

# Erhaltung und Instandsetzung der Venusgrotte – Planung und Aspekte der Umsetzung

Wolfgang Eichner

## Ausgangslage und Anlass

Kleinere Abgänge von Putzbrocken aus der abgehängten Drahtputzschale im Innenraum der Venusgrotte führten bereits in den 1960er Jahren zum Einbau von Schutznetzen im Führungsbereich der Hauptgrotte. Diese wurden möglichst hoch in der Führungslinie eingebracht und sollten abstürzende Kleinteile seitlich in die nicht öffentlich betretbaren Bereiche ablenken. Um 1980 erforderte ein Totalabsturz eines Gewölbebereiches über dem See eine Sofortmaßnahme. Dabei waren der Zustand der Tragkonstruktionen, der Aufbau und die Wirkungsweise der abgehängten Putzschale unbekannt und noch dazu keinerlei Planunterlagen vorhanden. Auch ein dem Denkmal angemessenes Reparaturkonzept für die Putzschale existierte nicht, weshalb die damalige Notreparatur aus heutiger Sicht mit ungeeignetem Material (Edelstahlstreckmetall und Kalk-Zementputzen) ausgeführt wurde. Ende der 1990er Jahre verschlechterte sich der Zustand vor allem im Bereich des Ein- und Ausgangstunnels so sehr, dass an diesen Positionen mit Netzen überzogene Schutzgerüste notwendig waren.

## Grundinformationen zur Lage und Geometrie

Geologisch betrachtet wurde die Grotte als überschüttetes und ursprünglich komplett begrüntes Kellerbauwerk in einer nach Süden abfallenden Schutthalde am Fuß des Hennenkopfes errichtet. Die Außenwände und die tragenden Bauteile gründen nur auf der Nordseite teilweise auf brüchigem Fels, der dort in geringer Tiefe quer geschichtet ansteht. Die Nordseite des Grottenbaus wurde – vermutlich mit Sprengungen – in den Hang eingearbeitet. Die Venusgrotte liegt zum Teil im ehemaligen Bachbett des Lindergrabens, der für diese Maßnahme oberhalb des Baufeldes nach Westen abgeleitet wurde. Dieser schwer zugängliche obere Teil des Parks steht unter strengem Denkmal- und Naturschutz. Bis in die jüngste Zeit waren die innere und äußere amorphe Geometrie des Bauwerks mit gängigen Messmethoden nicht erfassbar. Außerdem haben sich keine bauzeitlichen Entwurfs- und Ausführungspläne zur Baugestalt erhalten.

Die Ausdehnung des Bauwerkes quer in Ost-West-Richtung beträgt ca. 66 Meter, längs in Nord-Süd-Richtung ca. 49 Meter. Die maximale lichte Höhe erreicht innen ca. 14 Meter. Die Grotte erstreckt sich auf etwa 1200 m<sup>2</sup> Grundfläche und umfasst 13 000 m<sup>3</sup> Innenvolumen.

## Voruntersuchungen

In den Jahren 1993 bis 1997 wurden im Spätherbst jeweils nach Beendigung der Besichtigungssaison erste orientierende Untersuchungen vor allem zur Erfassung der Grundgeometrie des Massivbaus durchgeführt. Mit Suchgrabungen und Bohrungen konnten exemplarisch die Lage, die Gründungstiefe und die Mauerstärke der Außenwände erkundet werden. Auch die Übergänge vom Bruchsteinmauerwerk zum Ziegelgewölbe sowie die Gewölbegeometrie ließen sich grob ermitteln. Komplizierter gestaltete sich der Versuch des Staatlichen Bauamts Weilheim, die Geometrie, die grundsätzliche Funktionsweise und die Zustandsverteilung der abgehängten Putzschale zu ergründen. Lediglich die Haupteisenquerschnitte der abgehängten Konstruktion konnten grob verortet und in ihrem Restquerschnitt als noch tragfähig bewertet werden. Eine Folge der statischen Voruntersuchungen vor Ort war, dass als Sofortmaßnahme zusätzliche Schutzgerüste im Eingangs- und Ausgangsbereich notwendig waren, da die Gefahr eines Totalabsturzes der abgehängten Putzschale bestand. Insbesondere im Bereich der Führungslinie fand eine fotografische Zustandsdokumentation der Gewölbeschale von unten statt, soweit sie ohne Gerüste möglich war. Erste Versuche mit dem sich in Entwicklung befindlichen 3D-Scan von unten erwiesen sich in ihrem Auflösungsgrad nicht tauglich als Grundlage für eine Geometrie- bzw. Oberflächendokumentation.

Parallel beauftragte das Staatliche Bauamt eine Archivforschung über die im Geheimen Hausarchiv des Wittelsbacher Ausgleichsfonds erhaltenen Rechnungsakten und Schriftstücke bzgl. der Baumaßnahme.<sup>1</sup> Diese ergab unter anderem anhand von Massenauswertungen, dass für die Baustelle mindestens 40 Tonnen Eisen angeliefert und zwei Gussäulen verbaut wurden.

## Erste Zieldefinitionen

Als mögliches Restaurierungsziel wurde gemeinsam mit der Bayerischen Schlösserverwaltung die Herstellung eines verkehrssicheren Zustandes, möglichst unter Verzicht auf die Schutznetze und -gerüste festgelegt, sowie die deutliche Verlängerung der Restlebensdauer der historischen Drahtputzschale um „30 Jahre + x“ postuliert. Erste Restaurierungs-ideen und Ablaufkonzeptionen legte das Staatliche Bauamt Weilheim 1997 in Form eines ausführlichen Berichts vor. Dabei ging man bereits von einer Maßnahmendauer von mindestens fünf Jahren (noch ohne Forderung der vollständigen Wiederherstellung eines Gründaches) innerhalb einer

dreiphasigen Ausführung aus. Diese beinhaltete die Herstellung bzw. den Erhalt der Standsicherheit, die Sicherstellung des Raumklimas und die Abdichtung des Daches sowie natürlich die Oberflächenrestaurierung der gesamten Putzschale. Die technische Umsetzung eines Aufmaßes blieb zu diesem Zeitpunkt noch offen.

### Vorbereitung der Haushaltsunterlage (HU) Bau

2007 beauftragte die Bayerische Schlösserverwaltung das Staatliche Bauamt Weilheim endgültig mit der Planung für eine Haushaltsunterlage zur Sanierung der Venusgrotte. Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

#### *Untersuchungen am Außenbau*

Im Rahmen weiterer Erkundungsgrabungen wurde eine an der Außenwand verlaufende erdüberdeckte bauzeitliche Ablaufrinne an der Mauerschulter entdeckt. Das historische Schutzdach konnte erfasst und datiert werden.<sup>2</sup> Es folgten Abgrabungsversuche der Erdüberdeckung über dem Gewölbe sowie Baugrunduntersuchungen und Altlastenerkundungen. Letztere ergaben eine starke PAK-Belastung (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) auf der Außenseite des Grottengewölbes, aber auch im hangseitigen Umfeld der Venusgrotte. Eine wesentliche Planungsaufgabe zur Stabilisierung des Raumklimas in der künstlichen Höhle ist die Reduzierung des Feuchteintrages. Aufgrund der Erkenntnis aus den Sondierungsgrabungen kam ein Abgraben und Abdichten der Außenmauer zur Reduzierung des Feuchteintrages nicht in Frage.<sup>3</sup> Nach reiflicher Überlegung wurde beschlossen, eine Sperrmauerkonstruktion in einem statisch vertretbaren Abstand von der Grotte zur Ableitung des hangseitigen Oberflächen- und Schichtenwassers auszuführen.

#### *Untersuchungen im Inneren der Venusgrotte*

Aufgrund der fortgeschrittenen Technik konnte die innere Drahtputzschale nun im Rahmen eines Forschungsprojektes des DLR (Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum) von unten mit einem 3D-Scan erfasst werden, mit anschließender Vermaschung und Modellaufbereitung für die Zwecke der Tragwerksplanung.<sup>4</sup> Die Zwischenräume zwischen Gewölbe und Drahtputzschale waren erst nach dem Einbau eines ‚Klettergartens‘ begeh- und damit erkundbar. Die gemauerten Gewölbe wurden nun von unten erfasst und die zugänglichen Bereiche der Drahtputzschale von oben gereinigt, um die Schimmelbelastung in der Grotte zu reduzieren. Zur Drahtputzschale fanden Materialuntersuchungen zum Mauerwerk, Romanzementmörtel, Eisen und Gusseisen sowie Untersuchungen zur Funktionsweise und Zustandserfassung der Putzschale inkl. Grobkartierung statt.<sup>5</sup> Eine handnahe Untersuchung und das Abklopfen der Drahtputzschale stellten den Beginn einer planmäßig wiederkehrenden Tragwerksüberprüfung dar. Diese machte leider weitere Schutzgerüste im Führungsbereich der Vorgrotte erforderlich. Auf einer Gerüstplattform in der Hauptgrotte fanden Musterrestaurierungsversuche der Drahtputzschale statt.<sup>6</sup> In diesem Zusammenhang waren auch Arbeitsschutzuntersuchungen zum

Umgang mit der Belastung durch Schimmel, Schweißrauch und lungengängigen Glimmerpartikeln notwendig.

Im bodennahen, dauerfeuchten Bereich der Drahtputzschale wurden die Bedingungen der Rostprozesse und zur Umsetzung eines galvanischen Korrosionsschutzes untersucht.<sup>7</sup> Im Rahmen von weiterführenden Laborversuchen zu den Rostprozessen in der Grotte konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass – vereinfacht gesagt – durch die Reduzierung der relativen Feuchte der an den Eisen der Drahtputzschale anstehenden Luft auf unter 80 % die Rostprozesse zum Erliegen kommen. Aufgrund dieser Erkenntnis und in Anbetracht der Tatsache, dass sich die Luftfeuchtigkeit in der Grotte über wesentliche Teile des Jahres nah an der 100 %-Marke bewegt, ergab sich für das Ziel der langfristigen Konservierung der Drahtputzschale die Maßgabe einer gezielten künstlichen Belüftung im Bereich der Eisendrahtschale mit vorkonditionierter Luft. Die Funktionsfähigkeit einer solchen Lüftung ließ sich unter Einbeziehung der Ergebnisse aus den Klimamessungen, dem Nachvollziehen von Raumluftbewegungen und dem Kartieren der Nässe- und Feuchteverteilung mit einer Klimasimulation nachweisen.

Alle noch existierenden Ausstattungsteile, insbesondere das Bühnenbild, der Muschelkahn im künstlichen See und der nur noch rudimentär vorhandene Kristallthron wurden erfasst und ein Restaurierungskonzept zu deren Erhalt erstellt.<sup>8</sup> Ferner ließen sich die Standorte der elektrischen Lichtbogenlampen sowie deren Funktionsweise rekonstruieren.<sup>9</sup> Im Rahmen der Klimauntersuchungen wurde auch festgestellt, dass die Grotte ein wichtiges Fledermausquartier darstellt und u. a. der seltenen, sogenannten kleinen Hufeisennase als temporärer Aufenthaltsort dient. Dies hatte langwierige faunistische Detailuntersuchungen mit anschließendem artenschutzrechtlichem Genehmigungsverfahren zur Folge. Auch mussten die weiteren Untersuchungen im Innenraum der Grotte, die bisher ausschließlich in der besucherfreien Zeit von Mitte Oktober bis März stattgefunden hatten, ins Sommerhalbjahr verlegt werden. Die naturschutzfachlichen Auflagen für Einflugöffnungen und Rückzugsräume führten sogar zur Neudefinition von Bauabschnitten und zur Schaffung zusätzlicher Einflugmöglichkeiten in Form von zwei außen an die Grotte angelagerten großen Schächten.

### Projektorganisation

Zur Bearbeitung der verschiedenen Teilaspekte der Maßnahme definierte die Projektlenkungsgruppe im Staatlichen Bauamt Weilheim auf Basis der vorliegenden restauratorischen und musealen Konzepte der Bayerischen Schlösserverwaltung verschiedene Arbeitsgruppen und Themenpakete. Folgende Zuständigkeitsfelder (Facharbeitsgruppen) für die Objektplanung und Objektdurchführung wurden bisher eingerichtet:

- Vorabmaßnahme Elektroversorgung/hangseitige Sperrwand
- Neubau mit Heizkeller und Verbindungsgang, Haustechnik- und Lüftungskonzept
- Provisorisches Schutzdach, Gewölbefreilegung, Fledermauseinflugschächte
- Statische Sicherungs- und Verstärkungsmaßnahmen

- Grotteninneres Drahtputzschale
- Grotteninneres Wegebereich
- Abdichtung, Außenanlagen, Gründach
- Beleuchtung, technische Einrichtungen Führungsbetrieb
- Ausstattung der Venusgrotte

### Untersuchungen ab 2016

Viele tiefergehende Erkundungen waren erst nach Einstellung des Führungsbetriebes ab Mitte Oktober 2016 möglich, vor allem vertiefte Untersuchungen zur Ausstattung oder zum Zustand und zur Konstruktion der Gusssäule im See. Im Rahmen der weiteren Bauwerksuntersuchungen wurde nun auch die zweite, archivalisch bereits belegte Gusssäule entdeckt, die vollständig ummauert ist. Die unmittelbare Folge aus den konkreten Untersuchungen sowie den statischen Nachberechnungen der Gewölbeschale war der Einbau einer temporären Knicksicherung an der Gusssäule im See und damit die Erkenntnis, dass die bereits zur Erbauungszeit als kritisch eingestuften gusseisernen Säulen vor der Wiederherstellung eines begrüntes Daches statisch entlastet oder verstärkt werden müssen. Dazu laufen derzeit erste Überlegungen, weshalb zum jetzigen Zeitpunkt die Auswirkungen auf Termine und Kosten im weiteren Projektverlauf noch nicht abgeschätzt werden können. Einen weiteren Schwerpunkt aktueller Untersuchungen stellen die Grabungen im Wegebereich zur Feststellung der ursprünglichen Höhenlage und zum Aufbau des Wegekörpers dar.

### Baustellenorganisation

Aufgrund der Rand- und Hanglage am nördlichen Ende des Parks gestaltet sich die Logistik der Baustelle sehr schwierig. Der Schwerlastverkehr muss über eine mehrere Kilometer lange Privatwegzufahrt Dritter von Norden her abgewickelt und aufgrund vertraglicher Vereinbarung aufgezeichnet werden. Zwischen der Nordseite der Grotte und der Südseite gibt es nur eine schmale, steile Verbindung, die allein für geländegängige Kleinfahrzeuge benutzbar ist. Der östlich angeordnete Turmdrehkran kann die Südseite der Grotte nur mit geringen Lasten bedienen. Auf dem Parkweg, der über den Schlossvorplatz führt und gleichzeitig Feuerwehrezufahrt ist, ist der Baustellenverkehr auf max. 7,5 t eingeschränkt (ebenso die Anlieferung außerhalb der Führungszeiten im Schloss). Die Arbeitszeiten in der Grotte müssen sich nach den Vorgaben des Artenschutzes in einem festgelegten zeitlichen Abstand von Morgen- und Abenddämmerung bewegen, sind also im Jahreslauf dynamisch. Für die Baustelleneinrichtung und Lagerflächen steht vor Ort nur sehr wenig Fläche zur Verfügung, die in einem naturschutzrechtlichen Verfahren genau ermittelt wurde und in Abhängigkeit von den anwesenden Gewerken immer wieder neu aufgeteilt werden muss. Ein Aufenthalts- und Bürobereich für Firmen sowie die Bauleitung musste zur Geländeschonung aufgeständert werden. Alle genannten Erschwernisse führen im Vergleich zu verkehrstechnisch normal angebundenen Baustellen zwangsläufig zu stark erhöhten Preisen.

### Navigation und Massenermittlung

Auf der Basis eines 3D-Scans der Gewölbe, zusammen mit einem tachymetrischen Teilaufmaß der Gewölbegurte von unten, konnte – noch ohne genaue Kenntnis der Oberseite des noch nicht freigelegten Gewölbes – ein vorläufiges 3D-Modell der Gewölbeanordnung und Geometrie der Grottenhöhle erstellt werden. Dieses Modell war die Grundlage für die statischen Berechnungen. Auch die Überdeckung der gemauerten Gewölbe unter dem historischen Schutzdach wurde vermessen. Dies war mit den Annahmen der künftigen Aufschüttungsergänzung Grundlage für die Erstellung der Gewölbestatik. Sämtliche Volumen- und Massenermittlungen zur Drahtputzschale konnten aus dem Modell abgeleitet werden. Ein weiterer Anwendungsfall war die Abstandskartierung zwischen den massiven Gewölben und der Drahtputzschale, um begehbar bzw. bekriechbare Bereiche in diesem Zwischenraum definieren zu können. Aus dem entstandenen 3D-Gesamtmodell der Venusgrotte lassen sich an beliebiger Stelle Schnitte oder Grundrisse anlegen. Das Modell wurde nach Gesamtfreilegung der Oberseiten der Gewölbe im Frühsommer 2018 ergänzt.

### Sperrmauer und Wasserableitung

Das bauzeitliche Konzept sah eine Unterquerung des Schichtenwassers und des Restwassers im Bachbett des ehemaligen, bei der Erbauung umgeleiteten Lindergrabens unter der Grotte vor. Hierzu war an der Außenwand eine kapillarbrechende Bruchsteinschicht vorgesehen und die untere Fundamentbruchsteinreihe nicht vermörtelt. Das durch die Außenmauern tretende Wasser wurde innen mit einem Drainagesystem durch die Grotte in den hangabwärts liegenden Graben geleitet, ebenso wie das Wasser des künstlichen, steuerbaren Wasserfalls in der Grotte und das Seewasser. Kalkablagerungen verstopften im Laufe der Jahrzehnte die Durchflussmöglichkeit am Fuße der Außenwände. Die Folge war, dass sich das Schichten- und Oberflächenwasser immer höher an der Außenwand hangseitig aufstaute und dann bis zu einer Höhe von 3 Metern direkt an der Innenseite der Außenwände austrat, was die daran befestigten Drahtputzschalenbereiche vollständig durchnässte. Als Abhilfemaßnahme wurde in einem Abstand von mehreren Metern oberhalb der Grotte bogenförmig eine Stahlbetonspermmauer errichtet. Diese bindet in den anstehenden Fels so gut wie möglich ein und leitet über eine dahinter angelegte Drainage das Oberflächen- und Schichtenwasser aus dem Hang beidseitig an der Grotte vorbei, jeweils in ein unter dem Parkweg eingebrachtes Rigolensystem. Das gut erhaltene historische Drainagesystem im Innenraum der Grotte konnte somit bewahrt werden.

### Lüftungskonzept

Der ehemalige Heizkeller südlich der Grotte wird nun als Lüftungszentrale genutzt. Die verlorene historische Heizanlage konnte das Seewasser in der Grotte auf Badetemperatur bringen und die Abwärme in Form von Warmluft

hinter die Putzschale der Grotte leiten. Der geplante Luftturm wird nahe am Standort des historischen Abgaskamins platziert. Die Regelauslegung der Anlage beträgt 8 300 m<sup>3</sup>/h. Das projektierte Lüftungskonzept für die Grotte folgt dem Prinzip einer Käseglocke: Im Luftraum zwischen den gemauerten Gewölben und der Rückseite der abgehängten Drahtputzschale wird Luft mit < 80% relativer Feuchte mittels eines verzweigten Kanalsystems und geringem Überdruck eingeblasen. Die konditionierte Luft wandert mit dem Verlauf der Drahtputzschale Richtung Außenwand. Durch die Perforationen der Drahtputzschale sinkt die konditionierte Luft nach unten und wird dort bodennah an verschiedenen Stellen in den ehemaligen Kachelofennischen wieder abgesaugt.<sup>10</sup>

### Beleuchtungskonzept

Das aktuelle Lichtkonzept baut auf den historischen Beleuchtungsstandorten auf. Diese waren mit sieben elektrischen, zum großen Teil für Farbglasvorsätze wassergekühlten Bogenlampen an sechs nachgewiesenen Standorten bestückt. Die Wirkungsweise und die Lichtstärke dieser farbige leuchtenden Bogenlampen wurden in einem Nachbau ermittelt. Im Eingangstunnel, der sogenannten Vorgrotte und im Ausgangstunnel befanden sich insgesamt sechs sogenannte beleuchtete Becken in Form von Vertiefungen neben dem Wegebereich. Diese waren mit einer Konstruktion aus Metallstegen und farbigen Glasfüllungen abgedeckt und von unten mit Gasdüsenlichtern beleuchtet. Drei dieser Beleuchterbecken waren verschüttet und wurden erst mit den aktuellen Grabungen im Wegebereich wiederentdeckt. Beide historische Beleuchtungsmöglichkeiten sollen mit moderner LED-Technik nachgestellt werden, um die Effektbeleuchtungen im Führungsbetrieb vorführen zu können. Die notwendige Sicherheitsbeleuchtung im Wegebereich sorgt für eine unfallfreie Begehung. Auch der Schalenzwischenraum wird für die wiederkehrende Tragwerksüberwachung mit einer Sicherheitsbeleuchtung ausgestattet.

### Funktionsanbau

Der neue Anbau, der sich im Süden unmittelbar an die Grotte anschließt, ersetzt diverse Provisorien der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts. Er dient zur Unterbringung der erforderlichen Haustechnik, einer neuen Besucher-WC-Anlage sowie eines Aufenthaltsbereiches für das Führungspersonal mit direkter Anbindung in die Grotte über einen historischen Quergang. Während der Baustellenzeit gewährleistet er in Verbindung mit einer neuen Öffnung in der südlichen Außenmauer den notwendigen Flucht- und Transportweg aus und in den Hauptraum der Grotte. Diese Öffnung ist auch die einzige Möglichkeit, das für den Transport gerollte Bühnenbild schadensfrei aus der Grotte und später, nach Abschluss der Restaurierung, wieder zurück zu transportieren. Der Neubau stellt einen eigenen, vollständig von der Grotte getrennten Baukörper dar und bildet zusammen mit dem ehemaligen Heizkeller einen eigenen Brandabschnitt.

Die angrenzenden Außenwände der Venusgrotte mussten im Zusammenhang mit dem Neubau teilweise unterfangen werden. Zusätzlich waren Baugrubenverbauten auf engstem Raum und umfangreiche Gewölbesicherungen mit Zugstangen und zwei rückverankerten Großbohrpfählen notwendig.

### Drahtputzschale

Auf der Basis des vereinfachten 3D-Modells der Drahtputzschale wurden im Rahmen einer konzertierten Befahrung mit Statiker und Putzrestaurator die Oberflächen in Schadensklassen eingeteilt und entsprechend farbige kartiert. Dabei bedeutet z. B. Rot eine Totalschädigung der eisernen Tragkonstruktion. Die am stärksten geschädigten Flächen liegen über der Führungslinie und im Bereich des Kristallthrons. Diese Schadenskartierung wurde zusammen mit den Ergebnissen der in situ vorgenommenen Musterrestaurierungsversuche in eine Kartierung von Bearbeitungsklassen überführt. Für die erforderliche Neuherstellung von Teilflächen der Drahtputzschale ließ sich eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) erwirken. 2016/2017 wurden anhand eines Modells die Vorgaben der ZiE und deren Vorgaben zur Qualitätssicherung überprüft. Aus arbeitspraktischen und labortechnischen Gründen waren hierbei einige Anpassungen vorzunehmen. Im Rahmen eines europaweiten, zweistufigen Vergabeverfahrens wurden Firmen bzw. Arbeitsgemeinschaften mit der unüblichen Gewerkekombination Schlosser und Putzrestauratoren ermittelt. Dazu war nach der formalen Vorauswahl eine praktische Probe anhand eines nachzubauenden Modells anzufertigen. Eine Jury beurteilte die Muster anhand technischer, organisatorischer und optischer/ästhetischer Kriterien im Vergleich zu einer Vorlage nach einer festgelegten Kriterienmatrix. Anschließend können die verbleibenden Arbeitsgemeinschaften in einem zweiten Verfahrensschritt ihre Angebote abgeben.

### Wegekörper

Bei den Grabungen zur Einbringung neuer Leitungstrassen für die Elektro- und Lüftungsinstallation in den bereits mehrfach veränderten Flächen des Führungsweges konnten sowohl historische Gas- und Wasserleitungen in erheblichem Umfang aufgefunden werden, als auch deutliche Hinweise, dass die Wegehöhen sich im Laufe der Zeit verändert haben. Mit einer ausführlichen archäologischen Bauforschung und Dokumentation werden derzeit die Erkenntnisse für die Festlegung der künftigen Wegeausbildung und der Höhenniveaus erarbeitet. Das historische Laufniveau lag insbesondere im Bereich des Übergangs von der Vor- zur Hauptgrotte gegenüber dem heutigen Niveau des Asphaltbelages deutlich (um bis zu 25 cm) tiefer. Die historischen Leitungen im Führungsweg werden lage- und höhenmäßig erfasst, aufgenommen und nach Einbringen der neuen Leitungstrassen an möglichst gleicher Stelle wieder eingebaut.



## Stand der Ausführung und Ausblick

Folgende Projektanteile sind zum Zeitpunkt der Publikation fertiggestellt:

- Erneuerung des Elektroanschlusses einschließlich Errichtung einer Transformatorstation
- Ableitung des Hang- und Schichtenwassers durch eine hangseitige Sperrwand.

Folgende Arbeiten sind bereits in der Ausführung:

- Abbruch des bestehenden Schutzdaches
- Erstellung eines unterirdischen Anbaus zur Aufnahme neuer WC-Anlagen, Personal- und Technikräume
- Einbau einer Lüftungsanlage zur Reduzierung der Luftfeuchtigkeit im Nahbereich der Drahtputzschale auf 80% relative Feuchte
- statische Sicherungsmaßnahmen am Tragwerk
- statische Instandsetzung und restauratorische Überarbeitung der Drahtputzschale einschließlich Stalaktiten und Stalagmiten gemäß Vorgaben der Zustimmung im Einzelfall.

Folgende Arbeiten sind noch in Vorbereitung:

- Errichtung eines galvanischen Schutzes in dauerfeuchten Bereichen der Drahtputzschale
- Erneuerung der Elektroleitungen sowie Verbesserung der Beschallung und Beleuchtungsanlagen für den Besichtigungsbetrieb
- Sicherung, Restaurierung bzw. (Teil-)Rekonstruktion der raumfesten Ausstattung
- Neuaufbau der Gewölbeabdichtung einschließlich Gründachkonstruktion
- statische Entlastung bzw. Verstärkung der Gussssäulen.

Zum jetzigen Planungsstand sind noch Entscheidungsgrundlagen für folgende Fragestellungen zu erarbeiten:

- Art der statischen Entlastung der Gussssäulen: Entlastungskonstruktion über dem Gewölbe oder statische Verstärkung der Gussssäulen?
- Ausführungsart und Umgebungseinbettung der künftigen Befestigung des Führungsweges
- Detailausführung der Lüftungsleitungen für die Zuluft hinter der Drahtputzschale.

Folgende Aspekte erwiesen sich als schwer kalkulierbare Faktoren bei Projektbeginn:

- Bauleistungslogik: Erreichbarkeit der Baustelle, Rüstzeiten
- Baurecht: a) Natur- und Artenschutzvorgaben; b) schwierige baupraktische Umsetzung der Zustimmung im Einzelfall für die zu erneuernden Bereiche der Drahtputzschale, z.T. Rückkopplungseffekte auf die Vorgaben
- Vergaberechtliche Hürden: Europaweite, zweiphasige Ausschreibung der unüblichen Kombination Gewerk Metallbau/Schlosser mit Stuckrestaurator
- Schadstoffentsorgung: Hochstufung der Schadstoffklassifizierung des Aushubs und des Abraummaterials auf dem Gewölbe gegenüber den Massen der Kostenberechnung; natürliches Gestein vor Ort ist darüber hinaus arsenhaltig
- keine Restaurierungsvorbilder: Das Postulat der Planungssicherheit durch vollständige Erfassung aller Aspekte im Rahmen der Kostenberechnung kann für die Restaurierung der Drahtputzschale nicht erfüllt werden, da die Erkenntnisprozesse bei der Ausführung ständig Rückkopplungseffekte auf Ablauf und Kosten haben. Kosten und Termine sind vorab in großen Teilen nur aufgrund teilspezifischer Muster auf der Basis von Material und Stunden kalkulierbar. Erforderliche Zuschläge für die Vielzahl abweichender Konstruktionsfamilien bzw. Oberflächenarten der Drahtputzschale sind nicht ableitbar.

## Abstract

The article first describes the cognitive process for a possible restoration of the Venus Grotto depending on the available methods of inventory. Only by means of a 3D photograph of the entire shell and the vault construction above it can reliable statements on the statics for the restoration of a green roof be made and are navigation inside the building and mass investigations possible. A second part highlights topics relevant to the restoration, such as slope water drainage, questions related to the restoration of the wire plaster shell, such as air conditioning, lighting, relationship to the base of the path, the recruitment of suitable restorer teams, and the accommodation of the necessary technical equipment. Due to the lack of restoration models, the project is difficult to calculate in terms of sequence and costs.

- <sup>1</sup> Siehe hierzu den Beitrag von Stefan NADLER in diesem Band.
- <sup>2</sup> Eine Holzaltersbestimmung datiert den Bau des Schutzdaches in wesentlichen Teilen in die Winterschlagphase 1886/1887, wohl aufgrund des Versagens der Teerabdichtung des Gewölbes.
- <sup>3</sup> Zur Schubableitung aus den Gewölben sind in regelmäßigen Abständen immer wieder Verstärkungspfeiler an die Außenwand der Grotte gesetzt, die den Schub zum Teil als Schwergewichtsmauer (im Süden der Grotte) aufnehmen, zum Teil aber auch zur Lasteinleitung in den hangseitig vorhandenen Fels dienen.
- <sup>4</sup> Zur Technologie siehe in diesem Tagungsband den Beitrag von Gerd HIRZINGER und Bernhard STRACKENBROCK.
- <sup>5</sup> Zur Konstruktion der Grottenschale ausführlich in diesem Band Rainer BARTHEL und Christian KAYSER.
- <sup>6</sup> Siehe hierzu die Beiträge von Klaus HÄFNER sowie von Armin SCHMICKL und Elke UMMINGER in diesem Band.
- <sup>7</sup> Weitere Informationen hierzu im Beitrag von Eberhard WENDLER in diesem Band.
- <sup>8</sup> Beispielhaft zum Monumentalgemälde siehe hierzu den Beitrag von Inga PELLUDAT, über die Gesamtkonzeption der Grotte den Beitrag von Klaus HÄFNER in diesem Band.
- <sup>9</sup> Zur bauzeitlichen Beleuchtung der Venusgrotte siehe den Beitrag von Frank DITTMANN.
- <sup>10</sup> Diese Lösung orientiert sich an den bauzeitlichen Standorten und dem ursprünglichen Weg der Warmluft, jedoch in umgekehrter Richtung.