

# Dokumentation von archäologischen Blockbergungen in einem Geografischen Informationssystem (GIS)

**Svenja Kampe**

Die Dokumentation von archäologischen Ausgrabungen in einem Geografischen Informationssystem (GIS) verbreitet sich zunehmend. Bei der Bearbeitung von Blockbergungen ähnelt die Vorgehensweise zwar häufig einer Miniatur-Ausgrabung, dokumentiert wurde bislang aber hauptsächlich mit digitalen Fotografien und Zeichnungen. In einem GIS wäre es möglich, mit Vektorgrafiken auf digitalen, georeferenzierten Übersichtsbildern zu kartieren. Mit den Vektorgrafiken können in einem GIS Attributdaten verknüpft werden, die weitere Informationen zu den dargestellten Objekten enthalten. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde dazu ein Konzept entwickelt und während der Bearbeitung einer Blockbergung erprobt. Gleichzeitig wurde die Methode auf ihre Exaktheit hin untersucht und mit einer von Hand angefertigten Zeichnung verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die Dokumentation im GIS eine hohe Genauigkeit aufweist, es allerdings durch Höhenunterschiede in den Plana zu Verzerrungen in den Übersichtsaufnahmen kam. Die Methode ist wenig zeitintensiv und einfach zu erlernen und anzuwenden. Durch die verknüpften Attributdaten können viele Informationen aufgenommen werden, die mit den Daten von ähnlich dokumentierten archäologischen Ausgrabungen kompatibel sind.

## *The Documentation of Archaeologic Block-Lifted Recovery Using a Geographic Information System (GIS)*

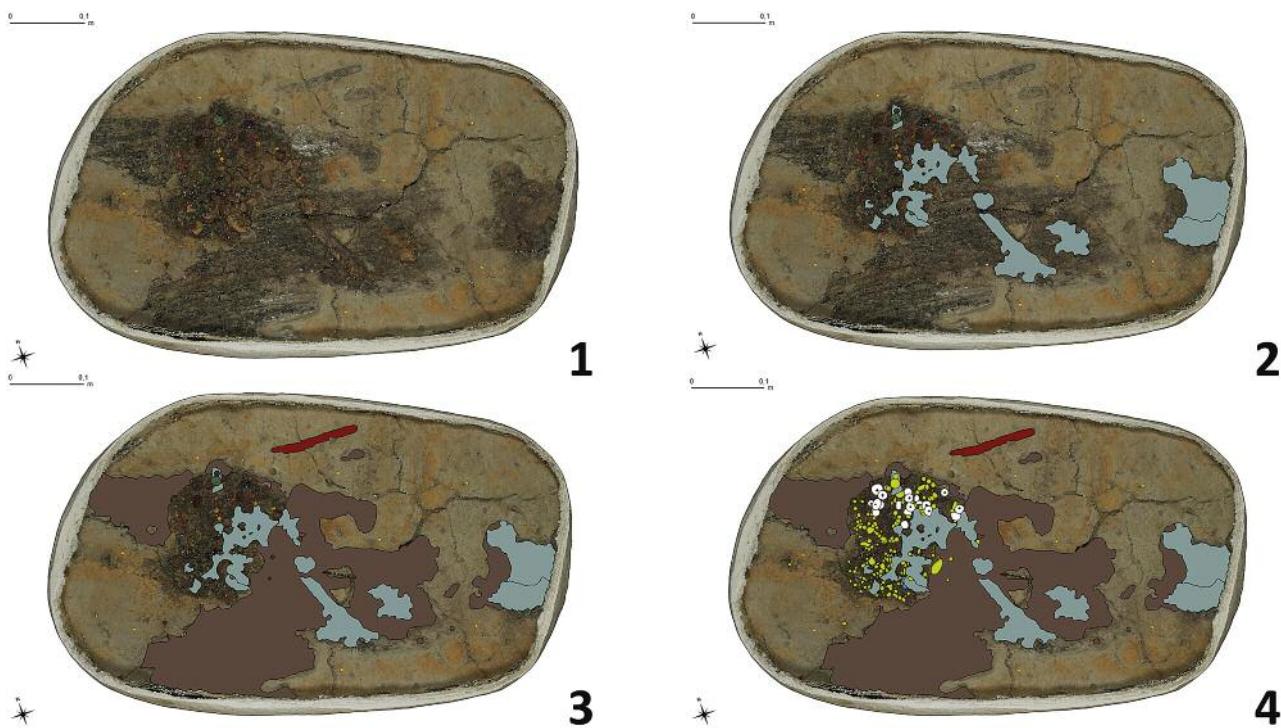
*It is more and more common to use a geographic information system (GIS) for the documentation of archaeological excavations. When treating block-lifted archaeological objects the procedure is usually similar to an excavation-en-miniature, but the documentation is mostly carried out with digital photographs and drawings instead. When using GIS it is possible to chart with vector graphics on digital, geo-referenced overview photographs. Attribute data containing more information about the depicted objects, are linked to the vector graphics. In a master thesis a concept for the documentation in GIS was developed and tested in the course of the treatment of a block-lifted recovery. Thus it was possible to check the accuracy of this method and to compare it to a hand drawn mapping. The mappings showed a high precision, but there was some distortion in the overview images caused by level differences in the planes. The technique is fast and easy to learn and to use. Because of the linked attributes the information content is higher, and the information is more easily integrated in the overall archaeological analysis.*

## Einführung

Nach einer archäologischen Ausgrabung ist ihre Dokumentation häufig das einzige Zeugnis für die Auswertung und Interpretation. Daher ist es besonders wichtig, die Befunde vollständig und objektiv zu erfassen. Bei der Bearbeitung von Blockbergungen und Einzelfunden in der Werkstatt muss die auf der Ausgrabung begonnene Dokumentation der Befunde weitergeführt werden. Die dabei angewandte Dokumentationsmethode sollte zu der gesamten Grabung passen, weil sonst eine Einbeziehung der Ergebnisse in die allgemeine Auswertung nur schwer möglich ist.<sup>1</sup> Eine standardisierte Vorgehensweise ist dabei von großer Bedeutung, um die Qualität der Daten zu sichern und einem Datenverlust vorzubeugen. Sie erleichtert die Arbeit bei der Zusammenstellung von Daten, der wissenschaftlichen Auswertung und der Publikation der Ergebnisse.<sup>2</sup> Die Bearbeitung einer Blockbergung erfolgt in der Regel, ähnlich wie bei einer Ausgrabung, in stratigrafischen Schichten. Dokumentiert wird dabei in der Regel mit schriftlichen Beschreibungen, Übersichts- und Detailfotografien, Röntgenaufnahmen und beschreibenden Zeichnungen.<sup>3</sup> Diese maßstabsgetreuen Zeichnungen sind von großer Bedeutung für die Dokumentation, da sie Position, Ausdehnung, charakte-

ristische Merkmale und den Erhaltungszustand der einzelnen Fragmente und Schichten wiedergeben. Doch ihre Erstellung ist sehr zeitaufwändig, sodass sie häufig nur für ausgewählte Blockbergungen angefertigt und die übrigen Blöcke digital dokumentiert werden.<sup>4</sup> Dabei wird häufig mit Hilfe von Bildbearbeitungsprogrammen auf digitalen Übersichtsaufnahmen kartiert.<sup>5</sup>

Eine bisher wenig genutzte Möglichkeit für eine digitale Dokumentation ist die Anwendung eines Geografischen Informationssystems (GIS). Ein GIS ist ein computerbasiertes System, das mit raumbezogenen Daten arbeitet.<sup>6</sup> Dabei werden auch extern erzeugte Daten mit einer sogenannten Georeferenzierung durch Messpunkte mit bekannten Koordinaten räumlich zugewiesen.<sup>7</sup> Alle in einem GIS enthaltenen Daten sind in Layern organisiert, die entweder aus Rasterdaten, wie digitalen Fotografien, oder Vektorgrafiken bestehen. Die Layer können im GIS ähnlich wie Overheadfolien übereinandergelegt und nach Bedarf kombiniert werden (Abb. 1). Es ist möglich, mit den Vektorobjekten, also den einzelnen grafischen Elementen, sogenannte Attributdaten zu verknüpfen, die weitere Informationen zu den Objekten enthalten.<sup>8</sup> Mit den aufgenommenen Daten sind damit diverse Abfragen und Untersuchungen durchführbar.<sup>9</sup>



1  
Planum 3 der Blockbergung mit unterschiedlich vielen Kartierungs-Layern

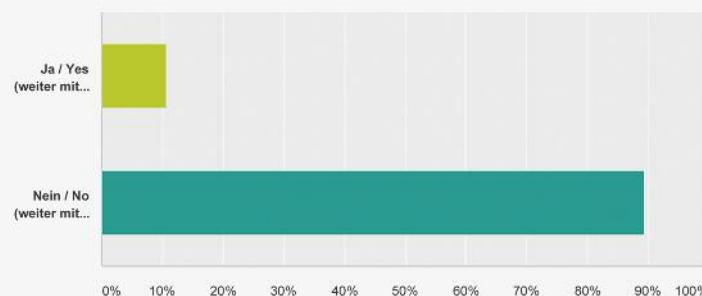
Geografische Informationssysteme finden in der Archäologie häufig Anwendung bei der Kartierung von Ausgrabungen, denn sie bieten durch die unterschiedlichen Untersuchungsfunktionen zahlreiche Möglichkeiten zur Erstellung von Kartierungen und zur Analyse der Befunde. In der Auswertung

lassen sich damit Verteilungskarten erstellen.<sup>10</sup> Eine andere Anwendung ist das Anfertigen von Modellen einzelner Grabungsbefunde, die anschließend mit Messdaten der Umgebung, wie Geländestruktur oder benachbarten archäologischen Stätten, verknüpft werden können.<sup>11</sup>

#### Umfrage zur Verwendung von GIS-Programmen bei der Dokumentation von Blockbergungen / Survey on the use of GIS-software for the documentation of archaeological objects lifted as a block

Q1 Verwenden Sie derzeit GIS-Programme zur Dokumentation von Blockbergungen? /  
Do you actually use GIS-software for the documentation of block-lifted archaeological objects?

Beantwortet: 66 Übersprungen: 0



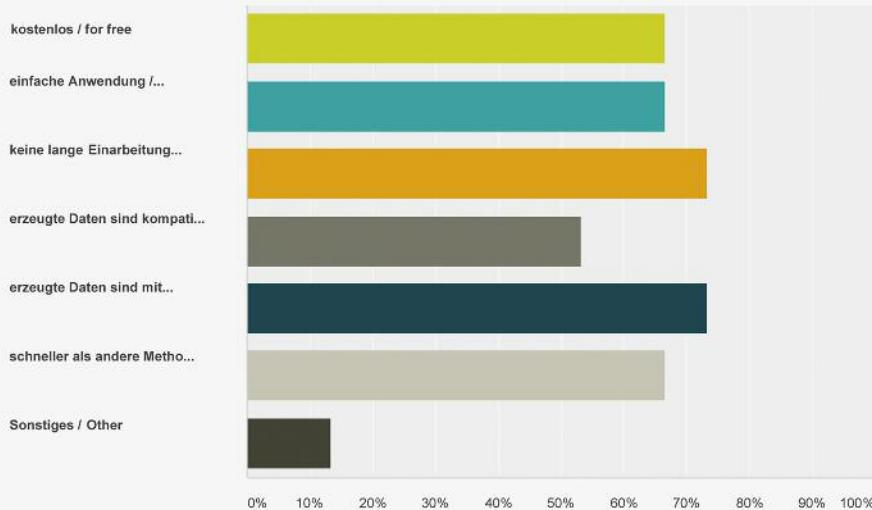
2

Ergebnisse der Umfrage zur Nutzung von GIS-Programmen bei der Kartierung von archäologischen Blockbergungen

Antwortoptionen	Beantwortungen	
Ja / Yes (weiter mit Frage Nr. 2, Seite 2a / continue with question No. 2, page 2a)	10,61%	7
Nein / No (weiter mit Frage Nr. 5, Seite 2b / continue with question No. 5, page 2b)	89,39%	59
Gesamt	66	

**Q12 Welche Eigenschaften müsste die Dokumentationsmethode mit GIS haben, damit sie sie anwenden? / Which features should a documentation technique with GIS have to be suitable for standard application in conservation routine?**

Beantwortet: 15    Übersprungen: 51



Antwortoptionen		Beantwortungen	
kostenlos / for free		66,67%	10
einfache Anwendung / easy to use		66,67%	10
keine lange Einarbeitungszeit / no long period of vocational adjustment		73,33%	11
erzeugte Daten sind kompatibel mit den Kartierungen der Grabung / gained data are compatible with mappings of the archaeological excavation		53,33%	8
erzeugte Daten sind mit verschiedenen, weit verbreiteten Programmen lesbar / gained data could be read with different, popular programmes		73,33%	11
schneller als andere Methoden / faster than other methods		66,67%	10
Sonstiges / Other		13,33%	2
<b>Befragte gesamt: 15</b>			
Nr.	Sonstiges / Other	Datum	
1	visuelles darstellen der Schicht-/Planabfolge. Evtl. Erstellen von 3d-Modellen.	04.12.2015 16:24	
2	größere Informationsfülle	03.12.2015 15:47	

3

Ergebnisse der Umfrage zu den Eigenschaften, die eine Dokumentationsmethode haben sollte

Auch am, an dieser Arbeit beteiligten, Niedersächsischen Institut für historische Küstenforschung Wilhelmshaven (NIhK) werden GIS unter anderem zur Dokumentation von archäologischen Ausgrabungen verwendet.

Die Dokumentation von archäologischen Blockbergungen mit GIS-Programmen wurde im Rahmen einer Masterarbeit an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart im Fach Konservierung und Restaurierung von archäologischen, ethnologischen und kunsthandwerklichen Objekten getestet.<sup>12</sup>

### Bedarfsermittlung

Um zunächst den Bedarf an einer solchen Methode zu klären und herauszufinden, welche Dokumentationstechniken

aus welchen Gründen häufig eingesetzt werden, wurde unter den Restauratoren, die archäologische Blockbergungen bearbeiten, eine Online-Umfrage gestartet. Die Teilnehmer wurden außerdem nach den Eigenschaften befragt, welche eine neue Dokumentationstechnik besitzen müsste. An der anonymen Umfrage nahmen von Dezember 2015 bis Januar 2016 insgesamt 66 Personen teil.

Dabei stellte sich heraus, dass die meisten Teilnehmer derzeit keine GIS-Programme für die Dokumentation von Blockbergungen verwenden und eine solche Methode auch noch nicht testen konnten (Abb. 2). Die Mehrheit von ihnen erklärte, mit Fotografien, Zeichnungen oder einer Kombination aus beidem zu dokumentieren. Die Befragten gaben an, eine Dokumentationsmethode anzuwenden, wenn sie einfach, schnell, genau, und außerdem kostengünstig, standardisier-



4

Blockbergung nach der Öffnung



5

In Planum 3 konnten zahlreiche Glas- und Bernsteinperlen im Hals- und Brustbereich der Bestatteten freigelegt werden. Darunter sind Holzreste sichtbar, bei denen es sich wahrscheinlich um Spuren eines Totenbrettes handelte.

bar und flexibel sei. Es war ihnen wichtig, dass die Ergebnisse mit anderen Systemen kompatibel sind und übersichtlich für jeden lesbar dargestellt werden können. Die wichtigsten Eigenschaften, die eine neue Dokumentationsmethode haben sollte, sind eine kurze Einarbeitungszeit und die Lesbarkeit der Daten mit weit verbreiteten Programmen. Direkt darauf folgten die Punkte Kostenfreiheit, eine einfache Anwendung und eine schnelle Durchführung (Abb. 3).

Insgesamt schien der hohe Zeitaufwand das größte Problem bei der Dokumentation von Blockbergungen zu sein. Wenn dieser durch eine neue Methode verringert werden würde, die außerdem präzise und kostengünstig sei, würde die Mehrzahl der Befragten sie gerne anwenden.

### Dokumentationskonzept

Daraufhin wurde eine Methode entwickelt, die mit Hilfe der Anwendung eines GIS die Dokumentation von archäologischen Blockbergungen vereinfachen und beschleunigen sollte. Die Dokumentationstechnik sollte, neben den oben genannten Anforderungen, eine hohe Genauigkeit ermöglichen und nachvollziehbare Daten erzeugen, die vielfältig nutzbar sind.

Da in einem Geografischen Informationssystem mit Vektorgrafiken auf digitalen, georeferenzierten Übersichtsaufnahmen kartiert wird, sind sämtliche Koordinaten automatisch bekannt. Die Messpunkte müssen dann nicht einzeln, wie bei einer Zeichnung mit einem Zirkel, eingemessen werden, was die Zeit für das Anfertigen einer Kartierung deutlich verkürzen würde.

Eine hohe Genauigkeit der Dokumentation kann durch eine Georeferenzierung und Entzerrung der Übersichtsbilder erreicht werden. Anschließend ist es sogar möglich, direkt in der erstellten Karte zu messen. Da mit einem Vektorobjekt beliebig viele Attributdaten direkt verknüpfbar sind, kann zusätzlich ein höherer Informationsgehalt der Dokumentation ohne einen größeren Arbeitsaufwand erreicht werden.

### Anwendungsbeispiel

Die entwickelte Dokumentationsmethode wurde an einer archäologischen Blockbergung erprobt und soll anhand dieser detaillierter beschrieben werden. Der Block wurde von Herrn Schön vom Museum Burg Bederkesa zur Verfügung gestellt und stammt aus einem birituellen Gräberfeld, das im 4. und 5. Jahrhundert nach Christus genutzt wurde. Es befindet sich in Dörringworth, einem Ortsteil von Neuenkirchen im Landkreis Cuxhaven, südlich einer Wurtengruppe, die zwischen dem 1. und 5. Jahrhundert besiedelt war.<sup>13</sup> Der Block, der 1999 geborgen wurde, enthält den oberen Bereich einer Bestattung<sup>14</sup>, die auf die Mitte oder die zweite Hälfte des 5. Jahrhunderts datiert werden konnte. Bei der Toten handelte es sich um eine 30- bis 40-jährige, kräftig gebaute

6

Nach der silbernen Scheibenfibel vom Typ Krefeld-Gellep wurde die Bestattung datiert



Frau, die verhältnismäßig reich mit Beigaben ausgestattet wurde. Außer einer Silberfibel und Silberspiralröllchen waren 218 Glas- und 35 Bernsteinperlen erhalten (Abb. 4–6). Aufgrund der Vielzahl der Beigaben war diese Blockbergung sehr gut dazu geeignet, die Kartierung mit einem GIS-Programm zu testen. Bei der Freilegung konnten mehrere Plana angelegt werden, in denen zahlreiche Objekte aus unterschiedlichen Materialien enthalten waren. Bearbeitung und Dokumentation des Blockes wurden am Niedersächsischen Institut für historische Küstenforschung Wilhelmshaven (NIhK)<sup>15</sup> durchgeführt.<sup>16</sup>

Für den Test dieser Methode wurde mit dem GIS-Programm QuantumGIS (QGIS) gearbeitet, denn es lässt sich auch ohne Vorkenntnisse leicht anwenden. Da es sich um eine Open-Source-Software handelt, kann das Programm kostenlos heruntergeladen werden.<sup>17</sup>

Bevor mit der Dokumentation begonnen werden konnte, wurde ein Arbeitstisch angefertigt, der auf die Dokumentationsmethode abgestimmt war (Abb. 7). Die Grundlage für die Dokumentation sollten photogrammetrisch entzerrte Übersichtsaufnahmen der verschiedenen Plana sein. Da dafür die Bilder senkrecht von oben aufgenommen werden müssen, war die Kamera mittig über dem Objekt an dem Aufbau montiert und senkrecht ausgerichtet. Tageslichtleuchten sorgten

für eine gleichmäßige Ausleuchtung. Auf den Übersichtsbildern mussten Passpunkte abgebildet sein, die immer in der gleichen Position im Verhältnis zur Blockbergung blieben. Daher war es nötig, vier höhenverstellbare Passpunkte am Tisch anzubringen, die sich außerhalb des Blockes befanden. Damit sie auf die jeweilige Höhe der abzubildenden Plana eingestellt werden konnten, befanden sich die Passpunkte auf Gewindestangen, die in genau senkrecht in die Tischplatte gebohrte Löcher mit Gegengewinden geschraubt wurden. Mit Hilfe dieser Konstruktion konnten also passende Übersichtsaufnahmen von jedem freigelegten Planum erstellt werden. Anschließend wurden die Übersichtsbilder im TIFF-Format in QGIS geladen und georeferenziert. Zur Georeferenzierung konnten für die Passpunkte, die auf den Übersichtsfotografien abgebildet waren, Koordinaten angegeben werden (Abb. 8). Falls die Herkunftskoordinaten des Blockes nicht bekannt sind oder die Ausgrabung nicht in einem GIS kartiert wurde, ist es möglich, ein eigenes Koordinatensystem<sup>18</sup> zu erstellen und darin eigene Koordinaten anzugeben. Diese Technik musste auch in diesem Fall angewandt werden. Gespeichert wurden nun die georeferenzierten Rasterbilder im GeoTIFF-Format, wie von IANUS empfohlen.<sup>19</sup> Die Kartierung auf den Übersichtsbildern im Rasterformat erfolgte mit Vektorgrafiken in Form von Polygonen. Dazu wurden Vektorlayer genutzt, die vor Beginn der Bearbeitung des Blockes in QGIS angefertigt und, den Empfehlungen des IANUS folgend, als ESRI-Shapefile gespeichert waren.<sup>20</sup>

Für jedes Material wurde ein Vorlagen-Layer mit festgelegtem Stil, das heißt der Darstellungsweise, wie Farbe und Beschriftung, vorgefertigt. Die Materialien bekamen dabei je eine spezifische Farbe zugewiesen. Als organisch definierte Materialien erhielten warme und anorganische Materialien kalte Farben. Auch die Sachattribute, die bestimmten, welche Informationen zum kartierten Objekt aufgenommen werden sollten, wurden definiert. Dazu gehörte bei jedem Material die Identifikationsnummer (ID), die Fundnummer, das Planum, der Quadrant im Planum, ein Textfeld für Anmerkungen und eine Abbildung. Diese Abbildung konnte hier als Verknüpfung zu einer Datei angegeben und in dem QGIS als Vorschau gezeigt werden. Für die unterschiedlichen Materialien waren noch weitere Attribute vorgegeben, die den Fund genauer beschrieben. So wurde bei Textil nach näheren Informationen zum Fadensystem oder bei Leder nach der Tierart gefragt. Eine Eingabe war bei den Attributabfragen nicht zwingend erforderlich und auch nachträglich möglich. Die ausgefüllten Attribute konnten anschließend im QGIS abgefragt oder auch als Tabellen ausgegeben werden.

War ein Planum freigelegt, wurden die Vorlagen-Layer für die zu kartierenden Materialien an einen anderen Speicherort kopiert und umbenannt, um die Vorlagen nicht zu verändern. Die neuen Layer wurden als Kartierungs-Layer in das QGIS geladen. In ihnen konnten die auf der Übersichtsaufnahme sichtbaren Funde als Vektorgrafiken nachgezeichnet werden. Nachdem ein Polygon gezeichnet war,

7

Arbeitstisch mit Stereomikroskop



Frau, die verhältnismäßig reich mit Beigaben ausgestattet wurde. Außer einer Silberfibel und Silberspiralröllchen waren 218 Glas- und 35 Bernsteinperlen erhalten (Abb. 4–6). Aufgrund der Vielzahl der Beigaben war diese Blockbergung sehr gut dazu geeignet, die Kartierung mit einem GIS-Programm zu testen. Bei der Freilegung konnten mehrere Plana angelegt werden, in denen zahlreiche Objekte aus unterschiedlichen Materialien enthalten waren. Bearbeitung und Dokumentation des Blockes wurden am Niedersächsischen Institut für historische Küstenforschung Wilhelmshaven (NIhK)<sup>15</sup> durchgeführt.<sup>16</sup>

Für den Test dieser Methode wurde mit dem GIS-Programm QuantumGIS (QGIS) gearbeitet, denn es lässt sich auch ohne Vorkenntnisse leicht anwenden. Da es sich um eine Open-Source-Software handelt, kann das Programm kostenlos heruntergeladen werden.<sup>17</sup>

Bevor mit der Dokumentation begonnen werden konnte, wurde ein Arbeitstisch angefertigt, der auf die Dokumentationsmethode abgestimmt war (Abb. 7). Die Grundlage für die Dokumentation sollten photogrammetrisch entzerrte Übersichtsaufnahmen der verschiedenen Plana sein. Da dafür die Bilder senkrecht von oben aufgenommen werden müssen, war die Kamera mittig über dem Objekt an dem Aufbau montiert und senkrecht ausgerichtet. Tageslichtleuchten sorgten

für eine gleichmäßige Ausleuchtung. Auf den Übersichtsbildern mussten Passpunkte abgebildet sein, die immer in der gleichen Position im Verhältnis zur Blockbergung blieben. Daher war es nötig, vier höhenverstellbare Passpunkte am Tisch anzubringen, die sich außerhalb des Blockes befanden. Damit sie auf die jeweilige Höhe der abzubildenden Plana eingestellt werden konnten, befanden sich die Passpunkte auf Gewindestangen, die in genau senkrecht in die Tischplatte gebohrte Löcher mit Gegengewinden geschraubt wurden. Mit Hilfe dieser Konstruktion konnten also passende Übersichtsaufnahmen von jedem freigelegten Planum erstellt werden. Anschließend wurden die Übersichtsbilder im TIFF-Format in QGIS geladen und georeferenziert. Zur Georeferenzierung konnten für die Passpunkte, die auf den Übersichtsfotografien abgebildet waren, Koordinaten angegeben werden (Abb. 8). Falls die Herkunftskoordinaten des Blockes nicht bekannt sind oder die Ausgrabung nicht in einem GIS kartiert wurde, ist es möglich, ein eigenes Koordinatensystem<sup>18</sup> zu erstellen und darin eigene Koordinaten anzugeben. Diese Technik musste auch in diesem Fall angewandt werden. Gespeichert wurden nun die georeferenzierten Rasterbilder im GeoTIFF-Format, wie von IANUS empfohlen.<sup>19</sup> Die Kartierung auf den Übersichtsbildern im Rasterformat erfolgte mit Vektorgrafiken in Form von Polygonen. Dazu wurden Vektorlayer genutzt, die vor Beginn der Bearbeitung des Blockes in QGIS angefertigt und, den Empfehlungen des IANUS folgend, als ESRI-Shapefile gespeichert waren.<sup>20</sup>

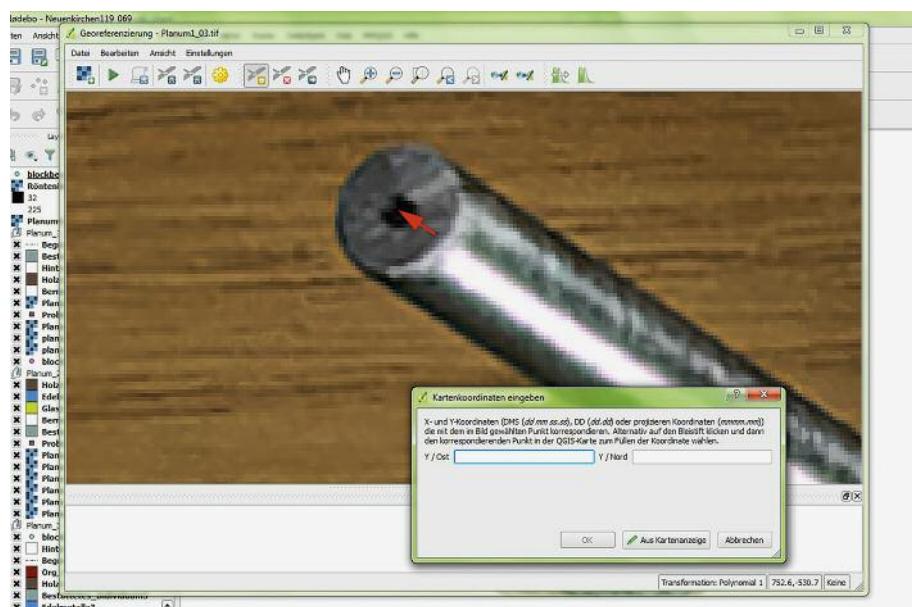
Für jedes Material wurde ein Vorlagen-Layer mit festgelegtem Stil, das heißt der Darstellungsweise, wie Farbe und Beschriftung, vorgefertigt. Die Materialien bekamen dabei je eine spezifische Farbe zugewiesen. Als organisch definierte Materialien erhielten warme und anorganische Materialien kalte Farben. Auch die Sachattribute, die bestimmten, welche Informationen zum kartierten Objekt aufgenommen werden sollten, wurden definiert. Dazu gehörte bei jedem Material die Identifikationsnummer (ID), die Fundnummer, das Planum, der Quadrant im Planum, ein Textfeld für Anmerkungen und eine Abbildung. Diese Abbildung konnte hier als Verknüpfung zu einer Datei angegeben und in dem QGIS als Vorschau gezeigt werden. Für die unterschiedlichen Materialien waren noch weitere Attribute vorgegeben, die den Fund genauer beschrieben. So wurde bei Textil nach näheren Informationen zum Fadensystem oder bei Leder nach der Tierart gefragt. Eine Eingabe war bei den Attributabfragen nicht zwingend erforderlich und auch nachträglich möglich. Die ausgefüllten Attribute konnten anschließend im QGIS abgefragt oder auch als Tabellen ausgegeben werden.

War ein Planum freigelegt, wurden die Vorlagen-Layer für die zu kartierenden Materialien an einen anderen Speicherort kopiert und umbenannt, um die Vorlagen nicht zu verändern. Die neuen Layer wurden als Kartierungs-Layer in das QGIS geladen. In ihnen konnten die auf der Übersichtsaufnahme sichtbaren Funde als Vektorgrafiken nachgezeichnet werden. Nachdem ein Polygon gezeichnet war,

7

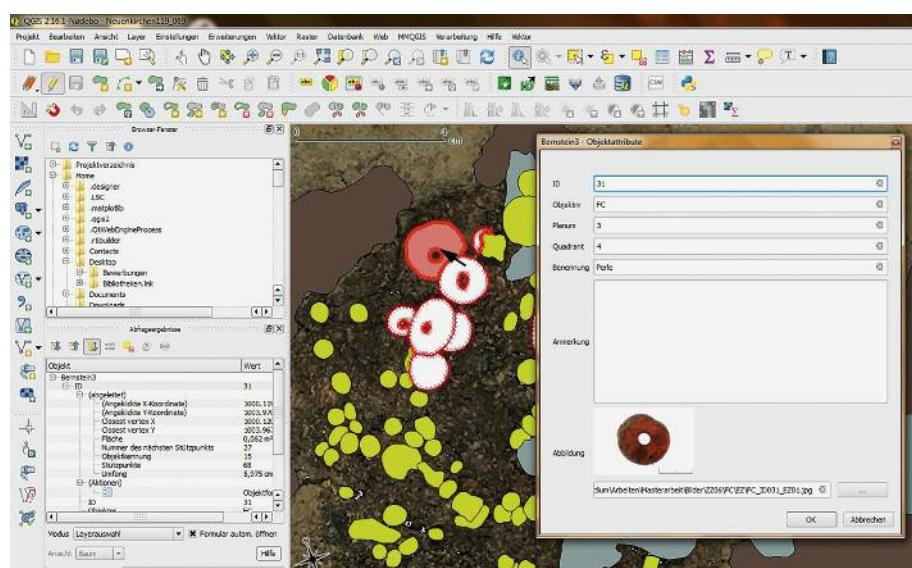
Arbeitstisch mit Stereomikroskop





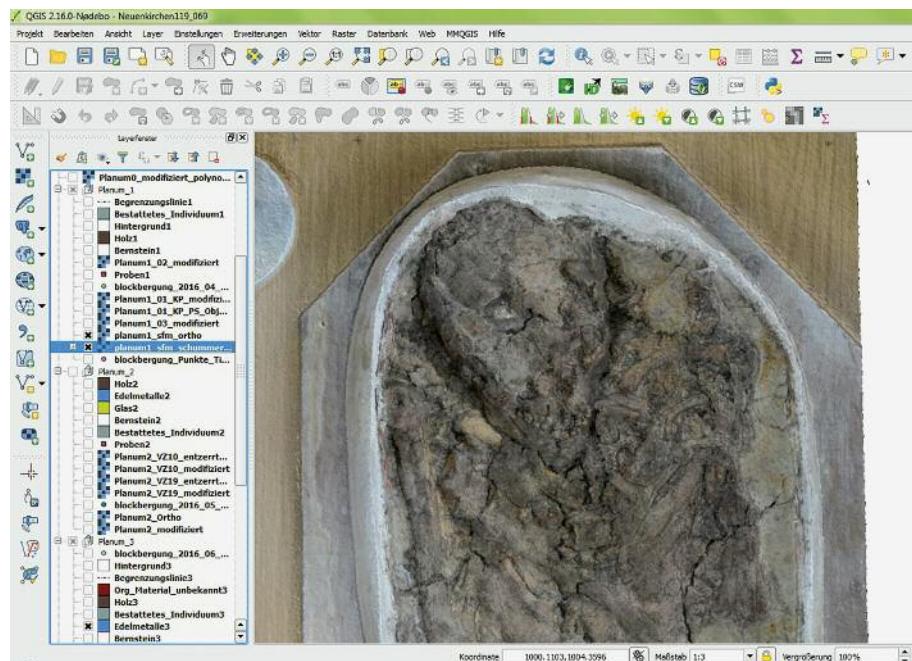
8

Georeferenzierung in QGIS



9

Ausgefüllte Attribute für eine Bernsteinperle



12

In QGIS geladenes Orthofoto



## 10, 11 Structure-from-motion (sfm)-Bilder der Blockbergung

wurden die zugehörigen Attribute ausgefüllt (Abb. 9). Spätere Änderungen konnten nicht nur an den ausgefüllten Attributen, sondern auch an der Geometrie der Polygone durchgeführt werden. Auch ein Kopieren der Objekte in an-



## 10, 11 Structure-from-motion (sfm)-Bilder der Blockbergung

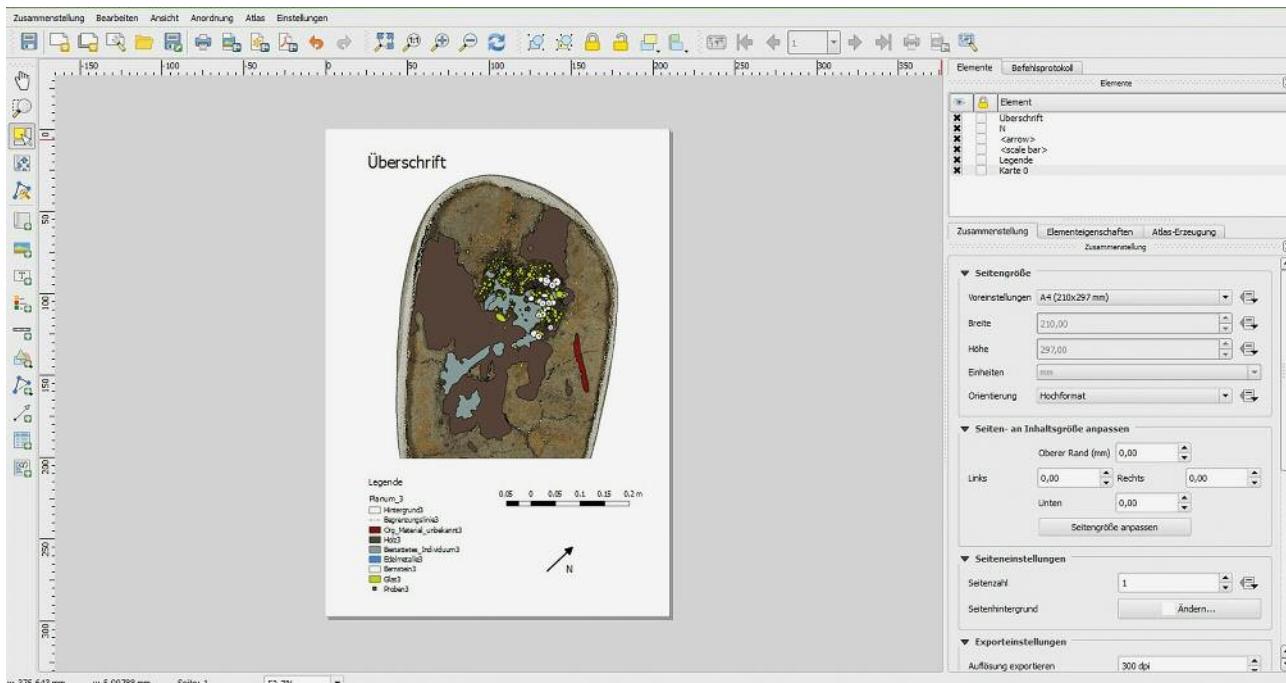
dere Layer war möglich. Die Layer blieben beliebig veränderbar. So konnte beispielsweise der Stil geändert und der Layer oder ganze Layer-Gruppen ein- und ausgeblendet werden.

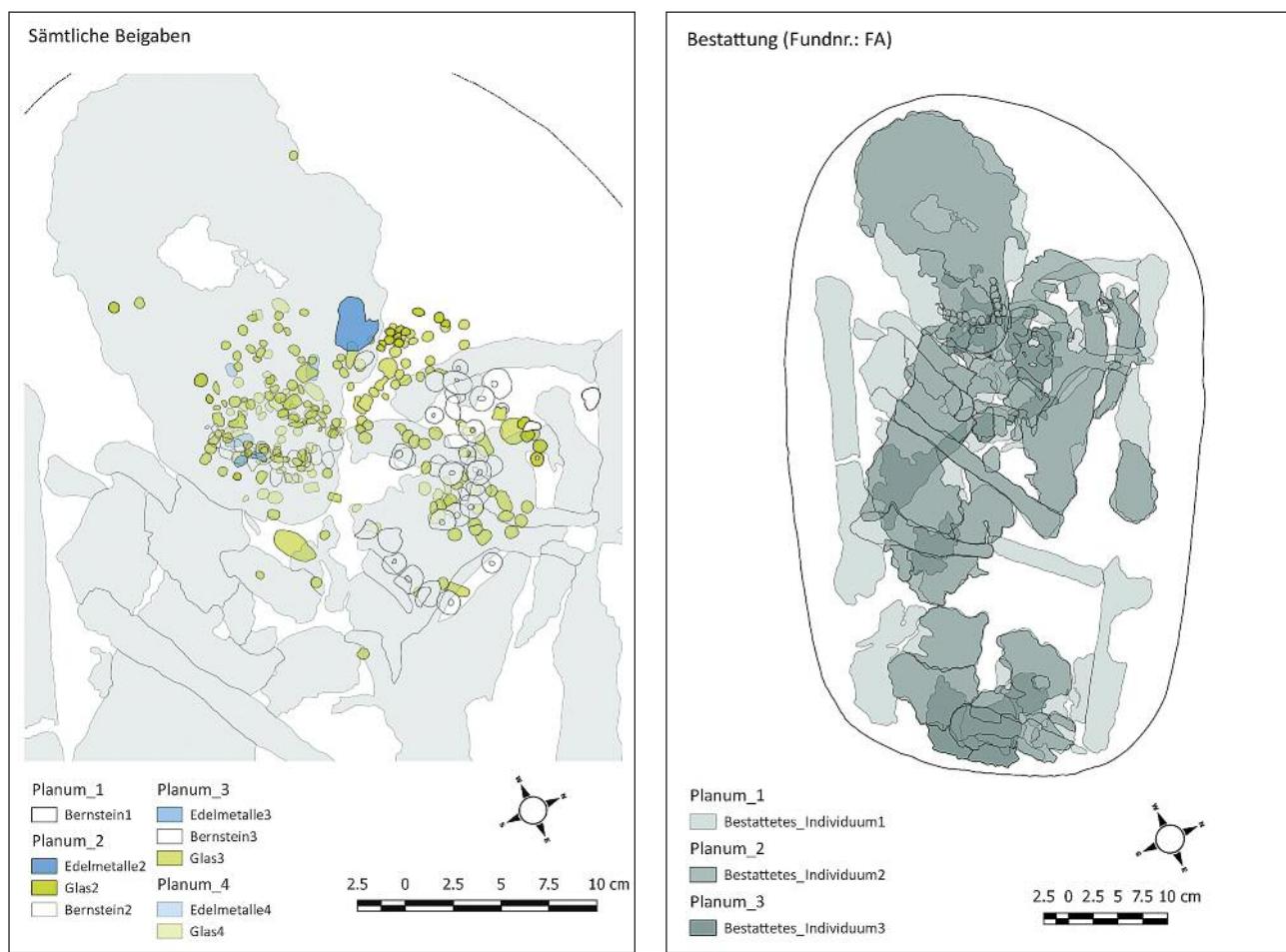
Auch die aus structure-from-motion (sfm)<sup>21</sup>-Modellen hergestellten Orthofotos konnten in die Kartierung eingefügt werden. Um dies zu zeigen, wurde von jedem freigelegten Planum ein sfm-Modell erzeugt (Abb. 10, 11). Mit Hilfe dieser fertigen 3D-Modelle erfolgte die Generierung der georeferenzierten Orthofotos, die unter anderem als GeoTIFFs ausgegeben werden konnten.<sup>22</sup> Diese Dateien wurden in das GIS geladen und dort weiterbearbeitet (Abb. 12).

Nach der Dokumentation der Funde und Befunde wurden die fertigen Kartierungen durch die Druckzusammenstellungsfunktion ausgegeben. In dieser Anwendung konnten die Karten mit Legenden, Nordpfeil und Maßstab versehen werden (Abb. 13). Dabei war es möglich, Vorlagen zu erstellen, zu denen die Karten lediglich hinzugefügt werden mussten. So waren die unterschiedlichen Kartierungen, beispielsweise die verschiedenen Plana oder Fundgruppen, einheitlich darstellbar. Die Druckzusammenstellungen können jederzeit erneut mit jeder gewünschten Kombination von Layern kreiert werden (Abb. 14, 15).

Eine Datenbank wurde bei der Dokumentation dieser einzelnen Blockbergung zwar nicht verwendet, da die Notwendigkeit bei dieser verhältnismäßig geringen Datensumme nicht bestand. Aber die in den ESRI-Shapefiles gespeicherten Attributdaten können auch nachträglich als Tabellen ausgetragen und als Datenbank bearbeitet werden.

## 13 Druckzusammenstellungsfunktion in QGIS





14, 15  
Beispiele für im GIS erstellte Kartierungen der Blockbergung

### Überprüfung der Genauigkeit

Um die Exaktheit der hier angewandten Dokumentationsmethode zu überprüfen, waren in den Übersichtsfotografien jedes Planums, auf der Oberfläche der Blockbergung verteilt, gelbe Kontrollpunkte abgebildet. Ihre Position wurde mit einem Tachymeter bestimmt und die gemessenen Koordinaten anschließend als Vektorlayer mit Vektoren in Form von Punkten in das GIS geladen. Im GIS konnten diese Punkt-Layer über die Übersichtsaufnahmen gelegt werden. So war es möglich, die Position der Punkte mit deren Abbildungen auf den georeferenzierten Übersichtsfotografien abzulegen (Abb. 16). Dabei stellte sich heraus, dass sich die Abweichungen vergrößerten, je stärker die Objekthöhe von der Höhe der Passpunkte abwich. Um die Genauigkeit der eingefügten sfm-Bilder zu kontrollieren, wurde ebenso verfahren. Hier kam es tendenziell zu größeren Abweichungen, welche zusätzlich mit der Qualität des 3D-Modells zusammenhingen.

Des Weiteren wurden Testaufnahmen angefertigt, um die Exaktheit der Georeferenzierung und Entzerrung zu überprüfen. Die Georeferenzierung dieser Bilder erfolgte auf die gleiche Art wie die der Übersichtsaufnahmen. Der Linsenfehler wurde vor den Versuchen nicht korrigiert.

Vor allem der zweite und dritte Test machen deutlich, wie sehr die Qualität der Georeferenzierung davon abhängt, dass sich die Messpunkte auf gleicher Höhe mit dem Objekt befinden. Schon ein Unterschied von wenigen Zentimetern kann zu einer Ungenauigkeit im Millimeterbereich führen. Je nach Maßstab und Verwendungszweck der Kartierung ist es also wichtig zu bedenken, dass eine Übersichtsaufnahme eines Planums mit großen Höhenunterschieden Verzerrungen enthalten kann. Um die Abweichungen zur verzerrungsfreien Darstellung möglichst gering zu halten, sollten sich die Messpunkte in solchen Fällen am besten auf der mittleren Höhe des Planums befinden.

### Vergleich der GIS-Kartierung mit einer manuellen Zeichnung

Damit die digitale Dokumentationsmethode der Blockbergung im QGIS auch mit einer von Hand angefertigten Zeichnung verglichen werden konnte, wurde ein Teil des dritten Planums im Maßstab 1:1 gezeichnet. In diesem Bereich des Planums gab es lediglich geringe Höhenunterschiede, sodass die Kartierung im GIS eine verhältnismäßig hohe

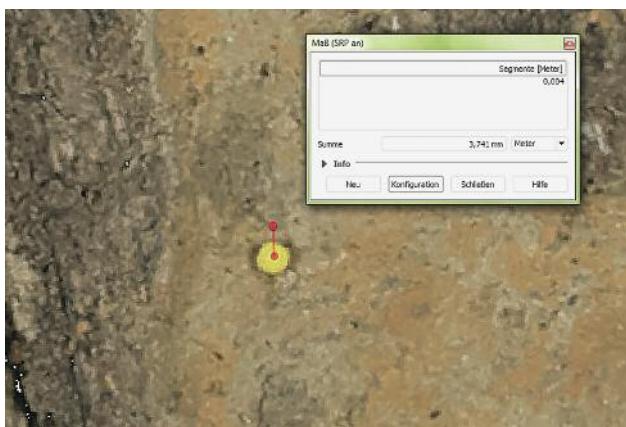
Test 1: Fragestellung	Ergebnis	Strecke	Messergebnis in cm
Entstehen Verzerrungen, wenn bzw. je weiter die Testpunkte von den Messpunkten entfernt sind? Steigert sich die Verzerrung, wenn die Punkte außerhalb des von den Messpunkten gebildeten Rechtecks liegen? (siehe Abb. 17)	Messfehler und Fehler beim Aufkleben der Punkte eingerechnet, waren allerdings keine deutlichen Tendenzen in den Abweichungen erkennbar.	1 (23,6 cm) 2 (23,6 cm) 3 (23,6 cm) 4 (23,6 cm) 5 (20 cm) 6 (20 cm) 7 (20 cm) 8 (20 cm) 9 (3,5 cm) 10 (3,5 cm)	23,6 23,7 23,6 23,5 20,0 20,1 20,1 20,1 3,50 3,56

Test 2: Fragestellung	Ergebnis	Höhe der Messpunkte in cm	Abstand zwischen Test- und Messpunkt in cm
Wie beeinflusst die Höhe der Messpunkte im Vergleich zu den Testpunkten die Verzerrung, wenn sich der Testpunkt im Zentrum der Aufnahme befindet? (Siehe Abb. 18)	Die Strecke verkürzte sich, wenn die Messpunkte niedriger als der Testpunkt waren, und verlängerte sich, wenn die Messpunkte höher waren. Die Abweichung scheint sich regelmäßig mit dem Höhenunterschied zu steigern.	0 3,25 6,5 9,75 13	46,8 47 47,1 47,2 47,3

Test 3: Fragestellung	Ergebnis	Höhe der Messpunkte in cm	Abstand zwischen Test- und Messpunkt in cm
Wie beeinflusst die Höhe der Messpunkte im Vergleich zu den Testpunkten die Verzerrung, wenn sich der Testpunkt am Rand der Aufnahme befindet? (Siehe Abb. 19)	Auch hier verkürzte sich der Abstand, wenn die Messpunkte unter dem Testpunkt lagen, und vergrößerte sich, wenn sie höher waren. Zudem konnte hier beobachtet werden, dass der Testpunkt auf dem georeferenzierten Bild nur auf der direkten Linie zwischen den Messpunkten abgebildet war, wenn sich die Messpunkte auf gleicher Höhe befanden. Wenn die Messpunkte unter dem Testpunkt lagen, schien er leicht nach außen verschoben zu sein. Die Bilder mit den erhöhten Messpunkten dagegen zeigten ihn leicht nach innen versetzt.	0 3,25 6,5 9,75 13	39,9 40,0 40,1 40,2 40,4

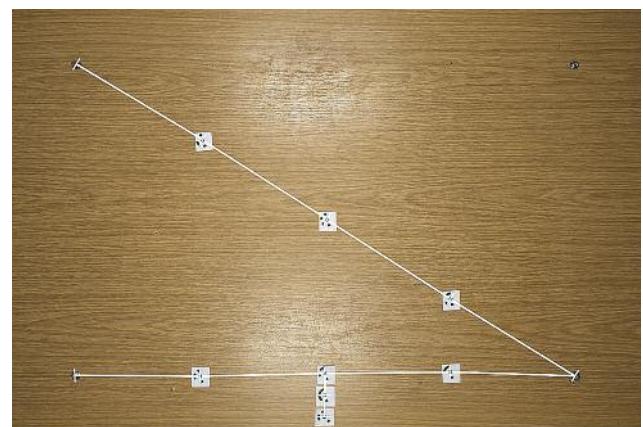
Genauigkeit aufweisen sollte. Das Einmessen der Objektpositionen für die Zeichnung erfolgte mit einem Zirkel und gekürzten Stecknadeln. Nachdem die Zeichnung eingescannt und als Rasterbild in QGIS geladen wurde, konnte sie anhand der Stecknadelköpfe ausgerichtet werden. So war ein Vergleich mit der digitalen Kartierung möglich. Es zeigte sich, dass einige Objekte zwar in ihrer korrekten Position

gezeichnet waren, es bei anderen aber zu deutlichen Ungenauigkeiten mit einer Abweichung von bis zu 5 mm kam (Abb. 20). Eine solche Verschiebung wäre ohne einen Abgleich mit einer Fotografie schwer zu erkennen. Die Zeichnung anzufertigen, nahm in diesem Fall im Vergleich zur digitalen Kartierung im GIS-Programm mehr als doppelt so viel Zeit in Anspruch.



16

Messung des Abstandes von der Abbildung eines Kontrollpunktes zu seinen mit dem Tachymeter gemessenen Koordinaten



17

Bei der ersten Testaufnahme befanden sich die Messpunkte auf einer Höhe mit den Testpunkten, hatten aber einen unterschiedlich großen Abstand zu ihnen

## Fazit

Somit konnte im GIS, auch dank des stabilen Arbeitsgerüsts und der höhenverstellbaren Messpunkte, exakt und zügig kartiert werden, auch wenn eine Verzerrung bei Höhenunterschieden zu bedenken war.

Durch das Angeben der Attributdaten war eine große Menge an Informationen in der Kartierung enthalten, die vielfältig nutzbar sind. Ebenfalls können zum Beispiel Verknüpfungen zu anderen Daten, wie digitalen Bildern oder Dokumenten, in den Attributen angegeben werden. Die Bearbeitungszeit wurde durch das Ausfüllen der Attribute nicht wesentlich erhöht.

Ein weiterer Vorteil der GIS-Kartierung ist ihre problemlose Standardisierbarkeit. Vektorlayer konnten für die unterschiedlichen Materialien vorbereitet und bei Bedarf einfach in das GIS geladen werden, was Zeit sparte und eine systematische Dokumentation erleichterte. Nicht nur die Darstellung wurde dadurch vereinheitlicht, sondern auch die in die Attributdaten aufgenommenen Informationen. Die Festlegung der Rahmenbedingungen für die Datenaufnahme in einem GIS im Hinblick auf die spätere Nutzung stellte eine vergleichbare Qualität bei der Datenaufnahme sicher.<sup>23</sup> Ein nachträgliches Hinzufügen von Attributen war möglich, wenn auch aufwändiger. Zur Dokumentation ist häufig eine Kombination von Kartierung und Fotografie sinnvoll. Kartierungen haben den Vorzug, dass ihre Interpretation für den Betrachter leichter ist als bei Fotos. Die Objekte werden beim Erstellen einer Karte automatisch selektiert und klassifiziert, und zusätzliche, auf dem Bild nicht sichtbare Informationen können hinzugefügt werden. Die Interpretation der Daten führt allerdings auch dazu, dass die dargestellten Informationen im Vergleich zu Fotografien weniger objektiv sind.<sup>24</sup> Diese Kombination war im GIS realisierbar, da die Layer mit den Kartierungen und Übersichtsaufnahmen nach Wunsch ein- und ausgeblendet werden konnten.<sup>25</sup>



18

Hier war ein Testpunkt in der Mitte des Feldes auf einer Höhe von 6,5 cm platziert. Bei der Aufnahme von fünf Bildern befanden sich die Messpunkte auf verschiedenen Höhen, unter, auf gleicher Höhe und über dem Testpunkt. Nach dem Laden der Bilder in QGIS wurde der Abstand vom Testpunkt zu einem der Messpunkte gemessen.

Auch wurde durch die Möglichkeit, die verschiedenen Layer übereinanderzulegen, die Überprüfung auf Fehler in der Kartierung vereinfacht.

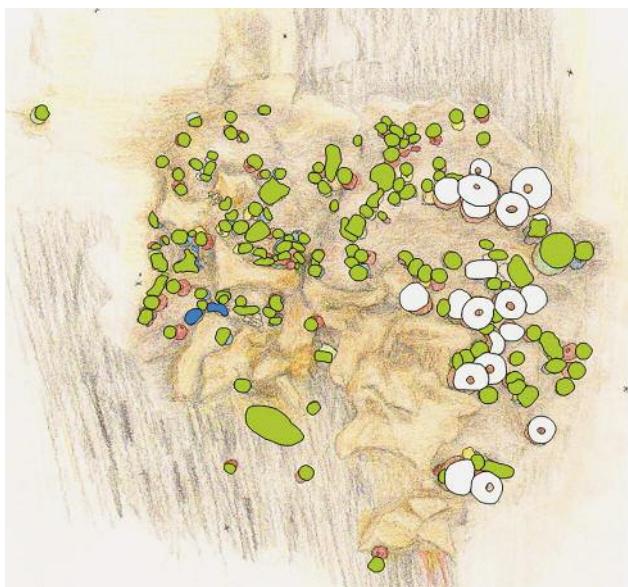
Aufgrund der Nutzung einer Open-Source-Software war die Methode zudem kostengünstig. Das Open-Source-Programm QGIS beispielsweise war sehr einfach und intuitiv anzuwenden.

Zusätzlich zu vielfältigen Gestaltungs- und Darstellungsmethoden war es auch möglich, die aus dreidimensionalen structure-from-motion-Modellen hergestellten Orthofotos problemlos in das GIS zu laden. Die Methode zeigte sich also sehr flexibel. Da die Nutzung von GIS in der Aufnahme von archäologischen Ausgrabungen weit verbreitet ist, steigt



19

Vergleich der Bilder des 3. Tests. Hier ähnelte der Versuchsaufbau dem des 2. Tests, allerdings befand sich der Testpunkt in der Mitte der langen Seitenkante des von den Messpunkten gebildeten Rechtecks.



20

Vergleich der Zeichnung mit der digitalen Kartierung

eine Dokumentation von Blockbergungen mit der gleichen Methode die Kompatibilität der Ergebnisse. So können die Daten unkompliziert in die Auswertung der gesamten Grabung mit einbezogen werden. Die Verknüpfung von GIS mit externen (Fund-)Datenbanken ist ebenfalls möglich.

Zudem können die Daten in zahlreichen, weit verbreiteten Formaten importiert und exportiert werden. In der Anwendung „Druckzusammenstellung“ sind druckbare Karten in zahlreichen Varianten erstellbar.

Eine detaillierte Anleitung für die Dokumentation von archäologischen Blockbergungen im QGIS, wie ich sie angewandt habe, findet sich in Teil III meiner Masterarbeit. Diese soll die Einarbeitungszeit in dieses Programm verkürzen und die Anwendung weiter erleichtern. Sie steht auf der Homepage vom NIhK zum Download bereit (<http://nihk.de/index.php?id=480>).

Svenja Kampe M. A.  
svenja.kampe@gmx.de

## Anmerkungen

- 1 PEEK 2013, S. 37
- 2 NOWAK-BÖCK/VOSS 2015, S. 341
- 3 NOWAK 2002, S. 25 f.; PEEK 2013, S. 38
- 4 PEEK 2013, S. 38 f.
- 5 Beispielsweise wurde am Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege ein standardisiertes Kartierungssystem für organische Materialien an archäologischen Objekten und in Blockbergungen entwickelt, das auf der Anwendung von Adobe Photoshop® basiert. Dabei soll die Kartierung auf digitalen Fotografien oder eingescannten Zeichnungen erfolgen, die im besten Fall zuvor entzerrt wurden. Hierfür stehen kostenlose Erweiterungen (Plugins) zum Download zur Verfügung (NOWAK-BÖCK/VOSS 2015, S. 341 ff.). Ein Leitfaden gibt eine Anleitung zu Installation und Anwendung (siehe [http://www.blfd.bayern.de/\\_medien/kartierungssystemorganik-erlaeuterung.pdf](http://www.blfd.bayern.de/_medien/kartierungssystemorganik-erlaeuterung.pdf)).
- 6 HUISMAN/DE BY 2009, S. 27 ff.
- 7 HUISMAN/DE BY 2009, S. 275
- 8 HUISMAN/DE BUY 2009, S. 124
- 9 Nähere Informationen hierzu finden Sie bei HUISMAN/DE BUY 2009 und WHEATLEY/GILLINGS 2002.
- 10 WHEATLEY/GILLINGS 2002, S. 5
- 11 SAVAGE 1990, S. 29
- 12 Betreut wurde die Arbeit von Prof. G. Eggert und Dipl.-Rest. A. Fischer an der SABK Stuttgart, von C. Peek M. A. und Dr. M. Mennenga am NIhK und J. Schu vom Museum Burg Bederkesa, denen ich für ihre Unterstützung danken möchte.
- 13 Freundliche Mitteilung M. Schön. Weitere Informationen zu diesem Gräberfeld bei SCHÖN 2000, S. 25 ff. und 2001, 67 ff.
- 14 Fundstellennummer: 119; Befundnummer: 069
- 15 Weitere Informationen zum NIhK unter <http://www.nihk.de/nihk-kuestenforschung-wilhelmshaven.html>
- 16 Betreut wurde die Arbeit an der Blockbergung von C. Peek und M. Mennenga vom NIhK und J. Schu vom Museum Burg Bederkesa, denen ich für ihre Unterstützung danken möchte.
- 17 Unter diesem Link kann das Programm heruntergeladen werden: <http://www.qgis.org/de/site/>.
- 18 Eine Erläuterung und weitere Informationen zu Koordinatensystemen bei HENNERMANN/WOLTERING 2014 und KOHLSTOCK 2014.
- 19 RASSMANN 2016; Bei IANUS handelt es sich um ein DFG-gefördertes Projekt zum Aufbau eines nationalen Forschungsdatenzentrums für Archäologie und Altertumswissenschaften in Deutschland.
- 20 RASSMANN 2016
- 21 Bei sfm-Modellen handelt es sich um 3D-Modelle, die aus digitalen Bildern berechnet werden. Weitere Informationen bei HAGNER/SIKORA 2015. Ein Orthofoto ist ein aus dem 3D-Modell generiertes, geometrisch korrektes Abbild des Modells senkrecht von oben.
- 22 Freundliche Mitteilung M. Mennenga; [www.agisoft.com](http://www.agisoft.com)
- 23 BROMBACH 2010, S. 197
- 24 HUISMAN/DE BY 2009, S. 444 f.
- 25 BROMBACH 2010, S. 197

## Literatur

- BROMBACH 2010: Urs Brombach, Fünf Jahre Geografisches Informationssystem. In: Augusta Raurica, Jahresberichte aus Augst und Kaiseraugst 31, 2010, S. 193–205
- HAGNER/SIKORA 2015: M. C. Hagner/P. Sikora, Der Einsatz von Structure from Motion zur archäologischen Profildokumentation – Die Vorstellung eines ersten Workflowskripts zur Erstellung einer Profilzeichnung mit Agisoft Photoscan Professional, QGIS® und GeoTIFF Examine, 2015
- HENNERMANN/WOLTERING 2014: Karl Hennermann/Manuel Woltering, Kartografie und GIS – Eine Einführung, 2. Auflage, 1. Auflage 2006, Darmstadt 2014
- HUISMAN/DE BY 2009: Otto Huisman, Rolf A. de By (Hrsg.), Principles of Geographic Information Systems – An introductory textbook, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). Enschede 2009
- KOHLSTOCK 2014: Peter Kohlstock, Kartographie, 3. Auflage, Paderborn 2014
- NOWAK 2002: Britt Nowak, Zur Bearbeitung von Blockbergungen mit organischen Resten aus archäologischen Ausgrabungen – Bergung, Konservierung und Auswertung von Zierscheibenbefunden aus dem frühmittelalterlichen Gräberfeld von Lauchheim (Ostalbkreis/Baden-Württemberg), Diplomarbeit an der Staatlichen Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, Studiengang: Restaurierung von archäologischen, kunsthandwerklichen und ethnologischen Objekten, Stuttgart 2002
- NOWAK-BÖCK 2015: Britt Nowak-Böck, Helmut Voss, 33 Digitale Kartierung von organischen Strukturen an Metallfunden – ein standardisiertes System des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege. In: Aspects of the Design, Production and Use of Textiles and Clothing from the Bronze Age to the Early Modern Era, NESAT XII: The North European Symposium for Archaeological Textiles XI, 21.–24th May 2011 in Hallstatt, Austria, hrsg. v. K. Grömer, F. Pritchard, Archaeolingua Alapítvány, Budapest 2015, S. 341–349
- RASSMANN 2016: Knut Rassmann, GIS, <http://www.ianus-fdz.de/it-empfehlungen/node/70>, 03.08.2016
- SAVAGE 1990: Stephen H. Savage, GIS in archaeological research. In: Interpreting space: GIS and archaeology, K. M. S. Allen, S. W. Green, E. B. W. Zubrow, Bristol & London 1990, S. 22–32
- SCHÖN 2000: Matthias D. Schön, Landkreis Cuxhaven – Archäologische Denkmalpflege – Größere Fundbergungen und Ausgrabungen, Nachrichten 37, Marschenrat zur Förderung der Forschung im Küstengebiet der Nordsee 2000, S. 25–26
- SCHÖN 2001: Matthias D. Schön, Röntgenuntersuchungen an Grabfunden des 4./5. Jh. n. Chr.. In: Archäologie in Niedersachsen, Band 4, hrsg. v. d. Archäologischen Kommission für Niedersachsen e.V., Oldenburg 2001, 67–69
- WHEATLEY/GILLINGS 2002: David Wheatley/Mark Gillings, Spatial Technology and Archaeology – the archaeological applications for GIS. London & New York 2002
- [www.agisoft.com/index.php?id=31](http://www.agisoft.com/index.php?id=31), Tutorial for Beginners: Orthophoto and DEM Generation (with GCPs) with AgisoftPhotoScan Professional, 03.08.2016

## Abbildungsnachweis

Sämtliche Abbildungen stammen von der Autorin.