

# Inventarisierung und Dokumentation

## Neue Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien in der Archäologischen Denkmalpflege

Die regen Ausgrabungstätigkeiten der letzten Jahrzehnte und die damit einhergehende Menge anfallenden Fundmaterials stellen neue Anforderungen an die archäologische Denkmalpflege. Diese betreffen nicht nur den restauratorischen Aufwand, sondern auch die wissenschaftliche Auswertung ausgegrabener Fundkomplexe. Überlegungen zu diesem Thema wurden bei dem Workshop „Möglichkeiten der digitalen Dokumentation archäologischer Objekte – Überlegungen für die Zukunft“, der am 17. 6. 2004 vom Landesdenkmalamt und vom Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege im Aalener Limesmuseum durchgeführt wurde, dargelegt und erörtert. Eine Vertiefung der Thematik erfolgte am 6. 12. 2004 bei der Fachtagung „Anwendung der 3D-Computertomographie in Archäologie, Restaurierung und Kunstgeschichte“ an der Fachhochschule Aalen. In Anlehnung an diese beiden Veranstaltungen sollen im Folgenden zusammenfassend die Möglichkeiten und Vorteile neuer Methoden für die Funderkennung und -verwaltung sowie Auswertung einzelner Fundstellen aufgezeigt und erläutert werden.

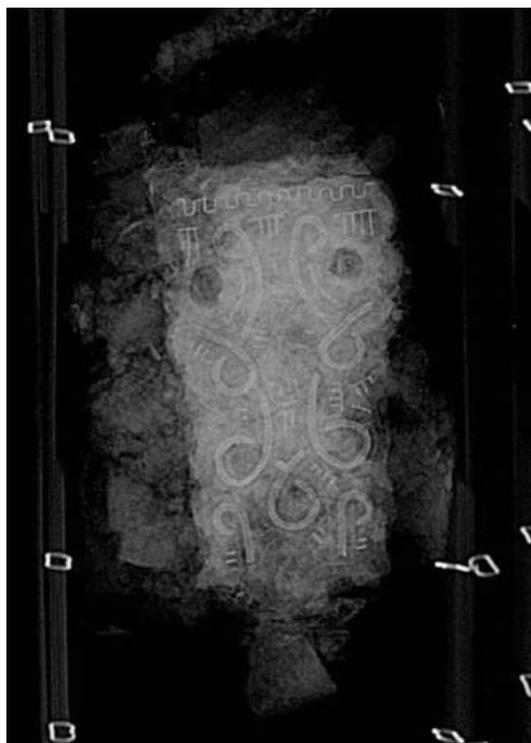
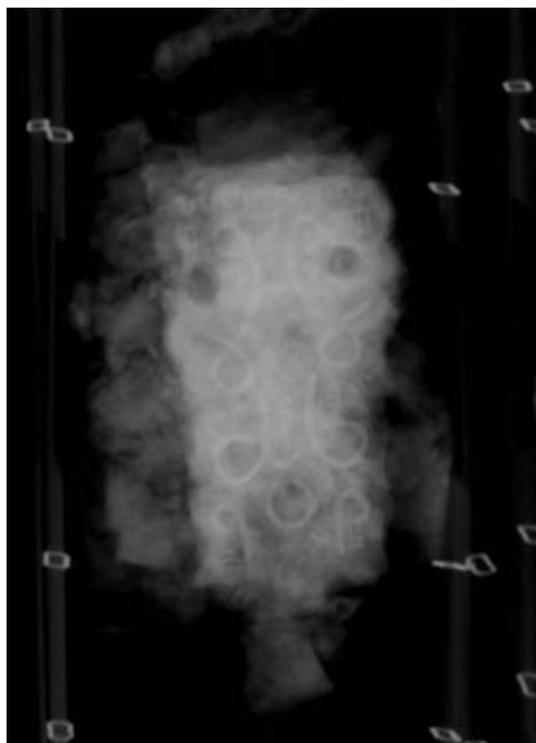
Rolf-Dieter Blumer / Janine Butenuth / Britt Nowak-Böck / Christina Peek



### Röntgen

Die zerstörungsfreie Untersuchung archäologischer Funde mittels Röntgenstrahlen hat eine lange Tradition. So wurden bereits kurz nach der

Entdeckung der Röntgenstrahlen am 8. November 1895 die ersten archäologischen Objekte durch Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) zerstörungsfrei untersucht. Seit Mitte der 60er Jahre werden sämtliche archäologischen Objekte,



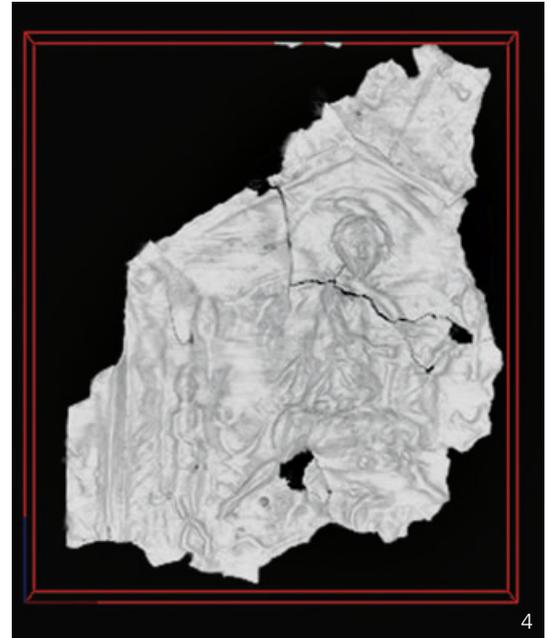
1 Digitale Röntgenaufnahme eines Eisenbeschlags mit Edelmetalleinlagen aus dem alamannischen Gräberfeld in Ulm-Böfingen, bei dem die Verzierungen schwach sichtbar sind.

2 Digitale Röntgenaufnahme desselben Beschlags. Durch nachträgliches Bearbeiten des Röntgenbildes am PC sind nun die feinen Verzierungen der Edelmetalleinlagen deutlich sichtbar.

3 Digitale Fotografie des ungereinigten Votivblechs (Zustand bei CT-Untersuchung). L. 11 cm.



4 Dreidimensionale Darstellung des computertomografierten Votivblechs nach virtueller „Freilegung“.



5 Berührungsfrei erstellte Kopie (STL) anhand der per CT gewonnenen Daten.



6 Digitale Fotografie des gereinigten Votivblechs (Zustand nach der Restaurierung).



die in die Metallrestaurierungswerkstatt der archäologischen Denkmalpflege des Landesamtes für Denkmalpflege eingehen, vor ihrer Einlagerung bzw. Restaurierung zu Erkennungs- und Dokumentationszwecken geröntgt.

Seit Juli 2004 geschieht dies nicht mehr mit herkömmlichen Röntgenfilmen, sondern mittels eines neuen Speicherfoliensystems, durch das ab sofort sämtliche Röntgenaufnahmen in einer Datenbank digital verfügbar sind. Der immense Fortschritt dieser im archäologischen Bereich neuen Untersuchungsmethode ist neben einer erheblichen Zeit- und Materialersparnis darin zu sehen, dass die erzeugten Röntgenbilddateien nachträglich so bearbeitet werden können, dass schon mit geringem Aufwand ein Maximum an Information zu einzelnen Fundobjekten gewonnen werden kann.

### Computertomografie (CT) und Stereolithografie (STL)

In der Praxis erweist sich insbesondere die Bearbeitung kleiner bzw. extrem fragiler Fundobjekte – die man kaum anfassen kann ohne sie dabei irreversibel zu beschädigen – als äußerst problematisch. Eine Freilegung derartiger Objekte ist oftmals nicht völlig schadensfrei zu bewerkstelligen. Gerade in solchen Fällen schien eine berührungsfreie Untersuchung mittels CT und verbunden damit die Erzeugung von STL-Daten zur Erstellung einer dreidimensionalen, gleichfalls berührungsfreien Kopie als ideale Möglichkeit, nicht freizulegende oder nicht zusammensetzbare Objekte erkennen und auswertbar zu machen. Auch für eingepipte, stark korrodierte und bereits in Auflösung begriffene Objekte erbringt diese Methode Erfolge.

### Computertomografie: Metall

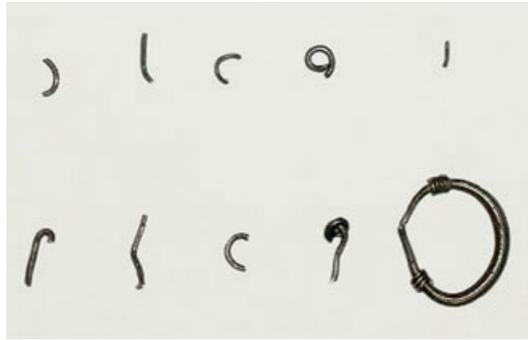
Die von Dr. Dr. h. c. Friedrich Klein geleitete Arbeitsgemeinschaft Metallguss – Steinbeis Transferzentrum an der FH Aalen verfügt über eine 3D-CT-Anlage, die sich insbesondere durch ihre hohe Auflösung bei verhältnismäßig kurzen Messzeiten auszeichnet und von Dr. Irmgard Pfeifer-Schäller betreut wird. Seit 1999 werden hier auch archäologische Objekte aus Metall per CT untersucht. Darunter befanden sich u. a. ein Votivblech (Abb. 3–6) aus dem Mithräum in Güglingen (Ldkr. Heilbronn), Steinäcker, sowie das Ringfragment (Abb. 7–12) aus dem römischen Brandgräberfeld in Rottweil, Kapellenösch. Die beiden Objekte sind geradezu prädestiniert, den großen Nutzen der CT für die restauratorische Praxis wie auch für die archäologische Auswertung aufzuzeigen.

#### COMPUTERTOMOGRAFIE (CT)

Die CT arbeitet nach dem Prinzip der Kegelstrahl-tomografie, bei der der gesamte, von der fokussierten Gleichspannungsrontgenröhre ausgehende konusförmige Röntgenstrahl genutzt wird. Der Strahl durchdringt das Messobjekt und trifft auf einen Flächendetektor, der die Schwächung der Strahlung beim Durchdringen des Objekts misst. Hierdurch entsteht eine reale Röntgenaufnahme bzw. im Zusammenhang mit der Tomografie eine Projektion. Im Laufe der Messung wird das Objekt im Röntgenstrahlkonus um 360° um seine Mittelachse gedreht. Je nach Aufnahmequalität entstehen hierdurch mehrere hundert Aufnahmen bzw. Projektionen aus verschiedenen Winkeln. Aus diesen zweidimensionalen Aufnahmen wird im Computer mit Hilfe mathematischer Algorithmen eine dreidimensionale Aufnahme rekonstruiert, die sich aus einzelnen Volumenelementen, den sog. Voxeln, zusammensetzt. Die Kantenlänge eines Voxels wird als Voxelgröße bezeichnet. Von ihr hängen die Auflösung und verbunden damit der Informationsgehalt der Messung ab. Aus den per CT ermittelten Voxeldaten können schließlich durch Festlegen des Schwellwertes, der den Übergang von beispielsweise Metall zu Luft bzw. Verunreinigungen beschreibt, STL-Daten ermittelt werden.

#### STEREOLITHOGRAFIE LANGUAGE (STL):

Die Abkürzung STL bezeichnet sowohl ein Datenformat als auch das Stereolithografie-Verfahren selbst. Unter STL-Daten versteht man ein Datenformat, mit dem Objektoberflächen geometrisch beschrieben werden können. Diese werden hierbei mit all ihren inneren und äußeren Strukturen aus miteinander verbundenen Dreiecken dargestellt und können mit allen gängigen CAD-Systemen weiterverarbeitet werden. Durch das Einlesen der STL-Daten in eine Stereolithografie-Anlage können schließlich auch maßstabsgenaue Repliken aus Kunststoff hergestellt werden.



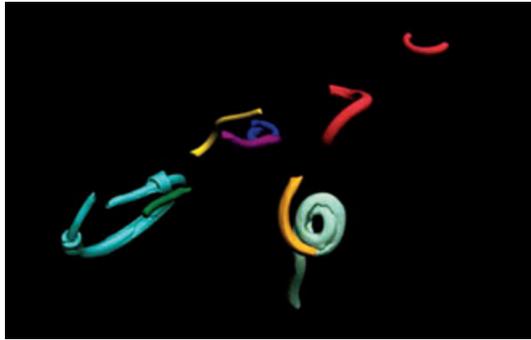
7 Digitale Fotografie der einzelnen Ringfragmente (Zustand vor CT-Untersuchung). L. ca. 15 mm.



8 Dreidimensionale Darstellung der computertomografierten Ringbruchstücke. L. ca. 15 mm.

Das aus einer Silberlegierung bestehende Mithrasvotivblech war mehr oder weniger kleinteilig zerbrochen und besonders fragil. Nicht zuletzt hierdurch wie auch durch die extrem dünne Materialstärke war eine Klebung des Täfelchens nur mit einem hohen zeitlichen Aufwand möglich. Das Blech war unterschiedlich stark korrodiert und, wie die CT-Untersuchung ergab, teilweise nur noch als Negativabdruck der Patina vorhanden. Es wurde ungereinigt computertomografisch gemessen und berührungsfrei mittels STL kopiert. Die nach der virtuellen Freilegung sichtbaren Löcher, die am Original so nicht vorhanden sind, sind auf Dichteunterschiede des Materials zurückzuführen. Eine durchgeführte Röntgenfluoreszenzanalyse zeigte, dass gerade diese Bereiche herstellungsbedingt einen höheren Kupfergehalt aufweisen. Somit konnte durch die CT auch erstmals optisch nachgewiesen werden, dass historische Bleche in ihrem Gefüge starke Materialinhomogenitäten aufweisen. Die aus den Daten gewonnenen Erkenntnisse lassen somit auch Rückschlüsse auf herstellungsbedingte Fehler zu. Die letztendlich doch noch vorgenommene Restaurierung beanspruchte im Vergleich zur CT wesentlich mehr Zeit, denn das Votivblech musste zunächst von der Rückseite her gefestigt werden. Die Festigung erfolgte durch Laminieren mit reversiblen Kunststoff und Gewebe. Erst danach konnte die verkrustete Patinaschicht abgenommen werden. Da die Oberfläche stark angegriffen

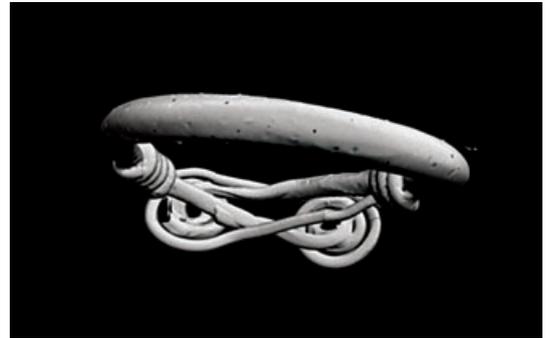
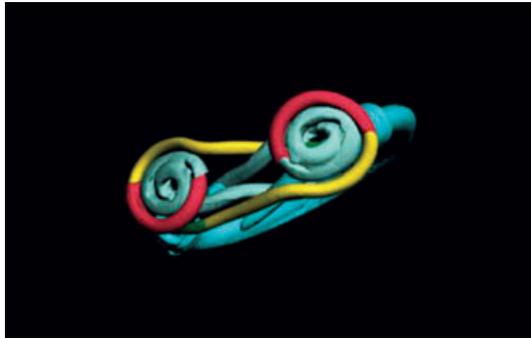
9 Dreidimensionale Darstellung der bunt eingefärbten Ringbruchstücke vor ihrer Zusammensetzung.



10 Anhand der CT-Daten zusammengesetzter Ring in 3D-Darstellung (bunte Darstellung der Einzelteile).



11 u.12 Fertig zusammengesetzter Ring in der Ansicht von vorne bzw. hinten.



war und eine homogene Patinaschicht über bzw. in der Originaloberfläche liegt, waren die durch CT gewonnenen Erkenntnisse am Original nicht eindeutig feststellbar. So ist beispielsweise der Strahlenkranz des Mithras beim Original nicht so deutlich zu erkennen, wie dies bei der dreidimensionalen CT-Darstellung bzw. bei der stereolithografischen Kopie der Fall ist. Auch der in konservatorischer Hinsicht erforderliche Überzug aus Paraloid B72 sorgt für ein Verschwinden der sehr fein ausgearbeiteten Oberflächenstrukturen. Die Restaurierung erbrachte demnach keine zusätzlichen Erkenntnisse über das Objekt selbst.

Der aus einer Silberlegierung bestehende, zerbrochene Ring einer Kleinstatuette erwies sich aufgrund seiner Kleinteiligkeit und Materialbeschaffenheit restaurierungstechnisch als nicht zusammensetzbar, zumal auch die Rekristallisation und Korrosion des Gefüges jegliche stabile Klebung verhindert hätten. Darüber hinaus unterliegt das Objekt weiteren Instabilitäten, da die Klebeflächen im Mikrobereich liegen (Gesamtdurchmesser des Objektes ca. 1,5 cm, Größe des kleinsten Bruchstückes 2 mm). Auch dieses Objekt wurde per CT untersucht. Um Messdaten des Objektes erstellen zu können, wurden seine einzelnen Bruchstücke vorsichtig auf einer Platte fixiert und dann im CT gemessen. Die Datensätze der per CT ermittelten dreidimensionalen Bruchstücke wurden dann im Bildbearbeitungsprogramm 3D-Studio-Max transferiert und hierin virtuell zusammengefügt.

Die an den beiden Objekten durchgeführten Untersuchungsmethoden haben gezeigt, dass eine virtuelle Restaurierung und Kopiererstellung mittels CT und STL sinnvoll und möglich ist. Auch

sehr dünne oder kleinteilige Objekte, die mit den herkömmlichen Methoden wenn überhaupt nur zeitaufwändig zu restaurieren sind, lassen sich so bearbeiten, dass sie für die wissenschaftliche Auswertung nutzbar sind. Hierbei sind die restauratorischen Fähigkeiten genauso gefragt wie bei einer herkömmlichen Restaurierung. Die Arbeitsschritte sind dieselben. Nach der Datenerfassung per CT kann eine Funderkennung, Freilegung und Reinigung am Bildschirm erfolgen, Bruchstücke können in entsprechenden 3D-Programmen zusammengesetzt werden.

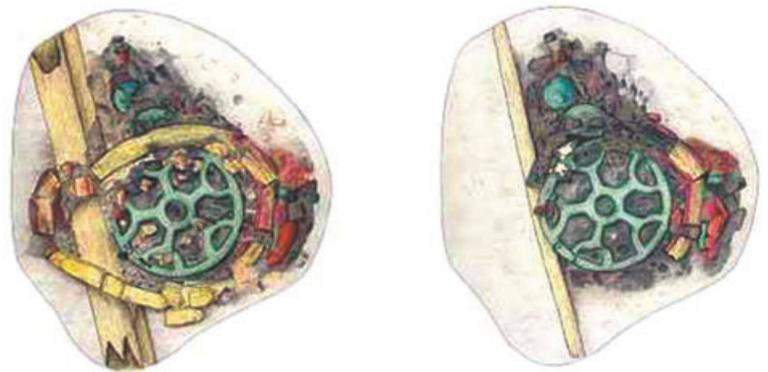
#### Computertomografie: Textilien

Ferner eignet sich die Computertomografie – wie nachfolgend dargelegt werden soll – als behutsame Untersuchungsmethode für äußerst empfindliche organische Überreste aus archäologischen Fundkomplexen.

Die bis dato durchgeführten Untersuchungen belegen für die Vor- und Frühgeschichte eine Verarbeitung und Verwendung unterschiedlicher Materialien wie auch die Herstellung und den Gebrauch eines weiten Spektrums differenter und verschiedenfarbiger Textilien. Besonderes Augenmerk galt in den letzten Jahren vor allem den Erkenntnissen zur Rekonstruktion eisenzeitlicher sowie völkerwanderungs- und merowingerzeitlicher Bekleidung sowie den zahlreichen Aufschlüssen über die Trageweise der in Gräbern niedergelegten Trachtaccessoires. Leider war es bislang nur bedingt möglich, bestimmte Verfahren und Entwicklungen in der Lederverarbeitung und Textilproduktion oder die bevorzugte Verwendung verschiedener Verzierungsarten bzw. Gewebemuster chronologisch und geografisch

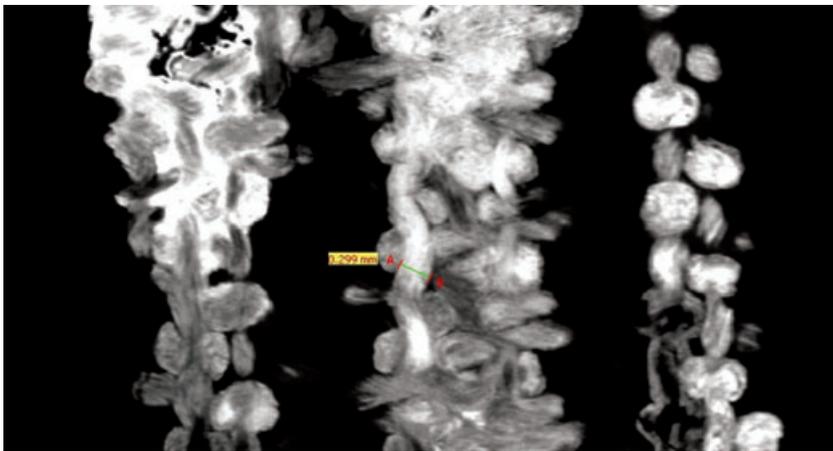
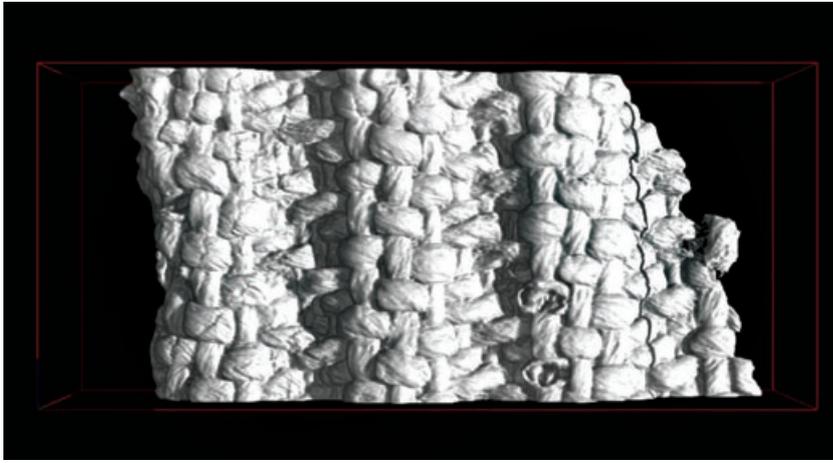
einzugrenzen. Schwer fallen ferner Aussagen zum regionalen oder zeitlichen Wandel einzelner Bekleidungsstücke und organischer Trachtelemente innerhalb einer Geschichtsperiode. Der Grund hierfür ist vor allem darin zu suchen, dass zumeist nur einzelne ausgewählte Befunde, äußerst selten jedoch sämtliche Organica eines Fundkomplexes analysiert, technologisch untersucht und systematisch ausgewertet wurden.

Stratigrafische Untersuchungen, technologische Analysen und Materialbestimmungen lassen sich sowohl an im Block geborgenen Fundstücken wie auch an bereits aus dem Befundzusammenhang separierten Metallobjekten mit ankorrodierten organischen Überresten durchführen. Üblicherweise werden die in Blockbergungen gesicherten Organica schichtweise freigelegt, untersucht und anschließend abgetragen. Um eine spätere Zuordnung entnommener Schichten und Fragmente zu gewährleisten, ist bei jeder Untersuchung eine umfangreiche Dokumentation zwingend erforderlich. Da die in Erdblöcken geborgenen Organica nicht nur vollständig erfasst, sondern auch in ihrer originalen Position, Ausrichtung und Abfolge untersucht werden können, ist häufig eine genaue Zuordnung aller erhaltenen Schichten möglich. Dies ermöglicht wiederum weit reichende Aussagen zur ursprünglichen Funktion bzw. Verwendung der erhaltenen Gewebe-, Leder- und Pflanzenreste. Neben den zumeist weit reichenden Erkenntnissen bringt diese Untersuchungsmethode jedoch auch einige entscheidende Nachteile mit sich. Problematisch ist beispielsweise der enorme Zeitaufwand einer stratigrafischen Erfassung von Befundblöcken. Konservatorische und restauratorische Maßnahmen sowie Freilegung, Analyse und Abtrag aller organischen Schichten, vor allem aber die aufwändige zeichnerische Dokumentation, können je nach Größe des Befundes einige Wochen, in Ausnahmefällen mehrere Monate beanspruchen. In der Regel ist die Untersuchung von bereits aus dem Befundzusammenhang separierten Metallfunden, d. h. Einzelteilen mit ankorrodierten organischen Resten, deutlich weniger zeitintensiv. Die erhaltenen Organica können ohne aufwändige Vorarbeiten bzw. ohne eine langwierige Freilegung sofort erfasst und der Verlauf einzelner Schichten problemlos verfolgt werden. Üblicherweise ist hier eine Dokumentation bestehend aus Übersichtsaufnahmen und Befundzeichnungen von Vorder- und Rückseite sowie einigen Detailfotos der organischen Reste ausreichend. Leider können bei einer Untersuchung von Einzelfunden zumeist deutlich weniger Erkenntnisse über die ursprüngliche Funktion und Verwendung anhaftender organischer Überreste erzielt werden. Problematisch ist beispielsweise, dass bei den vorder- und



13 Dokumentation einer Blockbergung mit Zierscheibengehänge aus Bestattung 407 des Gräberfeldes von Lauchheim (Ostalbkreis).

14 Dokumentation einer Riemenzunge mit mehrschichtigen Textilresten aus Bestattung 58 des Gräberfeldes von Aalen-Unterkochen (Ostalbkreis).



15 *Dreidimensionale Darstellung des computertomografierten Gewebefragmentes (Schauseite).*

16 *Frontaler Mikroschnitt durch das Gewebefragment (Schauseite).*

17 *Sagittaler Mikroschnitt durch das Gewebefragment.*

18 *Umzeichnung des sagittalen Mikroschnittes.*

rückseitig ankorrodierten Organica häufig nur die oberste Lage, nicht aber die darunter befindlichen Reste zu erkennen sind. Da sich die fest zusammenhaftenden Schichten nur selten voneinander trennen lassen, können keine Informationen über Materialart, Bindung und Verarbeitung der verborgenen Schichten gewonnen werden. Mit den herkömmlichen Untersuchungsmethoden sind auch in Zukunft nur wenige der in den Werkstätten eintreffenden organischen Funde und Befunde zu bearbeiten. „Serienuntersuchungen“, d. h. Untersuchungen sämtlicher organischer Reste eines Fundplatzes, erscheinen angesichts des personellen und finanziellen Standes des Landesamtes für Denkmalpflege derzeit undenkbar. Um den Zeitaufwand einer Untersuchung zu verringern und Quantität sowie Qualität der Ergebnisse zu verbessern, werden seit einigen Monaten verstärkt neue Analysemethoden erprobt. Mit einer Versuchsreihe zur Visualisierung überlieferter Gewebe mittels der 3D-CT-Anlage an der FH Aalen, sollte ein möglicher Einsatz digitaler Untersuchungsmethoden für die archäologische Textilforschung getestet werden. Für die Analysen wurden sowohl organische als auch mineralisierte Textilproben aus feuchtem und trockenem Bodenmilieu ausgewählt. Besonders hervorzuheben sind die Ergebnisse der computertomografischen Messungen an einem vollkommen

mit Eisenkorrosionsprodukten durchtränkten Gewebefragment aus Grab 11 des frühmittelalterlichen Friedhofes von Aschheim (Ldkr. München). Für die Untersuchungen wurde ein kleiner Gewebeausschnitt ausgewählt. In der zugehörigen 3D-CT-Darstellung konnte die Struktur des Textils erstmalig eindeutig erkannt werden. Ohne Zeitaufwand ließen sich an den digitalen Aufnahmen Stärke und Dichte der verarbeiteten Fäden exakt messen. Ferner konnte im Bild die Spinnrichtung der sichtbaren Fäden erkannt werden.

Virtuell angelegte Schnitte entlang des Kett- und des Schussfadensystems erbrachten wertvolle Ergebnisse zur Bestimmung der Gewebebindung. Die angeschnittenen Fäden zeichneten sich als helle Punkte ab während die Garne des zweiten Fadensystems als parallel verlaufende Bahnen zu erkennen waren. Beim „Durchfliegen“ der einzelnen Schnittebenen konnten Anordnung sowie Verlauf eines jeden Fadens beobachtet und anschließend mittels digitaler Einzelaufnahmen exakt dokumentiert werden. Nach Auswertung des Bild- und Filmmaterials war die Bindung eindeutig zu bestimmen. Bei dem untersuchten Textilrest handelte es sich zweifelsfrei um das Fragment eines für das Frühmittelalter typischen so genannten Rippenköpers.

Untersuchungen an weiteren Gewebefunden ergaben, dass mit der Computertomografie auch umfangreiche Analysen mehrschichtig vorliegender organischer Reste möglich waren. In den Aufnahmen der zuvor durchgeführten CT-Messungen wurden herstellungs- und verarbeitungstechnische Details verdeckter Textilschichten sichtbar, welche zuvor unter dem Mikroskop nicht erkannt werden konnten.



Die bis dato erzielten Ergebnisse belegen, dass sich die 3D-CT auch für Beobachtungen und Untersuchungen an verschiedenartigen Gewebefragmenten aus archäologischen Befundzusammenhängen eignet. Mit den Messungen können kaum noch sichtbare Gewebestrukturen nicht nur in kurzer Zeit genau erfasst, sondern auch textiltechnologisch ausgewertet werden. Die digitalen hochauflösenden Darstellungen machen eine aufwändige zeichnerische Dokumentation weitgehend überflüssig. In Zukunft soll überprüft werden, ob die Computertomografie auch bei Untersuchungen größerer Blockbergungen mit vielschichtigen organischen Resten eingesetzt werden kann.

## Inventarisierung

Zu weiteren Dokumentationszwecken werden die in die Metallrestaurierungswerkstatt des Landesamtes für Denkmalpflege eingehenden Fundobjekte systematisch erfasst, bevor sie restauriert oder eingelagert werden. Die Einlagerung der meisten Objekte aus Ausgrabungen des Landesdenkmalamtes erfolgt seit 1983 im Rahmen der präventiven Konservierung mittels Tieftemperaturlagerung in einem Gefriermagazin bei  $-20^{\circ}\text{C}$ . Das Gefriermagazin in der Esslinger Restaurierungswerkstatt beinhaltet momentan Fundobjekte aus knapp 400 Fundstellen, deren Gesamtgewicht sich auf etwa 16 t beläuft. Zur optimalen Raumausnutzung werden die einzelnen Fundstellenkomplexe Platz sparend in nummerierten Großkartons verstaubt. Da die Verwaltung der im Gefriermagazin verwahrenen Funde einer ständigen Erweiterung unterliegt, wird sie heute mit Hilfe digitaler Medien betrieben.

Seit 1989 (damals Arbeitsstelle Schwäbisch Gmünd) wurden verschiedene Computerprogramme für die elektronische Fundverwaltung erprobt, die jedoch allesamt scheiterten, da sie für eine transparente Funderfassung entweder unzureichend

1	Grab	Obj.-Nr.	Fd.-Nr.	Objekt	Rfno-Nr.	Verbleib	Karte	Rege	Abg.-Da	Frr
2	1	1	1	Fe-Bz-Gürtelschnalle	RF4a	S				
3	1	2	1	Sax	RF22	PH	LGa	K 1		
4	1	3	1	Pfeilspitzen	RF26	PH	QG	K 1		
5	1	4	1	Feuerstein	RF26	PH	QG	K 1		
6	1	5	1	Fe-Messer	RF26	PH	QG	K 1		
7	1	6	1	Keramikgefäß		PH	QG	K 1		
8	2	1	2	Fe-Gürtelschnalle	RF4	PH	LK	K 1		
9	2	2	2	Fe-Teil	RF4	PH	LK	K 1		
10	3	1	3	Fe-Gürtelschnalle	RF4	PH	OK	K 1		
11	3	2	3	Fe-Teil	RF4	PH	OK	K 1		
12	3	3	3	Fe-Teil	RF4	PH	OK	K 1		
13	4	1	4	Fe-Schmuckstück	RF4	PH	LK	K 1		
14	4	2	4	Reste e. Schweine-Unterkiefers						
15	5	1	5	Fe-Gürtelschnalle	RF4	PH	LM	K 1		
16	5	2	5	Fe-Messer	RF4	PH	LM	K 1		
17	5	3	5	Fe-Teil, quadr.	RF4	PH	LM	K 1		
18	5	4	5	2 Fe-Nägel	RF4	PH	LM	K 1		
19	5	5	5	Fe-Platte, zerbr.	RF4	PH	LM	K 1		
20	6	1	6	Fe-Pfeilspitze	RF4	PH	LK	K 1		
21	6	2	6	Fe-Pfeilspitze	RF4	PH	LK	K 1		

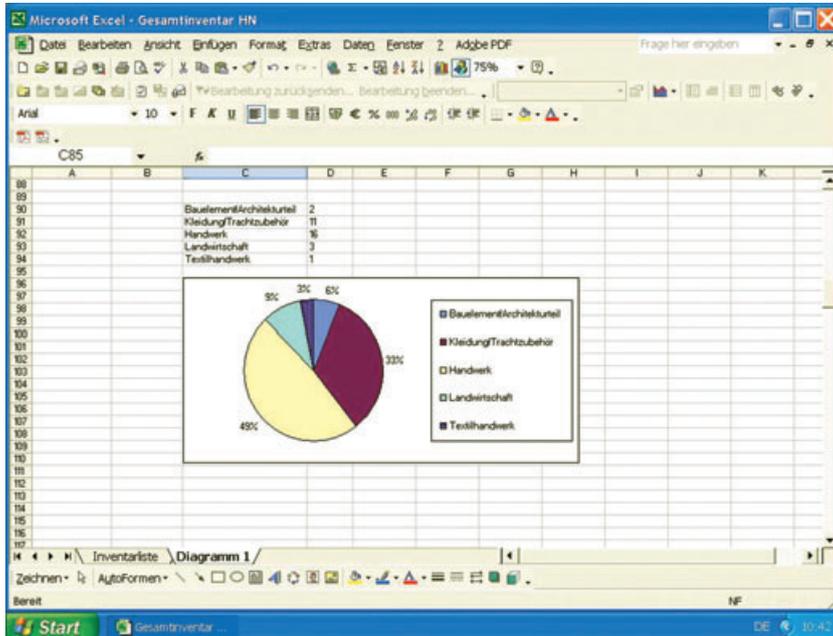
1	Fundstelle	Objekt	Material	Oberfläche	Funktion	Verbleib	Karte	Rege	Abg.-Da	Frr	
46	Heidenheim	Schneidmesser	Bronze	Schneidmesser	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
47	Heidenheim	Schneidmesser	Bronze	Schneidmesser	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
48	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	1	GM	12	2030	
49	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
50	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Unbestimmt	2	GM	12	2030	
51	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
52	Heidenheim	Schildnagel	Bronze	Schildnagel	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
53	Heidenheim	Schildnagel	Bronze	Schildnagel	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
54	Heidenheim	Anhänger	Bronze	Anhänger	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	1	GM	12	2030	
55	Heidenheim	Fibel	Bronze	Fibel	Bronze	verbleibt	Kleidung/Trachtzubehör	1	GM	12	2030
56	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
57	Heidenheim	Schildnagel	Bronze	Schildnagel	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
58	Heidenheim	Lenzspitzenzwecher	Bronze	Lenzspitzenzwecher	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
59	Heidenheim	Anhänger	Bronze	Anhänger	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	1	GM	12	2030	
60	Heidenheim	Panzerhülle	Bronze	Panzerhülle	Bronze	Bewaffnung	2	GM	12	2030	
61	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
62	Heidenheim	Zugbeschlag	Bronze	Zugbeschlag	Bronze	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
63	Heidenheim	Anhänger	Bronze	Anhänger	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	1	GM	12	2030	
64	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
65	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
66	Heidenheim	Schildnagel	Bronze	Schildnagel	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
67	Heidenheim	Schneidmesser	Bronze	Schneidmesser	Bronze	Bewaffnung	1	GM	12	2030	
68	Heidenheim	Fibel	Bronze	Fibel	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	3	GM	12	2030	
69	Heidenheim	Verschleißstreifen	Bronze	Verschleißstreifen	Bronze	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
70	Heidenheim	Remenzgeschlag	Bronze	Remenzgeschlag	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	1	GM	12	2030	
71	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Unbestimmt	29	GM	12	2030	
72	Heidenheim	Unbestimmt	Blei	Unbestimmt	Blei	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
73	Heidenheim	Zierbeschlag	Bronze	Zierbeschlag	Bronze	Unbestimmt	1	GM	12	2030	
74	Heidenheim	Nadel	Eisen	Nadel	Eisen	Handwerk	1	RM	10	5992	

1	Fundstelle	Objekt	Material	Oberfläche	Funktion	Verbleib	Karte	Rege	Abg.-Da	Frr
714	Esslingen	Schnalle	Eisen	Schnalle	Eisen	(Mtl.)				
810	Esslingen	Ring	Bronze	Ring	Bronze	Benutzung	1	S		
815	Esslingen	Ring	Bronze	Ring	Bronze	Bauwesen/Rechtswesen	1	GM		
865	Esslingen	Öse	Bronze	Öse	Bronze	Bewaffnung	1	GM		
891	Esslingen	Öse	Bronze	Öse	Bronze	Folienverpackung	restauriert	1	S	
905	Esslingen	Knopf	Bronze	Knopf	Bronze	Handwerk	restauriert	1	S	
931	Esslingen	Anhänger	Bronze	Anhänger	Bronze	Haarhals	restauriert	1	S	
935	Esslingen	Hälchen	Bronze	Hälchen	Bronze	Halsband	restauriert	2	GM	
937	Esslingen	Öse	Bronze	Öse	Bronze	Lederhandschuh	restauriert	1	GM	
938	Esslingen	Gürtelschnalle	Bronze	Gürtelschnalle	Bronze	Lederhandschuh	restauriert	1	S	
939	Esslingen	Schnalle	Eisen	Schnalle	Eisen	Halsband/Tasche	restauriert	2	S	
940	Esslingen	Schnalle	Eisen	Schnalle	Eisen	Handwerk	restauriert	1	GM	
941	Esslingen	Nadel	Bronze	Nadel	Bronze	Unbestimmt	restauriert	1	S	
942	Esslingen	Knopf	Bronze	Knopf	Bronze	Unbestimmt	restauriert	1	S	
943	Esslingen	Knopf	Eisen	Knopf	Eisen	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
944	Esslingen	Hälchen	Bronze	Hälchen	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
945	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
946	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	3	S	
947	Esslingen	Knopf	Eisen	Knopf	Eisen	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
948	Esslingen	Hälchen	Bronze	Hälchen	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	2	S	
949	Esslingen	Kette	Bronze	Kette	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
950	Esslingen	Öse	Bronze	Öse	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
951	Esslingen	Ring	Bronze	Ring	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
952	Esslingen	Knopf	Eisen	Knopf	Eisen	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
953	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
954	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
955	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
956	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
957	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
958	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
959	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
960	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
961	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
962	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
963	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
964	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
965	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
966	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
967	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
968	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	
969	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	S	
970	Esslingen	Schnalle	Bronze	Schnalle	Bronze	Kleidung/Trachtzubehör	restauriert	1	GM	

19 Prototyp der Inventarliste des frühmittelalterlichen Gräberfeldes „Wasserfurch“ in Lauchheim.

20 Ausschnitt aus dem Gesamtinventar HDH mit Angaben zu Fundstelle, Fund- und Befundnummer, Typ, Material, Oberfläche, Funktion, Anzahl, Verbleib und Kistennummer. Die blau unterstrichenen Röntgenfotonummern sind per Hyperlink mit den externen Röntgenbild-dateien verlinkt.

21 Ausschnitt aus dem Gesamtinventar ES mit aktiviertem Filter, durch den in diesem Fall sämtliche Fundobjekte, die der Funktion Kleidung/Trachtzubehör zuzuordnen sind, übersichtlich angezeigt werden.



22 Kreisdiagramm mit den Prozentangaben derjenigen Fundobjekte aus der Fundstelle Bruchhöhe (Gem. Nordheim, Kr. Heilbronn), die ihrer Funktion nach den Kategorien Bauelement/Architekturteil, Kleidung/Trachtzubehör, Handwerk, Landwirtschaft bzw. Textilhandwerk zuzuordnen sind.

oder aber zu zeitaufwändig in der Betreuung waren. Erste erfolgreiche Versuche einer fundierten Fundverwaltung wurden zwischen Dezember 2002 und Mai 2003 im Rahmen der Inventarisierung der Funde aus dem Lauchheimer Gräberfeld „Wasserfurche“ unternommen. Das Inventar wurde hierbei erstmals mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms „Excel“ erstellt, das üblicherweise hauptsächlich im kaufmännischen Bereich zur Registrierung von Lagerbeständen angewandt wird.

Basierend auf den für Lauchheim konzipierten Inventarisierungskriterien werden seit September 2003 alle im Gefriermagazin verwahrten Fundkomplexe ihren Landkreisen entsprechend in einem Gesamtinventar systematisch erfasst. Um die einzelnen Objekte der jeweiligen Fundkomplexe später schnell wieder auffinden zu können, werden diese mit den wichtigsten Angaben in die Inventarlisten aufgenommen. Ergänzt werden die Inventarlisten mit Hyperlinks, durch die beispielsweise Röntgenfotos sofort per Mausklick aufgerufen werden können. Zeitaufwändiges Suchen in der Registratur entfällt hierdurch und die originalen Röntgenfotos werden geschont. Hierfür wäre jedoch ein komplett digitales bzw. digitalisiertes Röntgenbildarchiv erforderlich. Auf gleiche Weise könnten bei bereits restaurierten Objekten digitale Restaurierungsberichte, Objektfotografien, etc. verfügbar gemacht werden.

Somit entsteht eine Art Datenbank, in der mittels Filterfunktionen auf einfach zu handhabende Weise einzelne Fundobjekte nach bestimmten Kriterien – wie etwa Fundort bzw. -stelle, Typ, Material, Funktion, etc. – ausgefiltert werden können. Dabei ist es unumgänglich, für jede Einzelinformation eines Fundobjektes eine eigene Spalte zu erstellen, da erst hierdurch alle Filterfunktionen

sinnvoll zu nutzen sind. Ferner ist unbedingt darauf zu achten, dass für gleiche Objekte die gleiche terminologische Nomenklatur verwendet wird. Die Verwendung eines einheitlich geregelten Fachwortschatzes zur gründlichen Funderfassung und -verwaltung erweist sich daher als unvermeidbar. Erschwert wird dies nicht zuletzt dadurch, dass bisher für die ur- und frühgeschichtliche Archäologie kein Wörterbuch existiert. Ein derartiger Grundwortschatz sollte unbedingt eingehalten werden und für alle im archäologisch-restauratorischen Bereich anfallenden Dateien und Dokumente als verbindlich gelten. Gleiches gilt für die Vergabe von Grabungsnummern, die für ein schnelles und unkompliziertes Auffinden bzw. Zuweisen einzelner Fundkomplexe unbedingt notwendig sind. Die als Grundgerüst vorhandene Exceltabelle kann demnach als eine Art „Datenbaum“ fungieren, der verschiedene Datensätze ausfiltert und mittels Hyperlinks Zugriffsmöglichkeiten auf externe Daten bietet. Bei allgemeiner Zugänglichkeit der digitalen Inventarlisten (z. B. durch ein gemeinsames Laufwerk bzw. via Intranet) wäre hierdurch sowohl für Restauratoren als auch für Archäologen ein einfach zu handhabendes Arbeitsmedium mit unkomplizierten Zugriffsmöglichkeiten geschaffen.

Als weitere wichtige Komponente bietet dieses Programm schließlich auch die Möglichkeit der schnellen, statistischen Fundauswertung und verbunden damit die Erstellung publikationsfähiger Diagramme. Auch Serienauswertungen lassen sich hierdurch wesentlich einfacher bewerkstelligen, als dies mit konventionellen Methoden der Fall ist. Nicht zuletzt durch diese Funktionen können die in Excel verfassten Inventarlisten eine wichtige Grundlage für die wissenschaftliche Auswertung einzelner Fundstellen schaffen.

Es versteht sich jedoch von selbst, dass die sinnvolle Nutzung derartiger Daten nur dann gewährleistet sein kann, wenn sie dauerhaft gepflegt werden.

**Rolf-Dieter Blumer**

**Janine Butenuth M. A.**

**Christina Peek M. A.**

Regierungspräsidium Stuttgart

Landesamt für Denkmalpflege

Berliner Straße 12

73728 Esslingen am Neckar

**Dipl. Rest. Britt Nowak-Böck**

Bayerisches Landesamt

für Denkmalpflege München

Hofgraben 4

80539 München