

Wolfram Jäger, Kay-Michael Müller, Daniel Jäger,
Anke Eis, Toralf Burkert, Volker Stoll

**Archäologische Aufarbeitung
zerstörter Baudenkmale (ArchAuf) –
Bauarchäologische Aufarbeitung von
zerstörten wertvollen Kulturdenkmalen
mit dem Ziel
einer Anastylose**

F 3230

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2021

ISBN 978-3-7388-0632-8

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Endbericht

F:\2-G-JI-GmbH\0-Projekte\2017\17-4024_PAL\03 Berichte\19-08-31-Endbericht+Leitfaden\19-12-13-Endbericht.docx

**Archäologische Aufarbeitung zerstörter Baudenkmale
(ArchAuf)**

Titel:

„Bauarchäologische Aufarbeitung von zerstörten wertvollen Kulturdenkmälern mit dem Ziel einer Anastylose“

**Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
(BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
(BBR)**

Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Zukunft Bau
Forschungsförderung des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt-
und Raumförderung gefördert.

Aktenzeichen: SWD-10.08.187-17.50

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den
Autoren.

Antragsteller:

Jäger Ingenieure GmbH

Büro für Tragwerksplanung

Wichernstraße 12 * 01445 Radebeul

Tel.: (0351) 83296-0 * Fax: 83296-50

Bearbeiter:

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger

Dipl.-Ing. Kay-Michael Müller

Dipl.-Wi.-Ing. Daniel Jäger

Dipl.-Ing. (FH) Anke Eis

Dr.-Ing. Toralf Burkert

Dipl.-Ing. Volker Stoll

Datum:

30.08.2019



Dipl.-Ing. (FH) Marko Philipp
Geschäftsführer
Jäger Ingenieure GmbH



Prof. Dr.-Ing. W. Jäger
Qualifizierter Tragwerksplaner
IK Sachsen Nr. 60499



Dipl.-Ing. Kay-M. Müller

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Ziel des Forschungsvorhabens	7
1.2	Beschreibung der zu lösenden Probleme	7
1.3	Begründung des Forschungsvorhabens	8
1.4	Ausgangsbasis für das Forschungsvorhaben	8
1.5	Forschungsabstract	9
1.6	Untersuchungsmethodik	10
2	Recherche	11
2.1	Methoden und Praktiken der klassischen Archäologie und der Bauarchäologie	11
2.1.1	Geschichtliche Entwicklung	11
2.1.2	Begriffe der modernen Archäologie	12
2.1.3	Methoden und Techniken in der heutigen Archäologie	13
2.1.3.1	Prospektions- und Grabungsmethoden	13
2.1.3.2	Ausgrabungen	14
2.1.3.3	Dokumentation	15
2.1.3.4	Analyse, Auswertung und Archivierung	18
2.1.4	Zusammenfassung und Übersicht	20
2.2	Grundlagen der Anastylose	21
2.3	Methoden und Praktiken bei der Enttrümmerung der Frauenkirche zu Dresden	22
2.3.1	Abstecken der Planquadrate	22
2.3.2	Ansprache und Kennzeichnung der Funde	24
2.3.3	Erste Informationsaufnahme zum Fundstück	24
2.3.3.1	Kerndatenblatt	25
2.3.4	Aufnahme der Fundsituation	26
2.3.5	Bergung und Freilegung	27
2.3.6	Zwischenlager und Fundbeschreibung	28
2.3.7	Fotografische Aufnahme von Fundstücken	28
2.3.8	Einlagerung der Funde	29
2.3.9	Fundkartierung	30
2.3.10	Verwaltung der gesammelten Informationen	30
2.3.11	Herstellung der Fundstückzeichnungen	31
2.3.12	Zusammenfassung und kritische Würdigung	32
2.4	Recherche und Beschreibung möglicher neuer Technologien	34
2.4.1	Tachymetrie	34
2.4.2	Laserscanning	35
2.4.2.1	Grundlagen des Laserscannings	35
2.4.2.2	Luftgestütztes Laserscanning (airborne laserscanning)	36
2.4.2.3	Terrestrisches Laserscanning	37
2.4.2.4	Handgeführtes Laserscanning	39

2.4.3	Photogrammetrie.....	40
2.4.3.1	Grundlagen der Photogrammetrie.....	40
2.4.3.2	Luftgestützte Photogrammetrie	41
2.4.3.3	Handgeführte Photogrammetrie	41
2.4.3.4	Stationäre Photogrammetrie	42
2.4.4	Weitere Technologien	42
2.4.4.1	Digitale Bildkorrelation	42
2.4.4.2	Microsoft Kinect	43
3	Entwicklung einer Online-Applikation zur Entrümmung (hermine).....	44
3.1	Vorüberlegungen, Anforderungen	44
3.1.1	Generelle Anforderungen	44
3.1.2	Zielgruppe	44
3.1.3	Entscheidung zu Open Source Software	44
3.1.4	Skalierbarkeit, plattformübergreifende Nutzung.....	45
3.1.5	Verwendete Technologien.....	45
3.1.5.1	Frontend	45
3.1.5.2	Backend.....	46
3.1.5.3	Server	46
3.1.6	Namensgebung.....	46
3.2	Funktionen	47
3.2.1	Modul Projekte (Projects)	47
3.2.2	Modul Fundstücke (Items)	49
3.2.3	Benutzerrollen (User)	53
3.3	Infrastrukturvarianten	55
3.3.1	Internetbasierte Infrastruktur	55
3.3.2	Lokale Infrastruktur	55
4	Auswahl der Methoden und Technologien.....	56
4.1	Auswahl der Methoden.....	56
4.1.1	Quellenrecherche.....	56
4.1.2	Ortsbegehung und Bestandsaufnahme	57
4.1.3	Erstellen eines 3D-Modells.....	58
4.1.4	Anlage des Gitternetzes	58
4.1.5	Kennzeichnen der Fundstücke	58
4.1.6	Erfassen der Fundsituation	59
4.1.7	Bergen der Fundstücke und Freilegen der nächsten Schicht.....	59
4.1.8	Zwischenlagerung, Fortführen der Beschreibung	60
4.1.9	Bauzelt, Abschließende Erfassung der Fundstücke	60
4.1.10	Lagern der Fundstücke	60
4.1.11	Informationssammlung und Verwaltung	60
4.1.12	Fundkartierung.....	60
4.1.13	Fundstückzeichnungen	61

4.2	Praktische Tests der neuen Technologien.....	62
4.2.1	Laserscanner	62
4.2.1.1	Lokschuppen, Neustadt Dresden (Bestandserfassung)	64
4.2.1.2	Mausoleum, Steinort, Polen (Bauzustandserfassung)	65
4.2.1.3	Ungerturm, Neustadt, Sachsen (Schadenskartierung)	66
4.2.1.4	Burgruine, Nebra (Schadenskartierung).....	67
4.2.1.5	Ergebnis	68
4.2.2	Drohnenflüge	68
4.2.2.1	Ungerturm, Neustadt, Sachsen (Schadenskartierung)	69
4.2.2.2	Burgruine, Nebra (Schadenskartierung).....	70
4.2.2.3	Ergebnis	70
4.2.3	Handscanner.....	71
4.2.3.1	Mausoleum, Steinort, Polen (Bauzustandserfassung).....	72
4.2.4	Tablet zur Datenbanknutzung	72
4.3	Ablaufplan der Anastylose mit neuen Technologien	74
5	Pilotprojekt	76
5.1	Teilnachbau des Torbogens von Palmyra	76
5.1.1	Notwendigkeit	76
5.1.2	Planung.....	76
5.1.2.1	Steinformat für den Modellbau	79
5.1.2.2	Verwendeter Mörtel.....	80
5.1.2.3	Statische Berechnungen	80
5.1.3	Aufbau	81
5.1.3.1	Dokumentation.....	81
5.1.3.2	Zurechtsägen der Steine.....	82
5.1.3.3	Aufstellen des Gerüstes	82
5.1.3.4	Aufbau der Pfeiler	83
5.1.3.5	Aufbau des Bogens.....	85
5.1.3.6	Sicherung des Torbogens	85
5.1.4	Vorbereitung des Einsturzes	85
5.1.5	Durchführung des Einsturzes am 04.12.2018.....	86
5.1.5.1	Dokumentation des Einsturzes.....	86
5.2	Prospektion	88
5.2.1	Quellenrecherche.....	88
5.2.2	Ortsbegehung und Bestandsaufnahme	88
5.2.3	Erstellen eines 3D-Modells.....	88
5.2.4	Geodätische Einmessung und Anlage eines Gitternetzes	88
5.3	Dokumentation und Bergung.....	90
5.3.1	Aufbau der Lagerfläche	90
5.3.2	Datenkonfiguration des Projektes in hermine	91
5.3.3	Kennzeichnen der Fundstücke	92

5.3.4 Erfassen der Fundsituation	92
5.3.5 Bergung der Fundstücke und Freilegen nächste Fundschicht	93
5.3.5.1 Abweichende Bergungstaktik	94
5.3.6 Zwischenlager, Fortführung Fundbeschreibung am Fundstück	95
5.3.7 Erfassung der Fundstückoberfläche	95
5.4 Einlagerung und Archivierung	96
5.4.1 Lagerung der Fundstücke	96
5.4.2 Fundkartierung	96
5.4.2.1 Zuordnung durch Analyse des Einsturzhergangs	97
5.4.2.2 Zuordnung anhand der Geometrie	97
5.4.2.3 Zuordnung anhand des Materials und Farbe	97
5.4.2.4 Zuordnung durch besondere Merkmale	97
5.4.2.5 Ergebnisse der Fundkartierung	97
5.5 Analyse, Auswertung	98
5.5.1 Rekonstruktion des Einsturzhergangs	98
5.5.2 Erstellung Fundstückzeichnungen	98
5.5.3 Wiederaufbauplanung	100
6 Zusammenfassung	101
7 Literaturverzeichnis	103