

Römische Badruine in Badenweiler Photogrammetrische Dokumentation

Als im Juni 2000 das alte Schutzdach über der römischen Badruine abgetragen worden war, bot sich vor dem Errichten der neuen Konstruktion aus Stahl und Glas die einmalige Gelegenheit, die gesamte Anlage mit photogrammetrischen „Luftaufnahmen“ vom Korb des Baustellenkrans großmaßstäblich und systematisch zu erfassen. Diese Dokumentation ist Teil einer Aufnahme­serie, die, beginnend nach der Freilegung des römischen Bades im Jahr 1784 bis heute, in unregelmäßigen Abständen durchgeführt wurde. Unterschiedliche Messtechniken und Darstellungsarten zeigen die jeweiligen technischen Möglichkeiten und Zielsetzungen auf. Nachfolgend werden die einzelnen Do­kumentationsschritte und -arten beschrieben und bewertet.

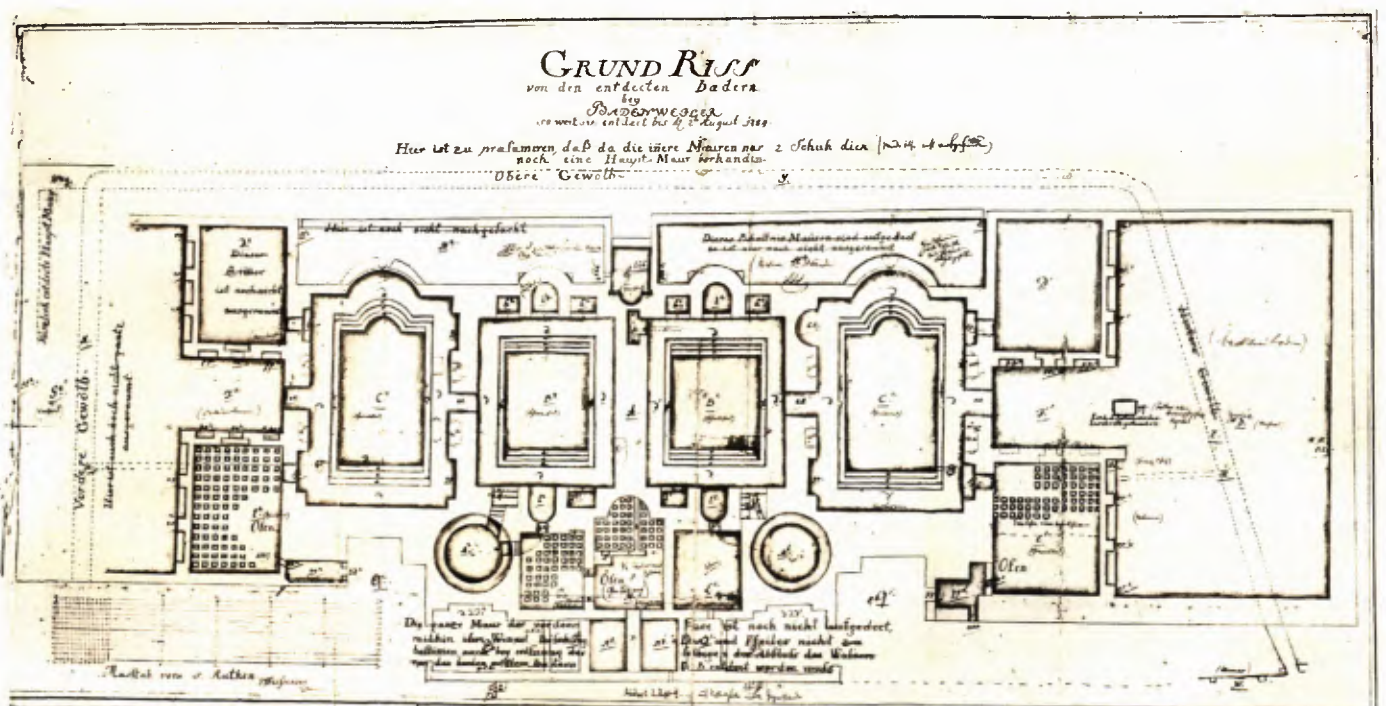
Günter Eckstein

1 Grundriss der römi­schen Badruine von G. W. von Weißensee unmittel­bar nach der Freilegung 1784. Der Plan ist sorgfältig entsprechend der Befundlage gezeichnet, nicht aufgedeckte Bereiche sind als solche gekennzeichnet. Mit Hilfe des abgebilde­ten Transversalmaßstabes (links unten) lassen sich nicht nur Maße bestimmen, die mit einem Zirkel aus dem Plan abgegriffen werden, sondern er do­kumentiert auch die Mess- und Zeichengenauigkeit.

Die erste Zeichnung wurde unmittelbar nach der Freilegung der römischen Badruine von G. W. von Weißensee 1784 gefertigt. Der „Grund Riss von den entdeckten Baedern“ ist sorgfältig entsprechend der Befundlage gezeichnet, nicht aufgedeckte Bereiche sind als solche gekennzeichnet. Der abgebildete Transversalmaßstab dokumentiert eine gewisse Mess- und Zeichengenauigkeit (Abb. 1). Ein Kupferstich von G. F. Gmelin aus dem Jahre 1785, mit einem Grundriss und einem Längsschnitt, graphisch eindrucksvoll gestaltet, enthält dagegen „manche freie Ergänzung“ (Mylius 1936, S. 6). 1910 wurden von E. Haas drei Modelle von der Badeanlage ange­fertigt. „Der Modelleur hat sich seiner Aufgabe

mit einer fast beispiellosen Gewissenhaftigkeit hingegeben, so dass man dem Modell sogar eine Reihe feinsten Beobachtungen entnehmen kann“ (Mylius 1936, S. 9).

1933 dokumentierte der Bauforscher Hermann Mylius die Anlage sehr sorgfältig in Form von Grundrissen sowie mit Längs- und Querschnitten. In seiner Publikation von 1936 sind ein Gesamt­grundriss im Maßstab 1 : 200 sowie überarbeitete Detailgrundrisse mit Maßketten im Maßstab 1 : 100 abgebildet. In den Schnitten im Maßstab 1 : 100 ist das ansichtige Mauerwerk schematisch dargestellt. Den Schwerpunkt des Abbildungstei­les bilden umfangreiche Rekonstruktionszeich­nungen.





1982 wurden vom Referat Photogrammetrie des Landesdenkmalamtes im Zuge von Freilegungs- und Sicherungsarbeiten weitere 18 Stereoaufnahmen hergestellt (Abb. 2) und z.T. steingerecht ausgewertet.

Im Frühjahr 2000 begannen die Bauarbeiten für das neue Schutzdach. Zunächst wurden die Pfeiler für die Verankerung der Stahlträger betoniert. Diese Bereiche mussten zuvor archäologisch untersucht werden. Während den Baumaßnahmen mussten Mauerzüge freigelegt und gesichert werden. Weitere archäologische Untersuchungen wurden im Bereich der Außenanlagen des Bades im Frühjahr 2001 durchgeführt. Die Befunde wurden an sieben Terminen mit insgesamt 73 Stereoaufnahmen von einer photogrammetrischen Firma aufgenommen und zunächst ohne weitere Auswertung dem Landesdenkmalamt übergeben (Abb. 3).

Nach Abnahme des Schutzdaches im Juni 2000 wurde die gesamte Anlage vom Referat Photogrammetrie des Landesdenkmalamtes mit Senkrechtaufnahmen vom Korb des Baustellenkrans dokumentiert. Um die Bauarbeiten nicht zu verzögern, standen nur wenige Aufnahmetage zur Verfügung. Dies erforderte eine sorgfältige Vorplanung. Analog der Bildplanung für photogrammetrische Aufnahmen aus einem Flugzeug wurden drei „Flugstreifen“ für zwei unterschiedliche Bildmaßstäbe geplant. Für die Bildberechnungen wurde eine Aufnahmehöhe von 28,5 m angenommen. Dies entspricht einem Bildmaßstab von 1:360 bei der Weitwinkelkamera mit 7,5 cm Brennweite und von 1:180 bei der Normalwinkelkamera mit 15 cm Brennweite. Die Planung wur-

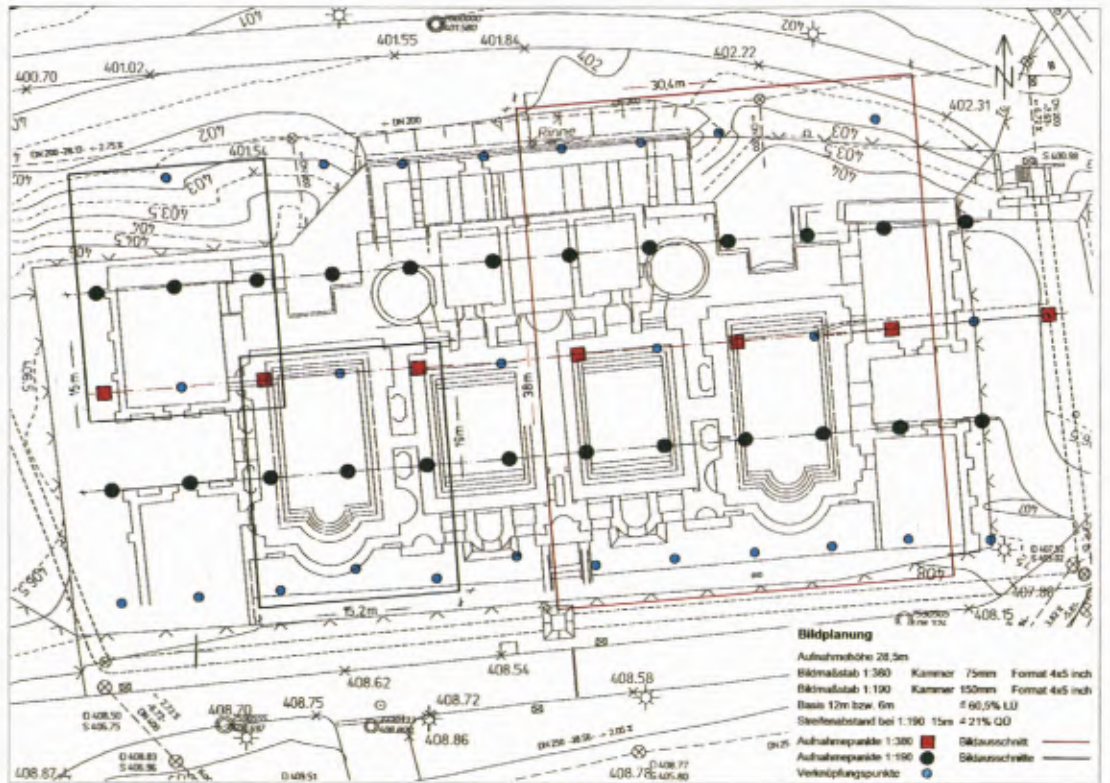
2 Photogrammetrische Aufnahme während der Freilegungs- und Sicherungsarbeiten am östlichen Eingangsbereich 1982. Die Aufnahme zeigt auch die Konstruktion des alten Schutzdaches, das nicht die gesamte Anlage überspannte. Während der archäologischen Untersuchungen musste ein zusätzliches Hilfsdach die Grabungsfläche und das römische Mauerwerk schützen.

1978–1981 wurde die Anlage als Grundlage für weiterführende Bauuntersuchungen von einer Firma für photogrammetrische Messtechnik mit ca. 145 großformatigen Stereoaufnahmen dokumentiert. Um die verschiedenen Aufnahmen messtechnisch aufeinander beziehen zu können, wurde ein Festpunktfeld angelegt und für das Orientieren der Stereomodelle Passpunkte bestimmt. Dadurch konnten aus den Horizontalaufnahmen Grundrisse gezeichnet und Schnitte durch Mauern messtechnisch genau dargestellt werden. Die photogrammetrische Auswertung erfolgte in analoger Technik, d.h. die Information aus den Stereomodellen wird direkt auf einen angeschlossenen Zeichentisch in einem bestimmten Maßstab übertragen. Die Pläne, ausgewertet im Maßstab 1:20, zeigen bei den Längs- und Querschnitten die Schnittverläufe und die Umrisslinien. Da keine Einzelsteine dargestellt sind, ist eine weiterführende Interpretation – verputzte Bereiche, Mauerschalen, Mauerausbrüche – nicht möglich. Hier müssen zusätzlich die Fotos hinzugezogen werden, im Bedarfsfall sind Ergänzungsmessungen erforderlich. Die Grundrisse wurden zunächst aus Horizontalaufnahmen gezeichnet. Dabei ist es problematisch, wenn nicht nur senkrechte Mauerzüge, sondern auch liegende Befunde wie Bodenplatten oder Befunde auf Mauerkronen gezeichnet werden müssen. Diese Details sowie zusätzliche Befunde bei den Schnittzeichnungen wurden nach Weisung der Archäologen in einem separaten Arbeitsschritt, z.T. mit ergänzenden Aufnahmen, ausgewertet und in die Pläne übernommen. Insgesamt umfasst die Dokumentation den kompletten Grundriss (soweit zu dieser Zeit freigelegt), 12 Gesamtquerschnitte und 21 Teilquerschnitte, 4 Gesamtlängsschnitte und 14 Teillängsschnitte sowie 7 zusätzliche Ansichten.

3 Photogrammetrische Aufnahme während der Arbeiten für das neue Schutzdach im nordwestlichen Außenbereich im November 2000.



4 Bildplanung für die photogrammetrischen Senkrechtaufnahmen im Juni 2000. Analog der Bildplanung für Aufnahmen aus einem Flugzeug wurden drei Streifen für zwei unterschiedliche Bildmaßstäbe berechnet, die Bildmittelpunkte in der Örtlichkeit abgesteckt und mit Signaltafeln ausgelegt. Vom Korb des Baustellenkrans wurden sodann aus errechneten 28,5 m über dem Gelände die vorbestimmten Bildmitten angesteuert und die Aufnahmen ausgelöst. Die Aufnahmen überdecken sich in Längsrichtung um ca. 60%, sodass jeweils zwei benachbarte Bilder ein räumliches Modell bilden. Für die photogrammetrische Auswertung dienen die signalisierten Bildmittelpunkte sowie zusätzliche Verknüpfungspunkte als Einpassinformationen für das maßstäbliche Umzeichnen.



de so ausgelegt, dass in Querrichtung die Anlage kleinmaßstäblich mit einer Aufnahme und großmaßstäblich mit zwei Aufnahmen überdeckt ist. Ermöglicht wird dies durch das große Negativformat der Kamera von 10 × 8 cm (Messbereich innerhalb der Rahmenmarken). Die Längsüberdeckung der Aufnahmen wurde jeweils mit 60,5% festgelegt, was einer Aufnahmebasis von 12 m

bei den kleinmaßstäblichen und 6 m bei den großmaßstäblichen Aufnahmen entspricht. Zwei benachbarte Aufnahmen bilden somit jeweils ein Stereomodell, das räumlich ausgemessen werden kann (Abb. 4).

Die errechneten Aufnahmenmittelpunkte wurden messtechnisch in das Gelände übertragen und mit Plastiksignaltafeln markiert. Diese Arbeiten wurden von einem örtlichem Vermessungsbüro durchgeführt, welches auch die Bauabsteckungen sowie die topographische Aufnahme durchgeführt hatte. Gleichzeitig wurden die Einpass- und Verknüpfungspunkte in den Bildrandbereichen, erforderlich für eine maßstabsgerechte photogrammetrische Auswertung, signalisiert und eingemessen.

Bei der Aufnahme wurden die Bildmittelpunkte durch Ablotungen exakt angesteuert. Problematisch war das Ausrichten der Kamera, da der Korb, befestigt an einem Haken, sich in ständiger Drehbewegung befand. Nach anfänglichen Schwierigkeiten konnten die Probleme von der zweiköpfigen Besatzung im Korb, „Navigator und Kameramann“, und dem „Piloten“ im Kranführerhaus zufriedenstellend gelöst werden. Die geplante „Flughöhe“ von 28,5 m konnte wegen des Korbaufbaus nicht ganz erreicht werden, sie wurde nachträglich mit durchschnittlich 27 m errechnet. Da die Aufnahmeplanung genügend Reserven hatte, und die Aufnahmestandpunkte



5 Photogrammetrische Senkrechtaufnahme im Maßstab 1:380 in Farbe vom östlichen Bereich der römischen Badruine.



6 3D-Computermodell aufbauend auf den photogrammetrisch gemessenen Grundrissdaten. Die Abbildung zeigt einen ersten Rekonstruktionsversuch eines Gebäudeteils von außen. Das Modell wird in enger Abstimmung mit den Archäologen im Detail weiter verbessert und auch auf die Innenräume erweitert. Mit abgebildet sind die dreidimensionalen Grundrissdaten, untergliedert in verschiedene, hier farblich gekennzeichnete Auswertebenen. Die braunen Linien kennzeichnen zusätzliche Schnittmessungen zur Dokumentation der exakten Höhenverhältnisse. Vorlage: H.P. Schiele, M. Dendler, LDA Stuttgart.

bis auf wenige dm genau angesteuert werden konnten, haben die Aufnahmen genügend Überdeckung.

Kleinmaßstäblich wurden insgesamt 7 Aufnahmen, d.h. 6 Stereomodelle, in Farbe und Schwarzweiß hergestellt (Abb. 5). Großmaßstäblich wurden 2 Streifen mit je 12 Aufnahmen in Schwarzweiß belichtet; in den Randbereichen waren 10 zusätzliche Aufnahmen erforderlich. Weiterhin wurde die Gelegenheit wahrgenommen, die römische Badruine mit großformatigen Schrägaufnahmen in Farbe und Schwarzweiß zu dokumentieren.

Die photogrammetrischen Senkrechtaufnahmen ermöglichen nun erstmals eine detailgetreue dreidimensionale Gesamtinterpretation und eine exakte räumliche Vermessung der Anlage. Gegenüber den 1980er Jahren hat sich zudem die photogrammetrische Auswertetechnik grundlegend geändert: Die Auswertergebnisse werden nicht mehr direkt auf dem Zeichentisch ausgegeben, sondern analytisch bestimmt und als 3D-Daten in ein CAD-System übertragen, wo sie weiterbearbeitet werden können.

Im Frühjahr 2001 wurde auf diese Weise mit den großmaßstäblichen Stereoaufnahmen ein neuer Grundriss der Gesamtanlage gezeichnet. Zusätzlich wurden die nachträglich freigelegten Bereiche, aufgenommen von der o. g. Firma, mit eingearbeitet, sodass nun ein neuer und vollständiger Grundriss für die weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen vorliegt.

Ein Ziel dieser Untersuchungen ist, eine möglichst gesicherte zeichnerische Rekonstruktion der Anlage zu erstellen. Während in früheren Jahren per-

spektivische und isometrische Zeichnungen hergestellt wurden, die Anschaulichkeit hing in erster Linie vom Geschick des Zeichners ab, bedient man sich heute 3D-Visualisierungstechniken, die, einmal erstellt, unterschiedliche Projektionsrichtungen und -arten ermöglichen. Nicht zuletzt können aus diesen Animationen Filmsequenzen für „Rundflüge“ um oder „Spaziergänge“ durch die Anlage gedreht werden. Für Filme genügen einfach strukturierte Modelle, zu große Datenmengen würden auch die Rechenzeiten zu sehr verlängern. Das Institut für Darstellen und Gestalten I der Universität Stuttgart erstellt derzeit ein solches 3D-Computermodell für ausstellungsdidaktische Belange. Im Landesdenkmalamt wird in enger Abstimmung von Archäologen und Photogrammetern ein detailgenaues 3D-Modell erarbeitet, bei dem direkt auf die photogrammetrischen Daten zugegriffen und somit im Grundrissaufbau eine genaue Rekonstruktion garantiert wird (Abb. 6).

Literatur:

Hermann Mylius, Die römischen Heilthermen von Badenweiler. Berlin und Leipzig 1936.
Sonderheft von Staatliche Schlösser und Gärten Baden-Württemberg: Badenweiler. Römische Badruine mit neuem Schutzdach. Stuttgart 2001.

Dipl.-Ing.(FH) Günter Eckstein

LDA · Technische Dienste und Photogrammetrie
Mörikestraße 12
70 178 Stuttgart