzen ahal dira.

Artikulu 3 sailetan banatu dut:

- lehenean irudien prozesamendu digitalaren aukeretz eta argazkien ebaluazioaz hitz egingo dut.
- ondoren, indusketen ebaluazio eta neurtze fotogrametrikoren gaia sakonduko dut.
- eta azkenik, ikuskatze-aukera batzuk erakutsiko ditut. Horiek ebaluazio fotogrametrikoren eta 3Dtan egindako ereduaren laguntzaz

1. DIGITALE BILDAUSWERTUNG PERSPEKTIVISCH VERZERRTER BILDER

Bei der archäologischen Arbeit ist die Bilddokumentation von großem Wert. Da heutzutage, zu relativ geringen Preisen, Digitalkameras mit hoher Auflösung erhältlich sind, besteht auch die Möglichkeit der digitalen Auswertung dieser Aufnahmen. Aufgrund von Massstabsgenauigkeiten wird bei diesen Aufnahmen ein großer Wert auf Orthogonalität gelegt (Abb. 1), um so die Aufnahmen besser analysieren und vermessen zu können. Bei den archäologischen Ausgrabungen, speziell in Höhlen, kann es allerdings oft zu perspektivischen Verzerrungen der Aufnahmen kommen, da hier aufgrund von Hindernissen nicht immer eine gewünschte Aufnahmeposition eingenommen werden kann (Abb. 2).

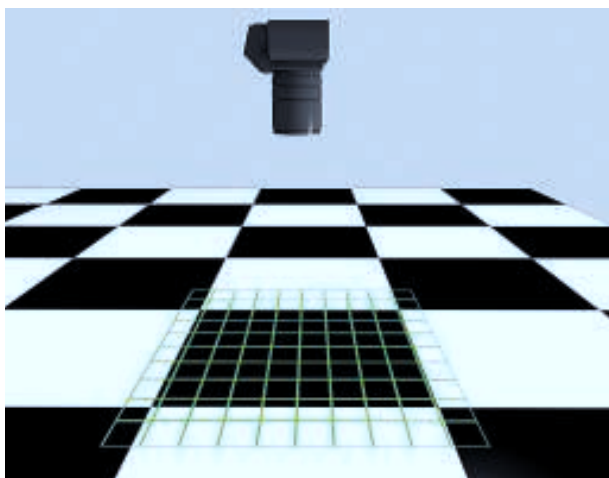


Abbildung 1: Orthogonale Aufnahme einer Parzelle (optimal)

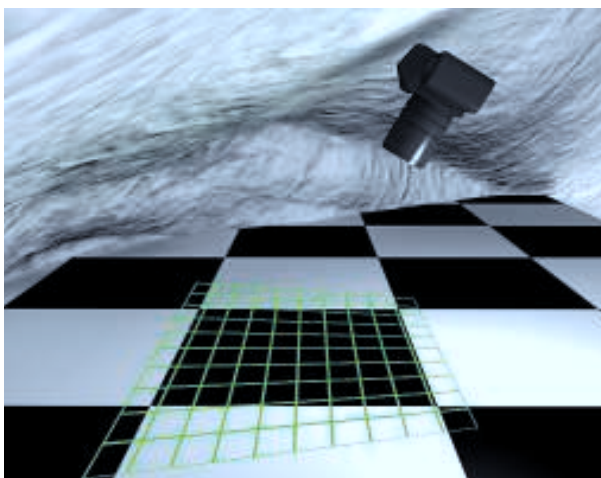


Abbildung 2: Perspektivisch verzerrte Aufnahme der Parzelle aufgrund von Hindernissen (Höhle)

Bei diesen Aufnahmen ist es, aufgrund von Massstabsgenauigkeiten, nicht mehr bzw. schwer möglich eine Messung vorzunehmen (Abb. 3).

Durch die digitale Bildauswertung können diese Bilder dennoch mit Hilfe verschiedener Bildbearbeitungsprogramme entzerrt werden (Abb. 4), in dem man die vorhandenen Informationen (Punkte bzw. Linien) auswertet und über diese die Bilder entzerrt.

Diese entzerrten Bilder können nun automatisch digital zusammengeheftet und überblendet werden, so dass man einen Ausgrabungsplan erhält, der ein vielfach größeres Aufnahmegebiet wiedergibt (Abb. 5).



Abbildung 3: Original Aufnahme (perspektivisch verzerrt)
[Quelle: JESÚS ALTUNA]



Abbildung 4: Entzerrte Aufnahme
[Quelle des Original-Photos: JESÚS ALTUNA]

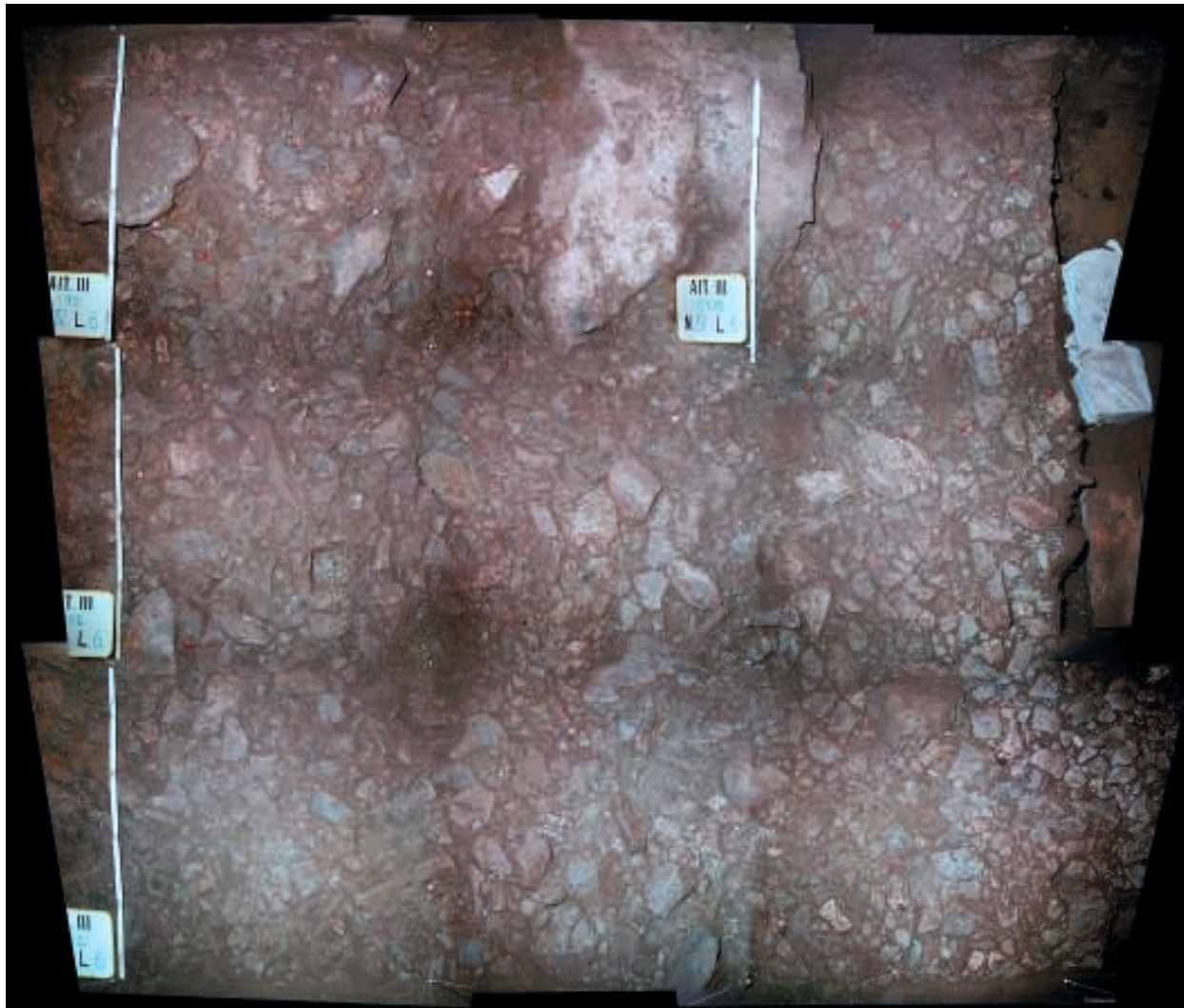


Abbildung 5: Teil eines Ausgrabungsplans aus 9 Aufnahmen (entzerrt, zusammengeheftet und überblendet)
[Quelle der Original-Photos: JESÚS ALTUNA]

2. VERMESSUNG IN DEM 3D-MODELL VON ARCHÄOLOGISCHEN AUSGRABUNGEN

Die Nahbereichsphotogrammetrie wird vor allem für die „in situ“-Dokumentation eingesetzt. Einsatzbereiche sind sowohl die Bauaufnahme, in der die Modelle als Grundlage von Umbauten und denkmalpflegerischen Maßnahmen genutzt werden können (Abb 6 u. 7), als auch die Archäologie, in der die Nahbereichsphotogrammetrie zur Dokumentation von archäologischen Ausgrabungsstellen eingesetzt wird.



Abbildung 6: Photogrammetrisch ermitteltes 3D-Modell der Kapelle der Emmaburg.

Die photogrammetrische Vermessung hat gegenüber der herkömmlichen geodätischen Vermessung folgende Vorteile:

In einem relativ kurzen Zeitraum werden die Aufnahmen von dem zu vermessenden Objekt erstellt und später am PC weiterverarbeitet. So kann während der Vermessung schon an der Ausgrabungsstätte weiter gearbeitet werden und die Vermessung im 3D-Modell kann zu einem beliebigen Zeitpunkt später stattfinden.

Durch die berührungslose Erstellung von Photos und durch das Vermessen im 3D-Modell, wird die Ausgrabung möglichst wenig beeinflusst oder beschädigt.

Neben der zweidimensionalen Auswertung von schon vorhandenen photographischen Aufnahmen ist auch eine 3D-Auswertung eines Objektes bzw. einer Ausgrabung möglich. Ideal ist ebenso die gleichzeitige Extraktion von Texturen der Photos, wozu zum Beispiel das Programm Photomodeler 5 Pro in der Lage ist (Abb.8). Hierdurch werden auch nicht 3D-dimensional vermessene Details als Textur wiedergegeben. Falls eine Vermessung später notwendig sein sollte, kann diese über die weitere Auswertung der Aufnahmen geschehen.



Abbildung 7: Photo der Kapelle der Emmaburg bei Hergenrath in Belgien.

Durch Weiterverarbeitung des 3D-Modells können mehrere Schichten einer Ausgrabung übereinander gelegt und deren Zusammenhänge möglichst einfach analysiert werden.

Um ein Objekt photogrammetrisch zu vermessen, werden vom Objekt oder Teilen des Objektes mindestens 3 Aufnahmen aus verschiedenen Winkeln erstellt. Hierzu wird eine kalibrierte Kamera benötigt, um die Linsenverzerrungen zu kompensieren.

Über 3 Stützpunkte wird das 3D-Modell dann skaliert und ausgerichtet. Sind mehr als 3 Stützpunkte vorhanden, kann das Modell noch zusätzlich an Genauigkeit hinzu gewinnen.



Abbildung 8: Fonto do Idolo in Braga, Portugal
[Quelle: Infotop, Photomodeler Benutzer und EOS Systems,
Hersteller des Programms Photomodeler 5 Pro]

3. VISUALISIERUNG VON ARCHÄOLOGISCHEN OBJEKTEN

Neben der Laser Technik, mit der sich ein 3D-Modell erstellen lässt, behauptet sich immer noch erfolgreich die Photogrammetrie für die Erstellung von 3D-Modellen von einzelnen Objekten, da hier auch die Texturen des Objektes gleich mit in das 3D-Modell einfließen und so eine Projektion entfällt. Eine texturierte Darstellung des 3D-Modells verbessert um ein Vielfaches den Gesamteindruck des 3D-Modells.

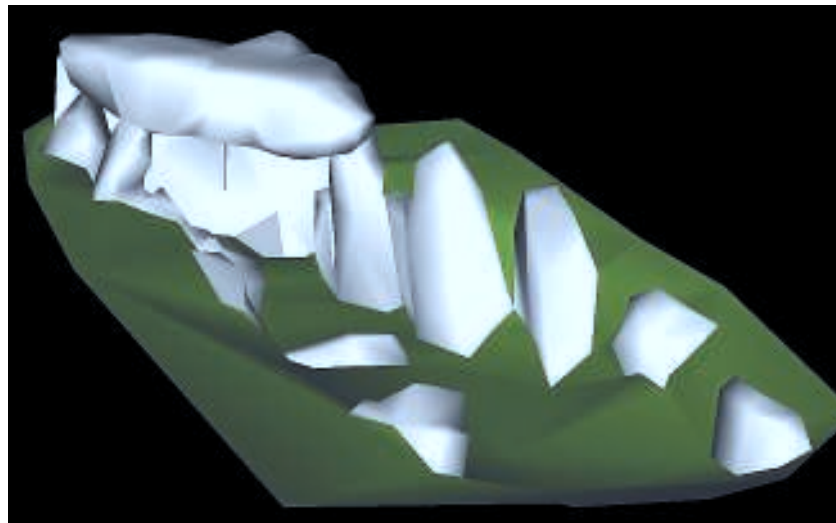


Abbildung 9: Dolmen Jentillarri - 3D-Modell Darstellung schattiert.

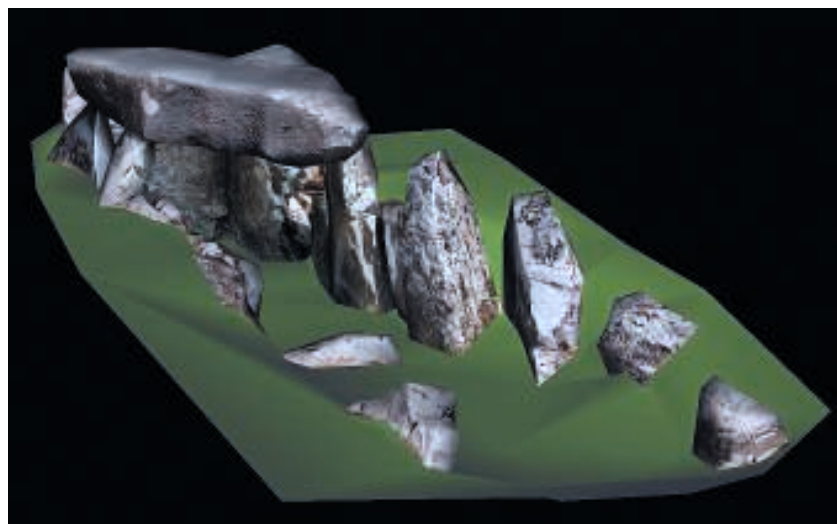


Abbildung 10: Dolmen Jentillarri - 3D-Modell Darstellung texturiert.

Gerade bei Objekten, die eine gewisse Geometrie oder Größe haben oder sich in größeren Entfernungen befinden, hat die Photogrammetrie ihre Vorteile.

Die Visualisierung von 3D-Objekten kann unter anderem hilfreich sein, um die Objekte einem größerem Publikum, z.B. über das Internet zur Verfügung zu stellen.

Im Falle des Dolmens Jentillarri (Abb. 11), bei dem im Fundzustand die obere Steinplatte neben dem Dolmensteingerüst lag, hätte eine photo-

grammetrische Auswertung der einzelnen Teile helfen können, diese Steinplatte exakt zu positionieren, in dem die Platte in dem 3D-Modell in verschiedenen Positionen auf das Steingerüst angepasst worden wäre. (Abb. 12-14).

Da es zu dem Zeitpunkt der Wiederherstellung des Dolmens diese Technologien noch nicht zur Verfügung standen, wurde die ursprüngliche Position der schweren Steinplatte nur geschätzt und die Steinplatte manuell positioniert.

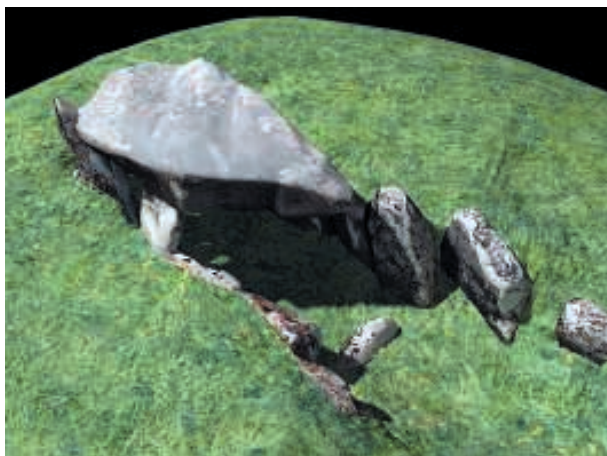


Abbildung 11: Dolmen Jentillarri - Aktuelle Position der Steinplatte (photogrammetrisch ermitteltes 3D-Modell)



Abbildung 12: Dolmen Jentillarri - Steinplatte hochgehoben



Abbildung 13: Dolmen Jentillarri - Steinplatte um 90° gedreht



Abbildung 14: Dolmen Jentillarri - mögliche Alternativposition - mit 180° horizontal gedrehter Steinplatte (bearbeitetes 3D-Modell)