

# Untersuchungen zur Baukonstruktion der Venusgrotte<sup>1</sup>

Christian Kayser und Rainer Barthel

Ein Theaterbau für einen Zuschauer, der zugleich Hauptdarsteller war – die Venusgrotte im Linderhofer Schlosspark ist eine gebaute Inszenierung. Wie bei einer Bühnenkulisse sind auch bei der Venusgrotte Tragwerk und Konstruktion einerseits und das Erscheinungsbild andererseits nicht deckungsgleich; die verwirrend naturalistische, eine Tropfsteinhöhle darstellende Raumschale ist in ein ‚konventionell‘ gemauertes Bauwerk eingefügt. Zu Lebzeiten König Ludwigs II. blieb der Blick hinter die Kulissen der Dienerschaft vorbehalten, die dort auf den Beleuchterkanzeln und im Maschinenraum die Illusionsmaschine in Gang hielt. Heute arbeiten hier Planer, Fachgutachter, Forscher und Restauratoren, um den dauerhaften Erhalt der gebauten Inszenierung zu gewährleisten.<sup>2</sup> Die seit 2008 durchgeführten Untersuchungen ermöglichen es, nun auch die Konstruktion in das Rampenlicht zu stellen.

## Lage und bauliche Situation

*„Wenden wir uns [...] rechts, so gelangen wir an eine Bodenerhebung, die eine Grotte birgt. Um diese anzulegen, wurde der Boden auf eine Breite von 40 Meter und eine Tiefe von 10 Meter ausgehoben und in diese Grube ein Bauwerk gesteckt, das seines Gleichen sucht.“<sup>3</sup>*

Die 1875 nach Planungen des Landschaftsplastikers August Dirigl und des Hofbaudirektors Georg Dollmann begonnene und bis zum Tode König Ludwigs mehrfach modifizierte Grotte bildet das flächenmäßig größte Baudenkmal der Parkanlage: mit einer Grundfläche von nahezu 1200 m<sup>2</sup>, einem Rauminhalt von ca. 13 000 m<sup>3</sup> und einer Raumhöhe von bis zu 14 m übertrifft sie sowohl in Fläche wie auch in Bauvolumen deutlich das eigentliche Schloss im Zentrum. Der Bau befindet sich im südlichen Bereich des Schlossparks und wurde, den Talgrund überblickend, in den Hangschotter von Brunnenkopf und Klammspitze gebaut. Die vorhandene Geländemodellierung bot hier günstige Voraussetzungen: das Grottenbauwerk konnte in einen natürlichen, von einem Bachlauf gebildeten Einschnitt im Hanggelände eingefügt werden. Die Venusgrotte ist weitgehend von einer Aufschüttung bedeckt und zusätzlich durch angelegte Bepflanzungen verborgen. Zugänge zum Innenraum bestehen in Form von zwei künstlichen ‚Felsentoren‘, die malerisch von knorrigen Bäumen eingefasst sind. Bauzeitlich waren auch die Gewölbe auf der Grottenoberseite zugeschüttet und bepflanzt, das Erddach wurde allerdings frühzeitig durch ein hölzernes Schutzdach ersetzt.<sup>4</sup>

Dem Bauwerk mit seinem stark unregelmäßigen Grundriss sind talseitig Nebenräume und Anbauten vorgelagert.

Hier finden sich bauzeitliche Betriebsräume wie die Verbindungsgänge zwischen „Führerzimmer“ und Grotte oder ein über eine Treppenanlage zu erreichender tonnengewölbter Kellerraum, in dem eine Dampfmaschine zum Betrieb der „Wellenmaschine“ – einer Schubstangenkonstruktion mit schaufelartigem Brett am Kopfstück – installiert war. Später wurden hier im Zuge der aktuellen Instandsetzungsarbeiten zu erneuernde Funktionsräume (Toilettenanlagen, Aufenthaltsräume für das Führungspersonal) ergänzt. Bergseitig sind dem Bauwerk einzelne Filter- und Absetzbecken vorgelagert, die einen Bestandteil des historischen Bewässerungskonzeptes bilden.<sup>5</sup>

Der eigentliche Grotteninnenraum ist regulär über einen Eingangstunnel im Osten und einen Ausgangstunnel<sup>6</sup> im Westen zugänglich. Beide Tunnel besitzen jeweils eine Länge von ca. 15 m bei einer Raumhöhe von 3–4 m. Der eigentliche, an die Tunnel anschließende Grotteninnenraum gliedert sich in mehrere Abschnitte, die durch geschickt platzierte Trennmauern und Einbauten geschieden sind: Ostseitig, direkt an den Eingangstunnel anschließend, befindet sich die sogenannte Vorgrotte, vom Hauptraum abgegrenzt durch eine massive Trennmauer. Der Übergang zur Hauptgrotte erfolgt durch das enge Felsentor. Zudem ist es möglich, von der Vorgrotte auf eine Art Balkon über dem Grottensee zu gelangen, auf dem sich die Reste des Kristallthrones befinden.

Der Grottensee nimmt den südlichen Teil des Hauptraumes ein. Der Weg durch die Grotte, die heutige Führungslinie, zieht sich vom Felsentor am Nordufer des Sees entlang zum Ausgangstunnel. In der Mitte des ca. 15 x 15 m messenden Sees steht eine als Tropfsteinmassiv verkleidete Gusseisensäule, die als Auflager für die Gewölbeabschnitte über dem See dient. Am Nordufer des Sees erhebt sich ein mächtiger gemauerter Rundpfeiler mit der angesetzten Beleuchterkanzel. Auf der Nordseite der Grotte bestehen mehrere ausbuchtende Annexräume, die den erhöhten Königssitz, einen großen Spiegel und, nördlich vom Ausgangstunnel abzweigend, eine weitere Nebengrotte aufnehmen. Am Übergang der Hauptgrotte zum Ausgangstunnel ist ein größeres Tropfsteinfeld angeordnet.

## Aufbau der Konstruktion

So manchem Besucher dürfte gar nicht klar sein, dass man sich nach dem Eintritt durch das Felsentor keineswegs in einer echten Höhle im Inneren des Bergs befindet! So überzeugend der räumliche Eindruck einer ‚echten‘ Tropfsteinhöhle im Innenraum auch ist, handelt es sich doch tektonisch

um ein ‚konventionelles‘, im Wesentlichen aus Mauerwerk errichtetes Bauwerk. In das Bauwerk, die Grundkonstruktion, sind die das königliche *paradis artificiel* bildende Raumschale aus Drahtputz sowie die einzelnen technischen Installationen eingefügt. (Abb. 1–3).

#### *Mauerzüge aus Bruchsteinmauerwerk*

Die Umfassungsmauern der Grotte sind aus einem unregelmäßigen Bruchsteinmauerwerk mit örtlichen Kalksteinen in reichlicher Mörtelbettung hergestellt. Die Mauerstärke liegt

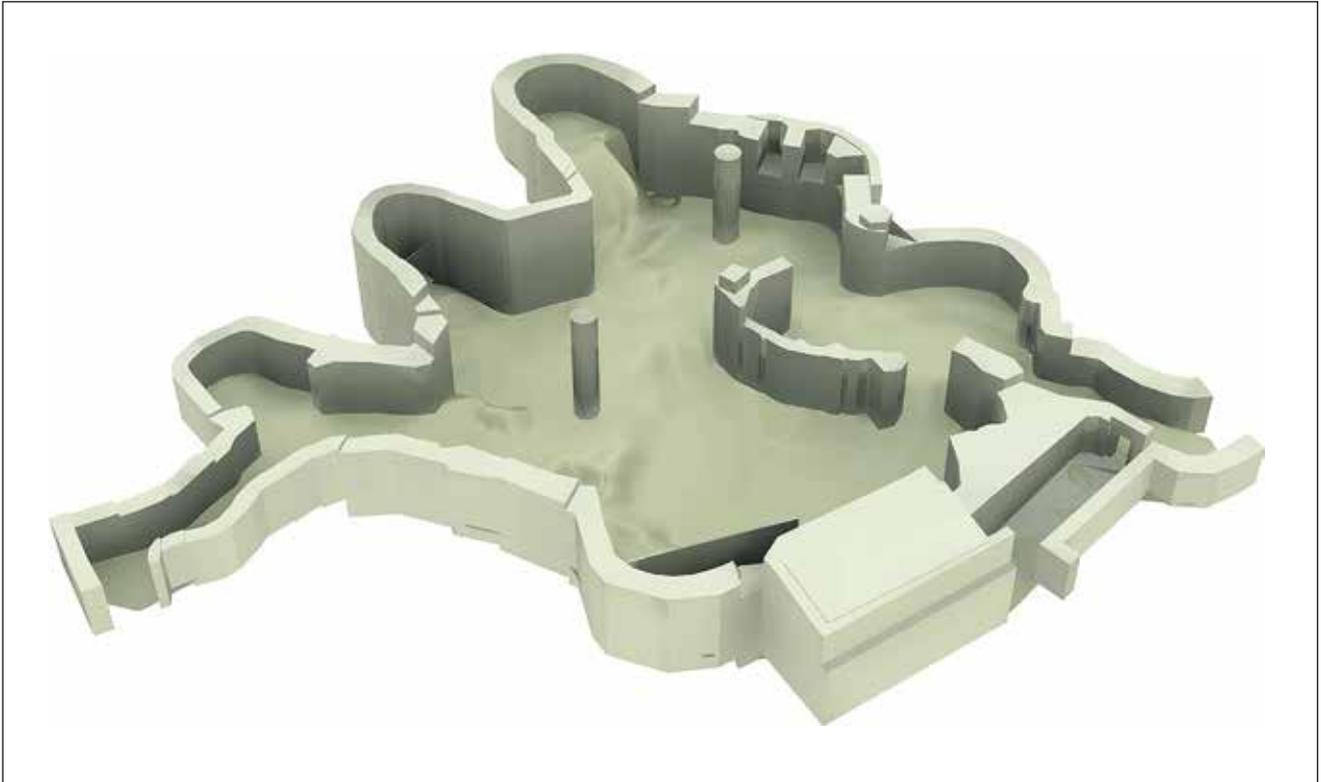


Abb. 1: Modell der Bruchsteinmauern der Grotte, äußere und innere Mauerzüge



Abb. 2: Modell der Grotte mit Außenmauern und Drahtputzschale

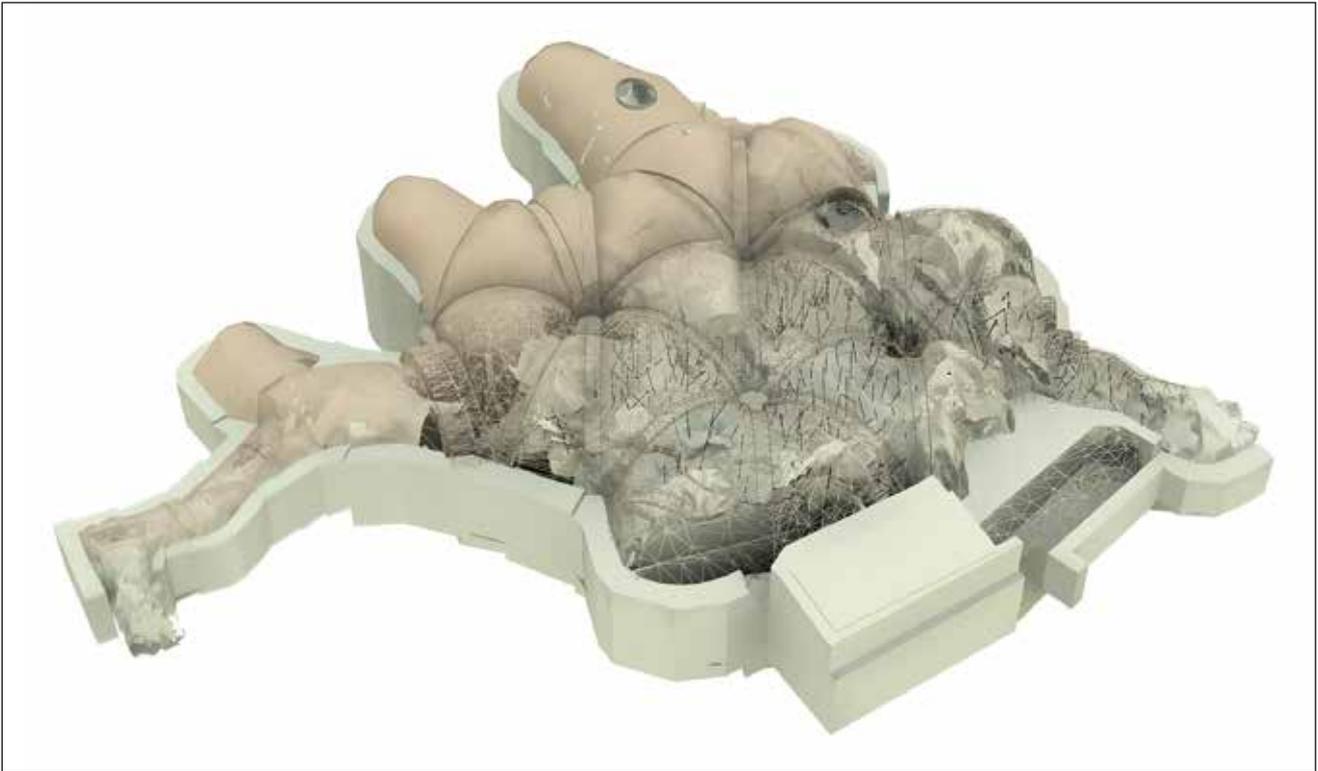


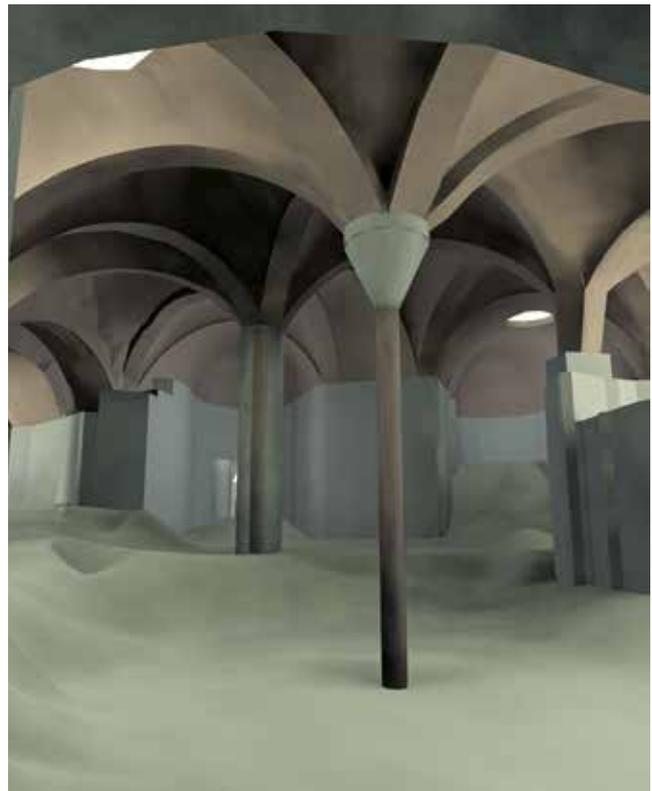
Abb. 3: Modell der Grotte mit Außenmauern, Drahtputzschale und Gewölbe, mit Hängern zwischen Drahtputzschale und Gewölbe

Abb. 4: Modell des Innenraums der Grotte ohne eingehängte Drahtputzschale, Blick vom Grottensee nach Norden auf die beiden Gusseisensäulen – im Vordergrund die Seesäule, im Hintergrund die nachträglich ummauerte Säule mit der Beleuchterkanzel

dabei bei ca. 1,2–1,8 m. Auch im Grotteninnenraum sind zur Ausbildung geschlossener Raumeile Natursteinmauern errichtet. Neben einzelnen pfeilerartigen Vorsprüngen der Außenmauer ist hierbei v. a. die massive, in der Grundrissprojektion bogenförmige Trennmauer zwischen Vorgrotte und Hauptraum zu nennen.

#### Säulen und Pfeiler

Der weite Raum der Hauptgrotte sollte nicht durch Mauerzüge verstellt werden. Als Auflager für die Wölbungen mussten damit schlanke, möglichst zurückhaltende Tragstrukturen geschaffen werden (Abb. 4). Hierfür kamen zwei hohe gusseiserne Säulen zum Einsatz, auf deren abschließende Kapitell-Deckplatte die Auflager der Gewölbe aufgemauert wurden. Gemäß den Archivforschungen wurden die Gusssäulen von der (bis heute bestehenden) Münchner Firma Kustermann geliefert. Kustermann war lange Zeit führend im Handel mit typisierten, in Serie hergestellten gusseisernen „Stallsäulen“; die sehr hohen Linderhofer Säulen sind vermutlich Sonderanfertigungen für den königlichen Bau. Eine der beiden Gusssäulen ist bis heute verhältnismäßig leicht zu identifizieren. Sie bildet den tragenden Kern der malerischen,



sich mitten im Grottensee erhebenden Tropfsteingruppe (Abb. 5a und b). Die Säule wurde hier auf einen kräftigen gemauerten Sockel aufgesetzt, der die Insel im See bildet, und mit Romanzement umkleidet. Die Identifikation der zweiten, über die Baurechnungen<sup>7</sup> nachweisbaren Gusssäule stellte dagegen eine gewisse Herausforderung dar. Schließlich zeigte sich, dass sie in der großen gemauerten Mittelsäule mit der Beleuchterkanzel (Abb. 6) steckt. Auf diesem kräftigen, im Durchmesser ca. 1 m starken Rundpfeiler aus Bruch-

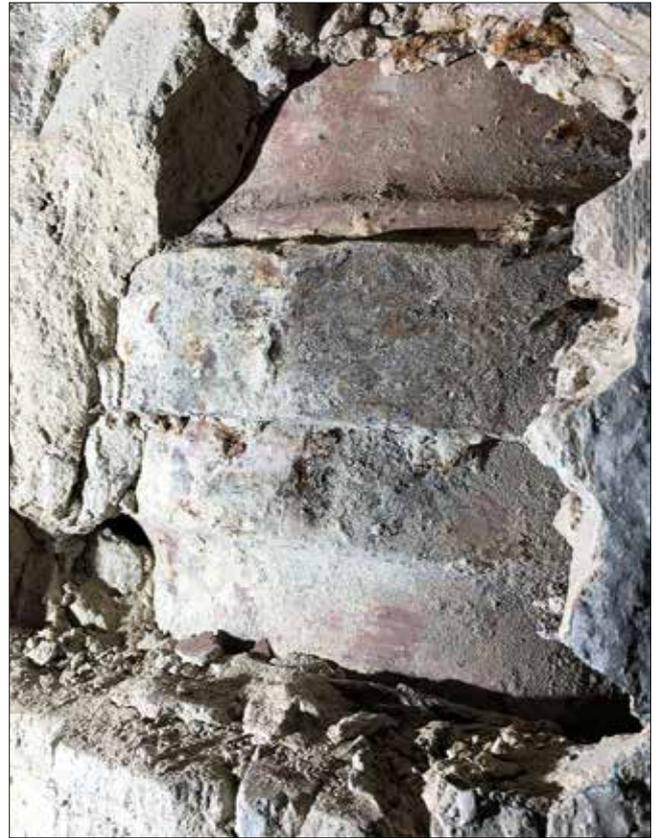
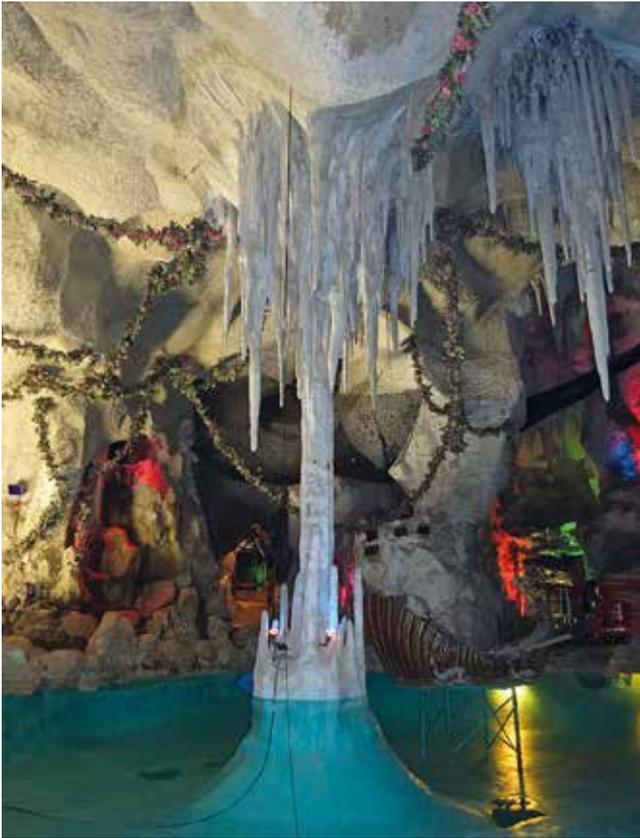


Abb. 5a: Seesäule mit umgebender Tropfsteingruppe – Umkleidung der Gusseisensäule  
b: Bauteilöffnung an der Seesäule mit freigelegtem Gusseisenkern

steinmauerwerk setzen die Zwickel der sieben angrenzenden Kuppelgewölbe an. Vermutlich traute man schon vor der Herstellung der Raumschale der schlanken Gussstütze nicht die notwendige Stabilität zu und ummantelte sie mit Mauerwerk. Die Mittelsäule ist mit einem sich nach oben aufweitenden Abstand kelchförmig von der Drahtputzschale umschlossen. Die Verbindung zwischen Schale und Säule wird von zahlreichen horizontalen Hängern gebildet. Seeseitig ist der Mittelsäule eine Beleuchterkanzel vorgesetzt. Die Kanzel ruht auf einer zementverkleideten hölzernen Unterkonstruktion aus drei Holzständern mit aufgelegten Querwechsellern. Die Brüstung der Kanzel wird durch ein freistehendes Stück Drahtputzschale ohne Hängekonstruktion gebildet; die Brüstung schließt einseitig direkt an die gemauerte Säule an, am anderen Ende geht sie in die Schalenkonstruktion rund um die Säule über.

#### Gewölbe (siehe Abb. 3)

Über Vorgrotte und Hauptgrotte spannt ein Netz kuppeliger Gewölbe über dreieckigem Grundriss. Die Gewölbe wurden augenscheinlich freihändig aus Ziegeln gemauert. Am Ansatz des Ziegelmauerwerks auf den Bruchsteinmauern sind, so weit einsehbar, bereichsweise Metallplatten als Trennlage eingebaut worden. Neben den vorherrschenden Dreiecksgewölben treten lokal auch tonnengewölbte Abschnitte auf, so etwa über dem Ein- und Ausgangstunnel, den Verbindungsgängen, sowie über den ‚Ausbuchtungen‘

im Norden der Hauptgrotte. Die Gewölbe über den Annexen des Hauptraumes sind gleichfalls aus Ziegelmauerwerk erstellt, die Gewölbe über den beiden Tunneln und den Verbindungsgängen wurden dagegen aus Bruchsteinmauerwerk über Lehrschalungen errichtet; die Schalungsabdrücke sind gut erkennbar. Aus Bruchstein sind auch die ‚Apsiskalotten‘ über den hangseitigen Ausbuchtungen und am abknickenden Endstück des Ausgangstunnels gemauert. Die unregelmäßige Grundgestalt des Baus mit zahlreichen Ausbuchtungen war schon frühzeitig festgelegt. Die Gestaltung des oberen Raumabschlusses der Grotte, der Gewölbe, war dagegen eine besondere Herausforderung bei der Planung der Anlage und bis nach Baubeginn nicht abschließend geklärt. Ein historischer Entwurfsplan zeigt etwa eine Variante, bei der alle Raumteile mit ‚Böhmischen Kappen‘ unterschiedlicher Größe und Form in Kombination mit einzelnen Tonnengewölben überdeckt werden sollten.

#### Drahtputzschale (siehe Abb. 2)

Die innere Raumschale wird von einer reich modellierten, frei und unregelmäßig geformten Drahtputzschale gebildet. Ihre Anlage nimmt nur bereichsweise Rücksicht auf die dahinterliegende, mit ihrem Dreiecksrastrer ja grundsätzlich rational angelegte bauliche Struktur: Durch die Loslösung der eingestellten ‚Kulisse‘ von dem eigentlichen Mauerkörper entsteht zwischen beiden Systemen ein Zwischenraum unregelmäßiger Größe. Dieser Schalenzwischenraum nimmt



Abb. 6: Große Mittelsäule, mit Befundöffnung zur Freilegung des Gusseisenkerns



Abb. 7: Schalenzwischenraum am Zugang zum Ausgangstunnel mit zahlreichen Varianten von Hängern zwischen Gewölben und Schale

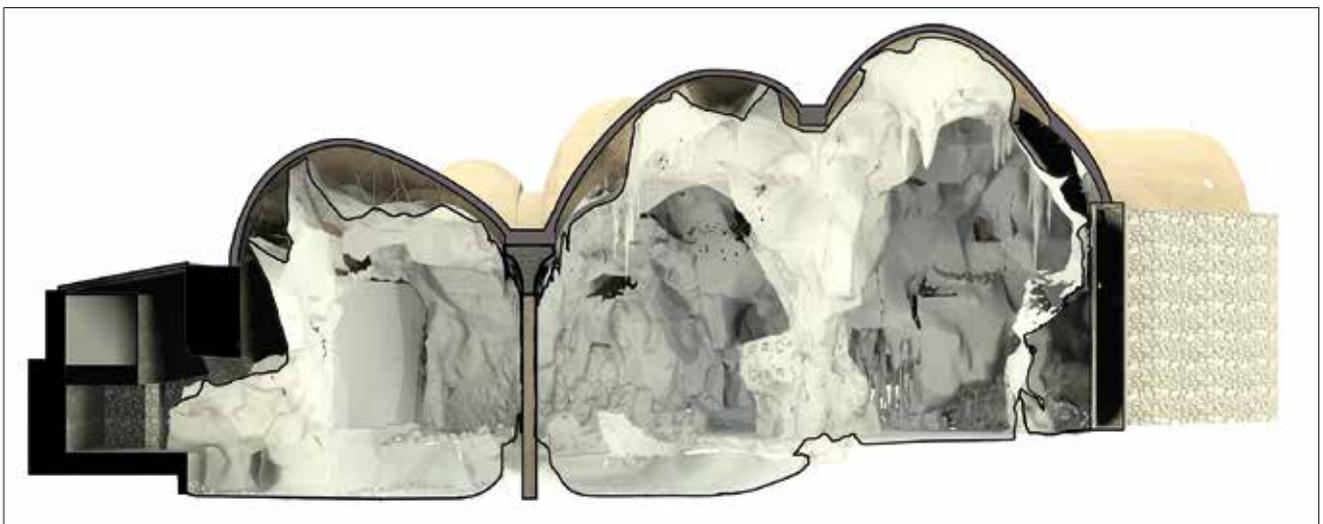
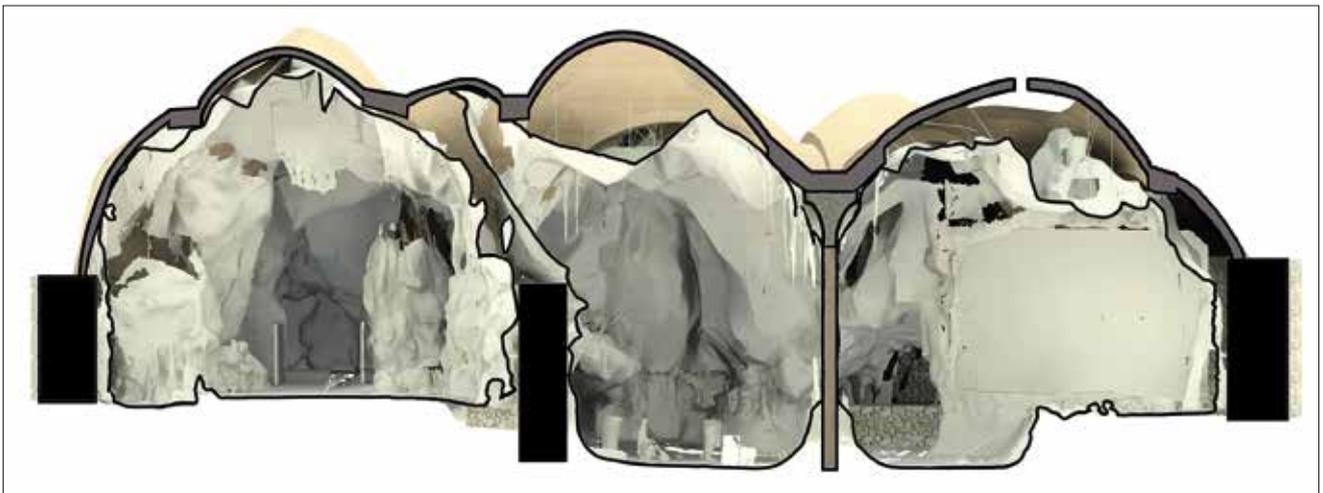


Abb. 8: Längsschnitte durch das virtuelle Modell der Grotte, oben: Schnitt durch die Seesäule und die Vorgrotte, Blick hin zum Eingang; unten: Schnitt durch die Seesäule und die Hauptgrotte, Blick hin zur Beleuchterkanzel und zum Ausgangstunnel. Auf beiden Schnitten sind die unterschiedlichen räumlichen Verhältnisse zwischen Gewölbe und eingehängter Schale gut erkennbar: teils begehbare, übermannshöhe Räume im Schalenzwischenraum, teils Befestigung der Raumschale unmittelbar am Gewölbe.

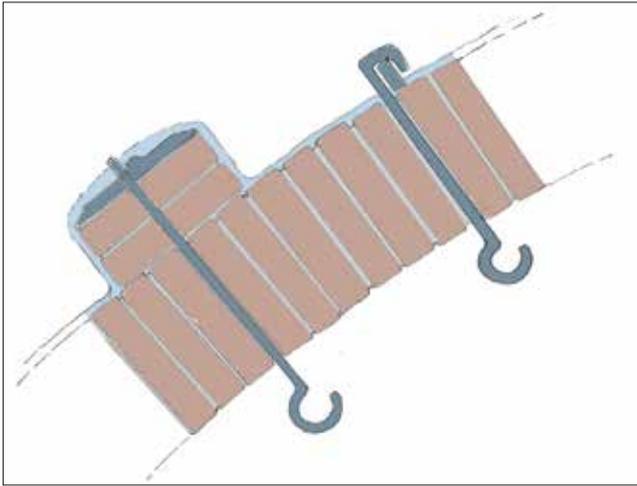


Abb. 9: Schemadarstellung der möglichen Ausbildung der Haken mit und ohne untergesetztem Ziegel auf der Gewölbeoberseite

die Aufhängung der Drahtputzschale auf. Bereichsweise bestehen hier regelrechte ‚Kavernen‘, Räume von mehreren Metern Höhe (Abb. 7), in anderen Bereichen der Grotte ist die Schale dagegen sogar abschnittsweise direkt am Gewölbe befestigt (Abb. 8). Tektonisch gliedert sich die Drahtputzschale in die Aufhängung im Schalenzwischenraum und die eigentliche Raumschale.

#### Aufhängungen

Die Aufhängung der Drahtputzschale an den Gewölben erfolgt über schmiedeeiserne Haken (Abb. 9) und daran gesetzte Hänger. Die Haken mit einem Querschnitt von etwa 16 bzw. 22 mm sind durch die gemauerten Gewölbekappen bzw. die Gurtbögen gesteckt und außenseitig mit Schlaudern gesichert. Zur Lastverteilung auf der Oberseite der Gurtbögen wurden die Schlaudern mit Ziegelsteinen unterbaut, die sowohl längs als auch quer zur Lagerfuge versetzt wurden. Auf den Gewölbekappen verzichtete man dagegen meist auf solche Lastverteiler. Die Haken wurden erst nach dem Aufführen der Gewölbe eingesetzt. Bei der Errichtung der Ziegelkappen und Gurtbögen wurden Rundhölzer als Platzhalter eingemauert und somit Löcher definiert, durch die die Haken später geführt werden konnten. Die Haken wurden direkt im Anschluss ohne Bezugnahme auf die spätere Form der Raumschale eingesetzt, es bestehen somit deutlich mehr Haken als Hänger. Der Abstand zwischen den einzelnen Haken liegt bei ca. 80 cm. Zwischen den Haken und der eigentlichen Drahtputzschale vermitteln die Hänger (vgl. Abb. 7), schmiedeeiserne Stangen runden oder quadratischen Querschnittes ( $\varnothing$  11–17 mm bzw. 7/7–11/11 mm). Die Endstücke sind zu Ösen umgebogen, die oben in die Haken eingehängt sind und am unteren Ende die Hauptträger der Drahtputzschale umgreifen. Aufgrund der heterogenen räumlichen Verhältnisse zwischen Gewölbe und Drahtputzschale bestehen unterschiedliche Ausführungen von Hängern: die üblichen einfachen Hänger werden bis zu einer Länge von ca. 2,5 m eingesetzt. Bei größeren Abständen zwischen Gewölbe und Schale können die Hänger

direkt verlängert werden, indem zwei Hänger unmittelbar aneinandergelängt werden.

#### Trägerkonstruktionen

Ein Teil der Staffagearchitektur wurde über hölzernen Traggerüsten errichtet. Auffällig ist, dass die Konstruktionen offenkundig nicht von Zimmerern, sondern von den vor Ort arbeitenden Maurern oder Schmieden ausgeführt wurden. Grundsätzlich kamen unbearbeitete, runde Holzstämmen zum Einsatz. Die Verbindungen wurden nicht mit klassischen Holzbaudetails wie Zapfen oder Blättern ausgeführt, vielmehr sind die Stämme und Balken entweder einfach aufeinandergelegt und mit Bauklammern gesichert, oder mit umgebogenen Eisenstäben aus den Beständen der Drahtputzschale verbunden. Beispielhaft lässt sich das an der großen und prägnanten Holzkonstruktion erläutern, die das Felsentor zwischen Vorgrotte und Hauptgrotte bildet (Abb. 10). Der Besucherweg führt hier durch einen schmalen, augenscheinlich durch eine massive Tropfsteinwand laufenden Schlupf – tatsächlich wird die Wand jedoch ausschließlich aus der auf einer Holzkonstruktion aufgezogenen Drahtputzschale gebildet. Die dreieckige Rahmenkonstruktion über dem Felsentor ist mit Rundhölzern aus Nadelholz mit Durchmessern von 18–25 cm über einer gestuften und gemauerten Plattform errichtet worden. Die Ständer sind bis zu 3,5 m lang, im Grundriss hat die Konstruktion Seitenlängen von 2,3 x 2,05 m. Sie ist einem gemauerten Natursteinpfeiler vorgestellt und daran mit mehreren Eisenbändern verankert. Die Hölzer sind an den Knotenpunkten ebenfalls mit Bandeisen verbunden. Die Konstruktion diente bauzeitlich als Aufrichthilfe für die hier vorgelagerte Drahtputzschale. Die beiden Wände der an dieser Stelle steil aufragenden Schale sind mittig nach innen eingezogen (vom Grotteninnenraum aus gesehen konkav) und die Hänger sind an der innen stehenden Holzkonstruktion befestigt.

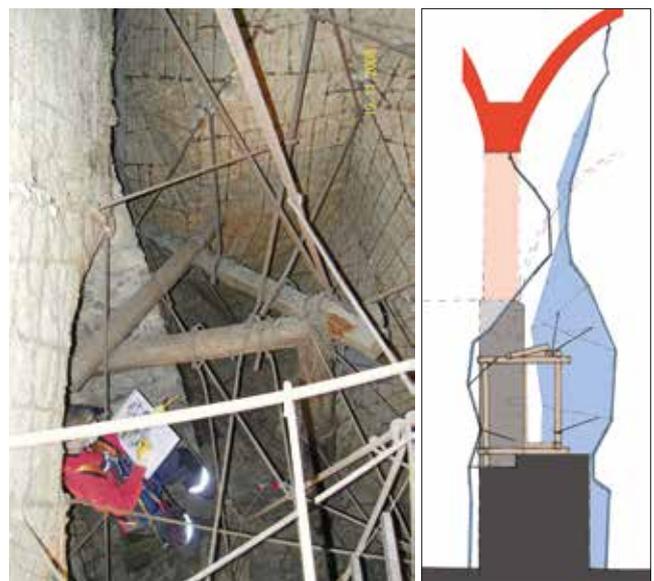


Abb. 10: links: Hölzerne Stützkonstruktion am Felsentor zwischen Vorgrotte und Hauptraum; rechts: Schemaschnitt durch das Felsentor mit der hölzernen Stützkonstruktion und der konkav eingezogenen Schale

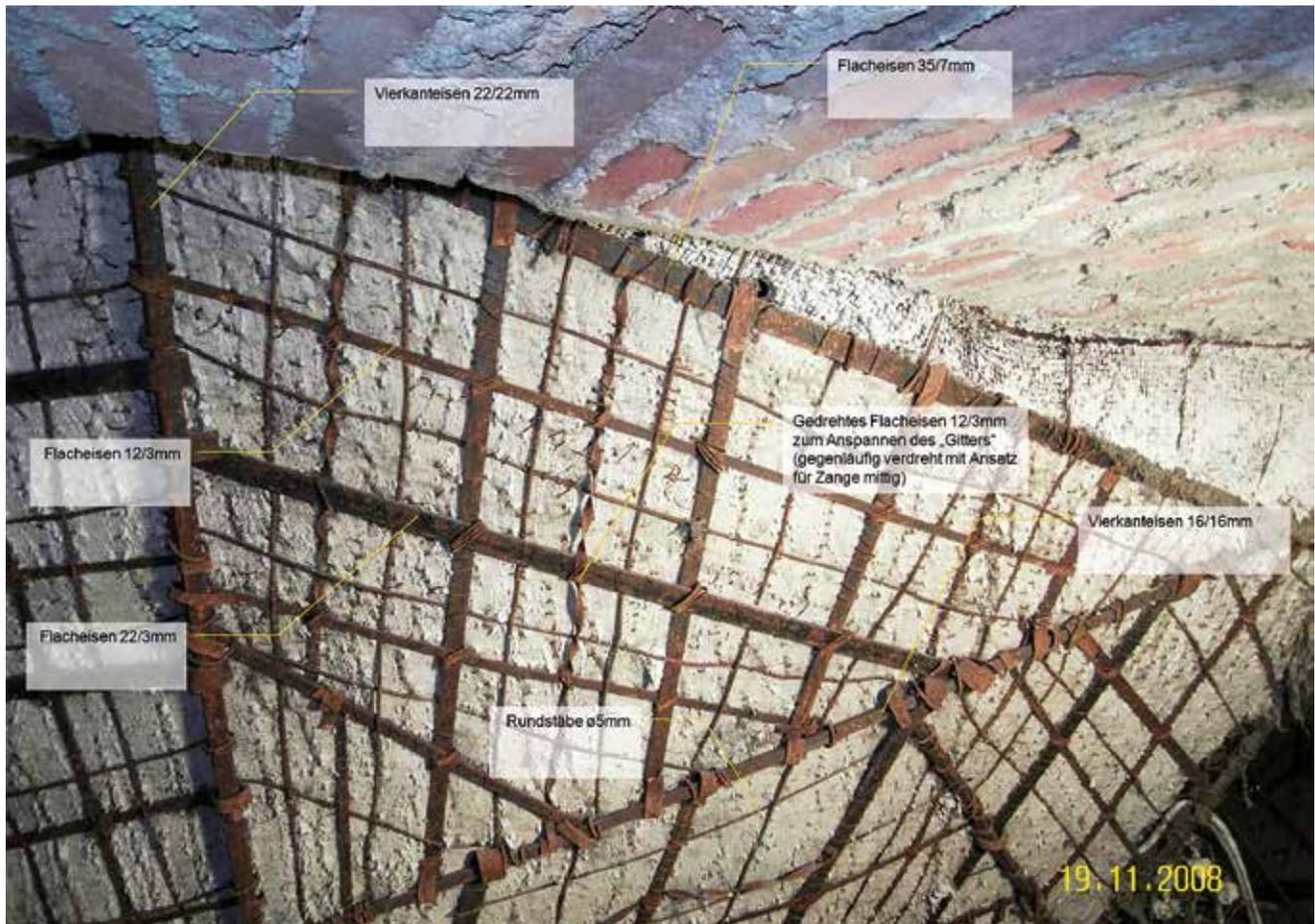


Abb. 11: Aufbau der Drahtputzschale, Ansicht vom Schalenzwischenraum aus

#### Der Aufbau der Schale (Abb. 11 und 12)

Die formgebenden Hauptträger der Schalenkonstruktion bestehen aus Vierkanteisen mit Querschnitten von 14 x 14 bis 22 x 22 mm und wurden in einem Abstand von etwa einem Meter verbaut. Dazwischen wurden in Abständen von etwa 20 cm Flacheisen eingehängt. Die Felder zwischen den Flacheisen sind ein weiteres Mal mit Rundstäben ( $\varnothing$  5 mm) unterteilt. Um das Eisen untereinander zu verspannen und zu formen, wurden einige der Flacheisen nach dem Einbau mit Zangen verdrillt. Dabei wurde mittig angesetzt; das ‚Gewinde‘ läuft dann zu beiden Seiten aus. Die Eisen für die Tragkonstruktion wurden wiederum von der Münchner Firma Kustermann geliefert, als Schmiede waren unter anderem „Schmiedmeister“ Anton Marschall aus Ettal<sup>8</sup>, Jakob Rutz aus Oberammergau<sup>9</sup> und der Italiener Silvio Adrigethi tätig. Die eigentliche Oberfläche der Drahtputzschale wird von einer ca. 0,5–4 cm starken Schicht Romazement gebildet, die von der Sichtseite auf unterschiedliche Trägergewebe aufgebracht wurde. Flächenmäßig am weitesten verbreitet ist die Variante mit Zement auf Rupfen (Sackleinen). Der Rupfen wurde mit geschlachten Rödeldrähten ( $\varnothing$  2 mm) an der Tragkonstruktion befestigt. Neben Rupfen finden sich als bauzeitliche Trägergewebe auch Drahtgitter und weitere organische Materialien (Äste, Haare, Knochen...). Eine Besonderheit bilden bereichsweise ‚Knödel‘ aus zement-

getränkter Holzwolle, die von unten gegen die Tragkonstruktion gedrückt wurden. Bei späteren Instandsetzungen wurde das Trägermaterial lokal durch Ziegelgitter ersetzt. Die Oberfläche der bauzeitlichen Drahtputzschale war ursprünglich reich gefasst. In Spuren sind noch verschiedene Farbfassungen nachweisbar, teilweise war der Putz mit kleinen Glaskristallen besetzt. Zwischen 1977 und 1981 wurden – nach einem Teilabsturz – unter der Leitung des damaligen Landbauamts Weilheim große Bereiche der Raumschale in der Hauptgrotte über dem See erneuert. Der Aufbau der erneuerten Bereiche unterscheidet sich dabei etwas von dem der bauzeitlichen Abschnitte: Die historische Flächenfüllung wurde bis zu den Flacheisen der Tragkonstruktion entfernt. An Stelle der historischen Trägermaterialien wurde als Putzträger Streckmetall eingesetzt, dieses danach mit einem zwei- bis dreilagigen Zementputz aus Portlandzement, Romankalk und Quetschsand<sup>10</sup> überstrichen.

#### Baublauf bei der Errichtung der Schale

Eine systematische Nachverfolgung der einzelnen Eisen in ihrem gesamten Verlauf und ihrer Anschlüsse ermöglicht eine hypothetische Rekonstruktion des Bauablaufes. Es ergeben sich damit die folgenden Schritte

- Phase 1: Primäre Tragelemente (Vierkanteisen 22 x 22 m) werden ‚schlaff‘ eingebaut, die Befestigung erfolgt i. A.

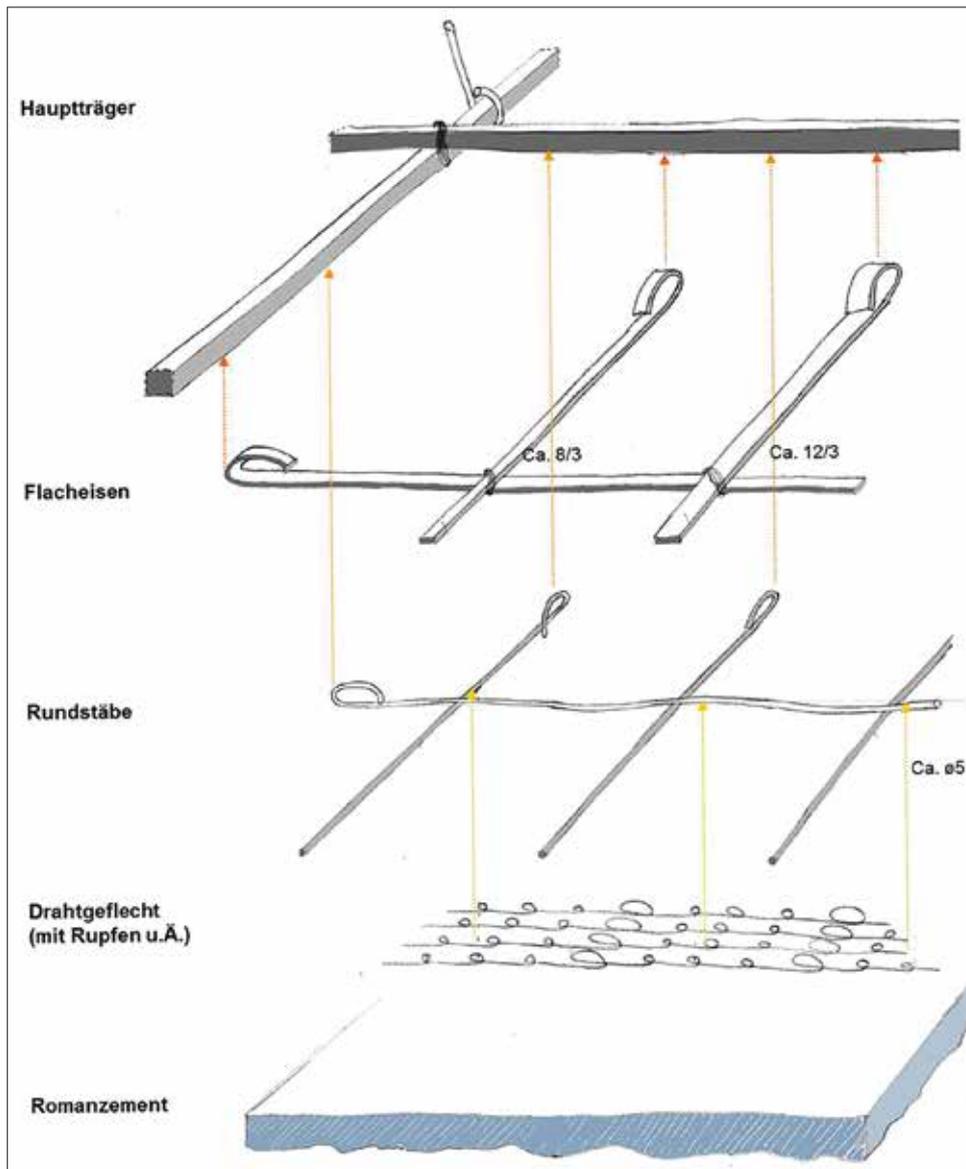


Abb. 12:  
Schichtdarstellung der  
einzelnen Elemente der  
Drahtputzschale

direkt am Mauerwerk oder auch an Knotenpunkten aus mehreren Hilfsstäben, die die Endabschnitte räumlich fixieren.

- Phase 2: Die ‚schlaffen‘, nur ungefähr in die Form gebogenen Primärtragelemente werden mit Hilfe von am Mauerwerk befestigten Zug- und Druckstäben sowie Verbindungen zwischen zwei Hauptelementen in eine polygonale Form gebracht. Die entstehenden räumlichen Polygonformen definieren bereits die Kanten der Hauptflächen der späteren Rabitzschale.
- Phase 3: Zwischen den polygonalen Primärelementen werden weitere, so weit möglich orthogonal geführte Haupttragelemente eingesetzt. Diese definieren die Form der Binnenflächen als konkav oder konvex; grundsätzlich handelt es sich bei den Flächen zwischen den Hauptträgern jedoch nur um tordierte Ebenen.
- Phase 4: In den Flächen wird die eigentliche Bespannung mit Nebentragelementen (Flacheisen, Rundstäbe) und dem Romazement eingesetzt.

### Tropfsteine

Die verschiedenen künstlichen Tropfsteine tragen wesentlich zu der naturnahen Anmutung der Grotte bei und bilden ein wesentliches Element der Drahtputzschale. Ganz nach dem Vorbild einer ‚echten‘ Grotte bestehen die unterschiedlichsten Varianten: Stalaktiten (von oben herabwachsend), Stalagmiten (von unten heraufwachsend), Sinterfahnen (oder -vorhänge) und „Makkaroni“ (Gruppen kleiner, fadennudelartiger Tropfsteine). Da das ‚Innenleben‘ der Tropfsteine teilweise weder von oben, aus dem Schalenzwischenraum, noch vom Grottenraum aus einsehbar war, wurden diese im Zuge der Untersuchungen mit einem speziellen Bauröntgengerät durchleuchtet (Abb. 13). Es zeigte sich, dass je nach Größe des Tropfsteines unterschiedlich ausdifferenzierte Konstruktionsformen bestehen:

- Kleinere Stalaktiten – „Makkaroni“ – wurden ausschließlich mit Holz- oder auch mit Eisenstabkernen hergestellt, wobei die Kerne in das ‚Gitter‘ der Drahtputzschale eingehängt und mit Romazement ummantelt wurden.
- Größere Stalaktiten (Abb. 14) wurden nach dem Mus-



Abb. 13: Röntgenaufnahme eines Stalaktiten im Bereich der Spitze

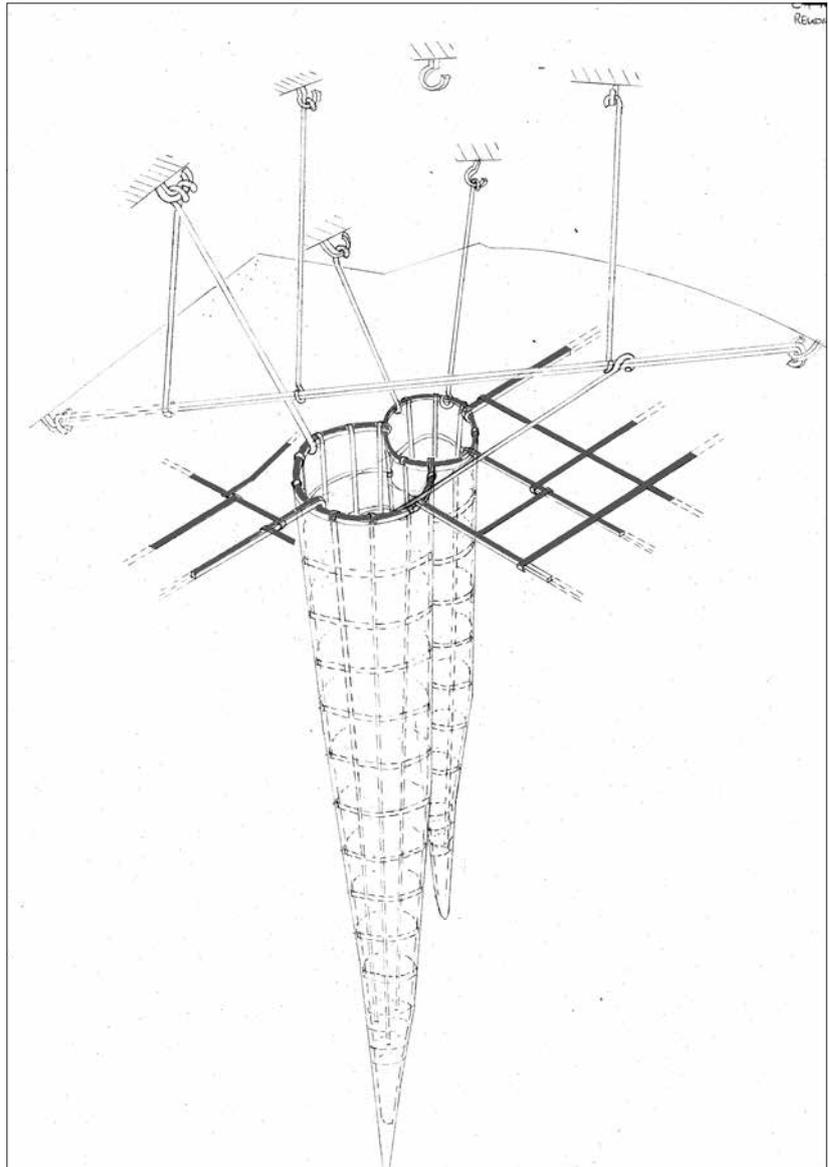


Abb. 14: Schematischer Aufbau großer Stalaktiten

ter der üblichen Schalenkonstruktion erstellt: Der obere Durchmesser der Stalaktiten wird mit einem Eisenring aus einem Vierkantstab gebildet. Der Vierkant-Eisenring ist in die Hierarchieebene der Hauptträger eingesetzt, die übrigen Vierkanteisen schließen direkt daran an. Längs daran angehängt sind im Abstand von ca. 17 bis 22 cm Flacheisen mit 15 x 4 mm oder wahlweise Vierkantstäbe mit 6 x 6 mm. In gleichem Abstand werden die Hänger von Bandeisen und Rödeldrähten horizontal nach unten verjüngend eingefasst und in ihrer Lage gesichert. Die Flacheisen wurden teilweise verdreht, um dem Stalaktiten die gewünschte Form zu geben. An den Tropfsteinspitzen sind bauzeitlich Rundhölzer in die Hänger eingesetzt, die mit Draht umwickelt und in ihrer Lage gesichert wurden. Unterhalb dieser Hölzer wurde mit Draht umwickelte Holzwohle verwendet, um die konische Form zu vollenden und die auslaufende Tropfstein Spitze zu modellieren. Das gesamte Gebilde wurde mit Ruffen aus Jute umwickelt und schließlich mit Romanzement ummantelt. Die Stalaktiten sind bis zu 5,8 m lang und haben einen Durchmesser von bis zu 0,8 m. Bei einem Gewicht

der Rabitzschale von  $100 \text{ kg/m}^2$  ergibt sich für den größten vorgefundenen Tropfstein ein Gewicht von rund 700 kg!

- Sinterfahnen sind vorhangartig gewellte, unregelmäßige Gebilde. In der Venusgrotte wurden sie aus Drähten hergestellt, die ein kreuzweises Geflecht bilden. Auf diese wurde Ruffen als Putzträger geflochten. Mit Drähten wurde diese Matte an die Hauptträger der Drahtputzschale gehängt. Der Putzauftrag mit Romanzement erfolgte von beiden Seiten. Die Fahnen haben eine Stärke von durchschnittlich 20–40 mm.
- Verglichen mit den ‚hängenden‘ Exemplaren ist die konstruktive Ausbildung der vom Boden nach oben ‚wachsenden‘ Stalagmiten im Allgemeinen einfach: ein Kern aus Eisenstäben, oder bei größeren Exemplaren aus Holzstämmen, wurde mit Romanzement ummantelt.

Teils sind Tropfsteine zu Feldern gruppiert und bilden so eigenständige Nebengrotten, Annexräume am Rand der Haupträume. Besonders eindrucksvoll ist etwa die Tropfsteingruppe am Übergang der Hauptgrotte zum Ausgangstunnel: Das

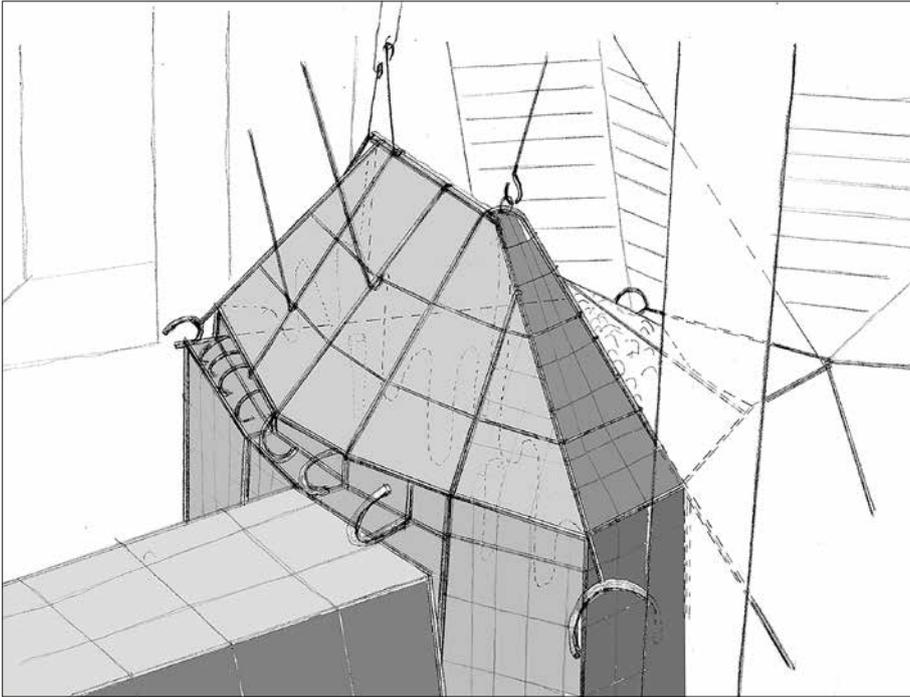
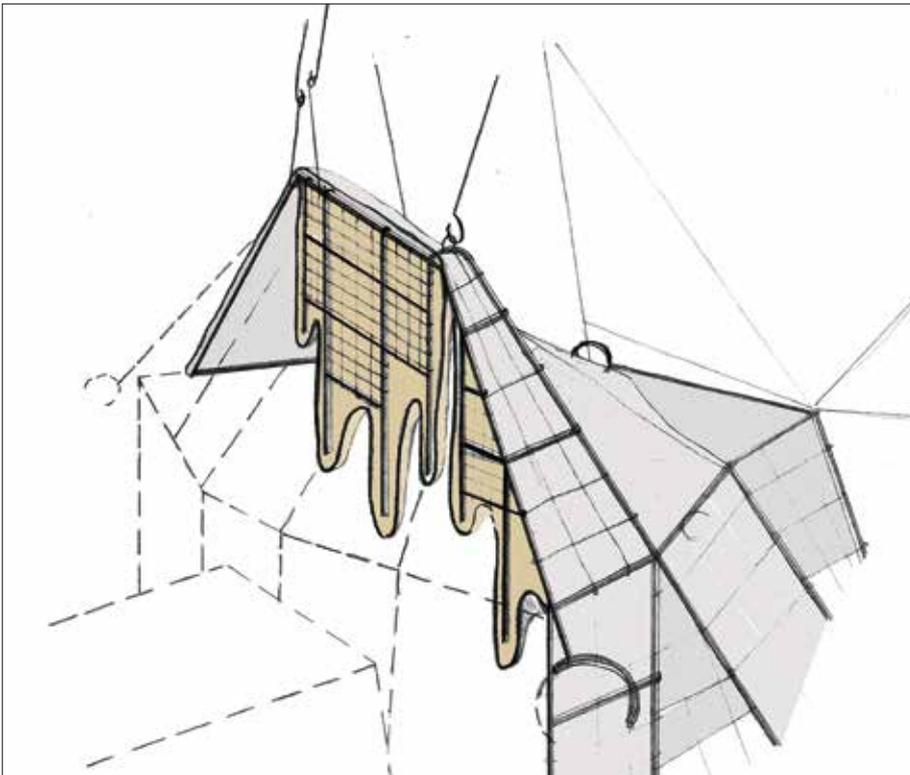


Abb. 15a und b: Stützkonstruktion zur Ausbildung des Tropfsteinfeldes am Übergang von Hauptgrotte zu Ausgangstunnel, Ansicht und Längsschnitt. In den „offenen“ Ösen der Haupteisen verliefen ehemals Holzbalken.



Tropfsteinfeld besteht aus zahlreichen Stalagmiten und Stalaktiten in unterschiedlichen Größen, auf denen sich – von ihnen gestützt – ein satteldachförmiger Überbau erhebt. Das Dach dieser ‚Hütte‘ bildet wiederum die Tragkonstruktion, an der die Stalaktiten in der Mitte des Tropfsteinfeldes hängen. Vorhandene Eisenklammern sowie Abdrücke im Romanzement bezeugen, dass die ‚Hütte‘ ursprünglich tatsächlich als putzkleidete Holzkonstruktion errichtet worden war: In den Ecken der ‚Hütte‘ befanden sich ehemals tragende Holzstützen, die vom Grotteninnenraum als durchgehende Tropfsteine verkleidet waren. Die Grundkonstruktion war

ehemals von einem Rahmen aus horizontalen und diagonal liegenden Holzbalken eingefasst. Dieser Rahmen war mit der Eisenkonstruktion der Drahtputzschale durch Klammern und Nägel verbunden. Zusätzlich war die ‚Hütte‘ mit Hängern am Gewölbe befestigt (Abb. 15). Bei Instandsetzungen um 1980 wurden die durchlaufenden Tropfsteine aufgrund des Zerfalls der ehemaligen Holzstützen mit Bewehrungen versehen und mit Beton ausgegossen. Eine der Holzstützen wurde durch eine Stahlstütze ersetzt, an der mit Stahlseilen Teile der Rabitzschale sowie der ‚First‘ der ‚Hütte‘ angehängt sind (siehe Abb. 7).

### Sonderkonstruktionen des Innenausbaus (Auswahl)

Der Grotteninnenraum wird neben der Drahtputzschale mit den Tropfsteinen von einer Reihe eigenständiger Elemente geprägt. Diese dienen teils als eine Art permanente Bühnendekoration für unterschiedliche Szenarien – etwa des Venusbergs oder der Blauen Grotte –, teils handelt es sich aber auch um Konstruktionen, die mit der technischen Ausstattung der Grotte in Verbindung stehen. Zur ersten Gruppe zählen etwa das Ölgemälde *Tannhäuser im Venusberg* oder der Muschelkahn auf dem See, zur zweiten Gruppe dagegen die Ofenanlagen mit ihren paraventartigen Verkleidungen oder die Beleuchterkanzeln. Die im Folgenden beschriebenen Einbauten sind im Wesentlichen der zweiten Gruppe zuzuordnen.

#### Ofennischen

Die Grotte war bauzeitlich mit sieben Öfen ausgestattet. Um die Raumwirkung nicht zu stören, wurden die Öfen hinter vorgesetzten Drahtputzkonstruktionen verborgen, den sogenannten Ofennischen. Es können typologisch drei unterschiedliche Bauweisen der Ofennischen unterschieden werden:

- Die Ofennischen sind als Teil der nach unten gezogenen Drahtputzschale ausgebildet, die Schale schließt an den Grottenboden an. Die Öfen stehen damit im Schalenzwischenraum. Diesem Konstruktionstyp sind die Ofennischen 1 in der Vorgrotte und 4 (Tropfsteinfeld am Ausgangstunnel) zugeordnet.

- Die Ofennischen sind als selbständige freitragende Schalenstücke („Paravents“) ohne zusätzliche Stützkonstruktion und ohne Anbindung an die Außenmauer oder die Raumschale ausgebildet. Dieser Typ findet sich bei den Nischen 2 (zwischen Ausgangstunnel und Wasserfall) und 6 (Vorgrotte am Felsentor).
- Die Ofennischen besitzen eine eigenständige „Pfosten-Riegel“-Stützkonstruktion aus Eisen-Vierkantstäben mit Querschnitten von bis zu 22/22 mm, die das konstruktive Gerüst für die den Öfen vorgelagerte Drahtputzschale bilden (Abb. 16 a und b). Die Eisenpfosten sind jeweils in Streifenfundamente aus Natursteinen eingelassen. Die Riegel der Seiten sind in der Außenwand der Grotte verankert. Es handelt sich dabei grundsätzlich um rationale „Eisenfachwerke“, die wiederum mit einer frei geformten Drahtputzschale verkleidet sind. Diese Bauweise findet sich bei den Nischen 3 (nahe dem Wasserfall), 5 (mittig zwischen Königssitz und Spiegel) und 7 (Übergang Eingangstunnel zu Vorgrotte).

Alle Ofennischen sind so ausgebildet, dass oberseitig ein Spalt zwischen der Verkleidung des Ofens und der anschließenden Drahtputzschale des Deckenbereiches besteht. Über diesen Spalt konnte die Ableitung von Rauchgasen und erwärmter Luft in den Grottenraum erfolgen.

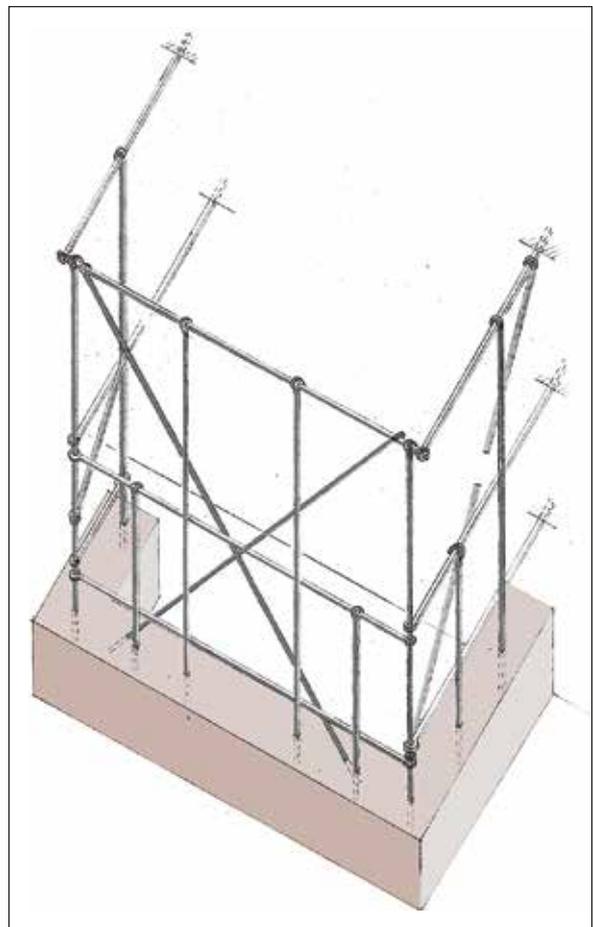
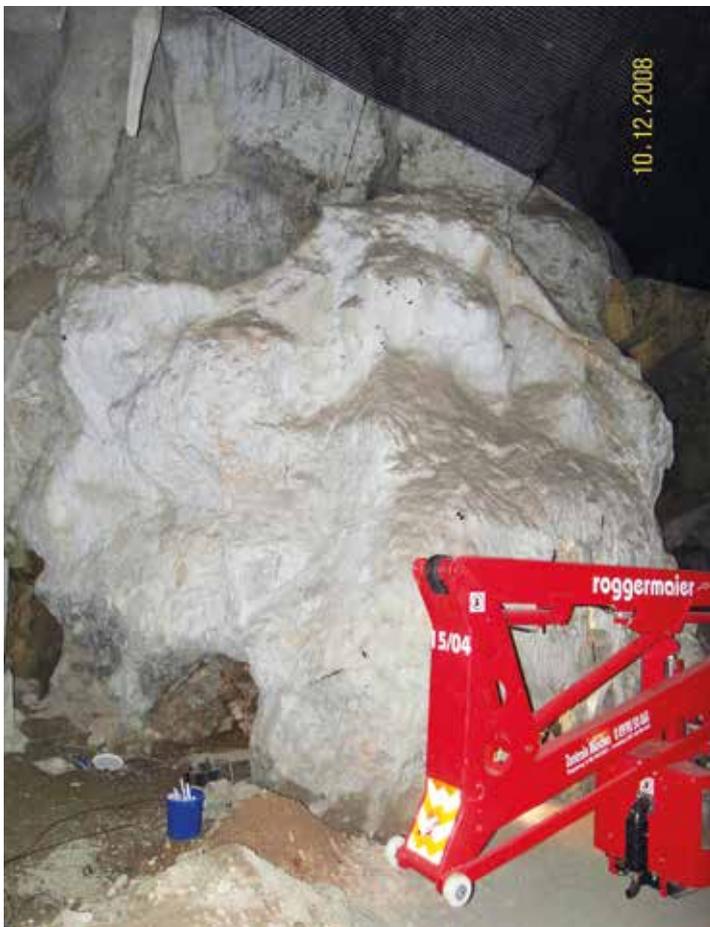


Abb. 16a und b: Ofennische 5 in der Hauptgrotte, Ansicht und Schemadarstellung der Tragkonstruktion

### Beleuchterkanzeln

Die auch technisch spektakuläre Beleuchtung ist wesentlicher Teil des Raumkunstwerks Venusgrotte. Die Lichtbogenlampen, die mit verschiedenen Filtern die Grotte in unterschiedlichen Farbstimmungen illuminieren, waren auf fünf Beleuchterkanzeln im Raum angeordnet. Diese Beleuchterkanzeln waren über schmale Schlupfforten und Aufstiege im Schalenzwischenraum für die Diener des Königs zugänglich.

#### Kanzel an der großen Mittelsäule (Abb. 17)

Der mächtigen, gemauerten Mittelsäule am Ufer des Sees ist, zum See hin orientiert, eine Beleuchterkanzel vorge setzt. Die Kanzel ruht auf einer zementverkleideten hölzernen Unterkonstruktion aus drei Holzständern mit aufgelegten Querwechseln. Die Brüstung der Kanzel wird durch ein freistehendes Stück Drahtputzschale ohne Hängekonstruktion gebildet. Sie schließt einseitig direkt an die gemauerte Säule an, am anderen Ende wird sie in die Schalenkonstruktion rund um die Säule überführt. Der Aufstieg auf die Beleuchterkanzel an der Mittelsäule erfolgt durch einen schmalen Spalt in der um die Mittelsäule herumge-

führten Drahtputzschale und innen dann über eine kurze Leiterstrecke.

#### Kanzel am Königssitz

Im Bereich „Königssitz“, einem der nördlichen Annexe des Hauptraumes, existiert eine weitere Beleuchterkanzel. Diese ist als ca. 3,7 m hohe, frei modellierte Brüstung aus Drahtputzgewebe erstellt. Der heutige, stark reduzierte Bestand lässt gewisse Rückschlüsse auf die ursprüngliche Anlage zu: Ehemals bestand eine hölzerne Stützkonstruktion mit zwei hölzernen Zwischenpodesten; aufgrund der vollständigen Zerstörung der Holzbauteile ist eine exakte Rekonstruktion allerdings nicht mehr möglich. Die Drahtputzschale ist im unteren Bereich aus zementgebundenem organischem Material aufgebaut; die obere Brüstung wird von gebogenen Eisen-Hauptträgern gebildet.

#### Weitere Beleuchterkanzeln

Weitere Beleuchterkanzeln finden sich in folgenden Bereichen:

- Hauptgrotte, zwischen Ölgemälde und dem Wasserfall.  
Von der Beleuchterkanzel aus konnten das Bild und der

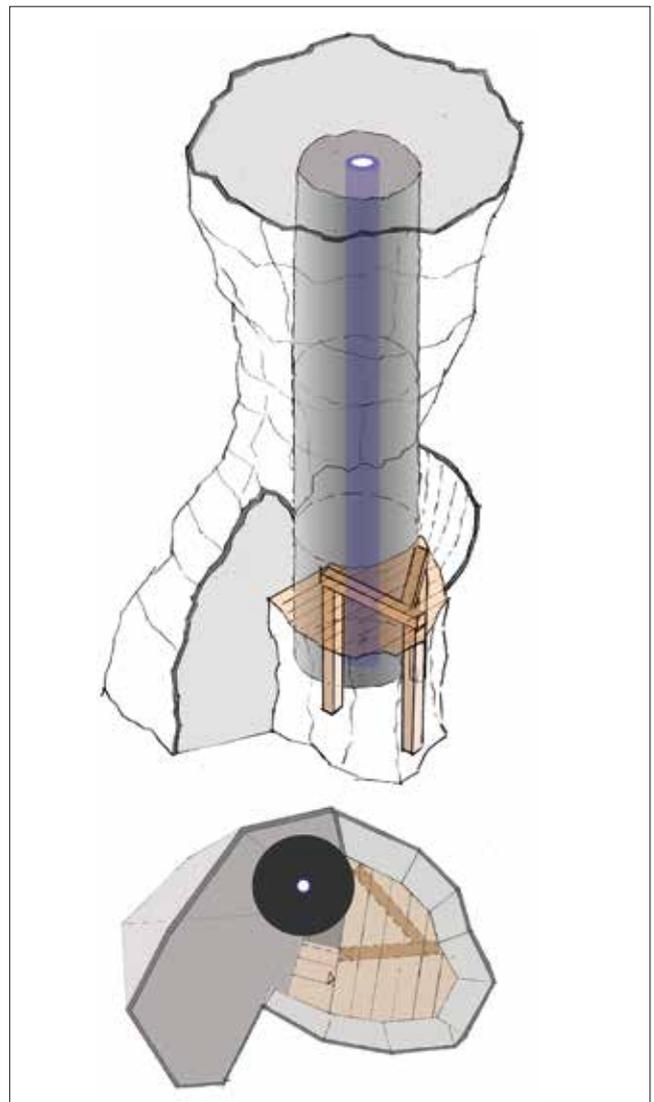
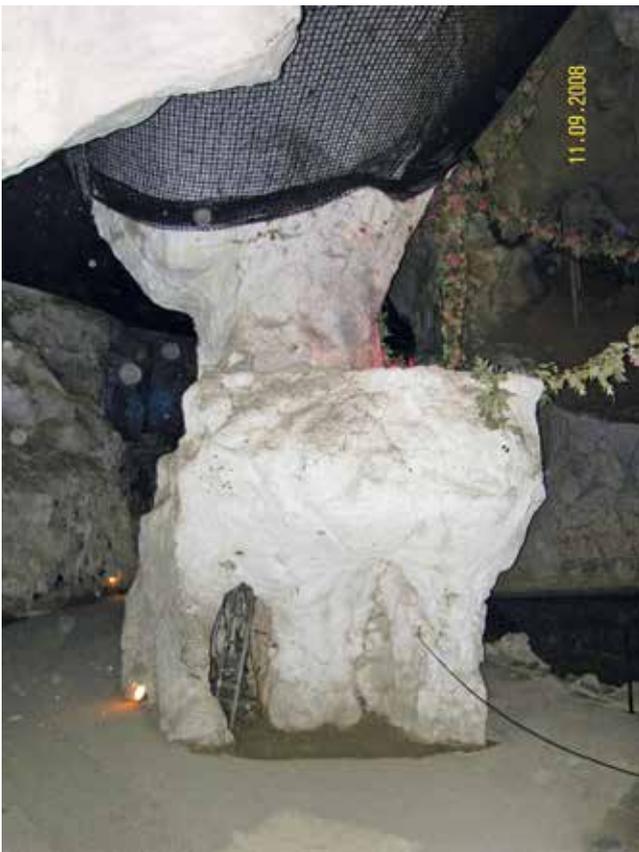


Abb. 17a: Ansicht der Mittelsäule und der Beleuchterkanzel;  
b: Schemadarstellung des Aufbaus von Großer Mittelsäule und  
angesetzter Beleuchterkanzel



Abb. 18: Blick von unten auf die Beleuchterkanzel über Ofennische 5 in der Hauptgrotte. Links unten das Fragment der eisernen Stiege



Abb. 19: Erstbegehung des Grottenzwischenraumes

- Grottensee beleuchtet werden. Bei der Kanzel handelt es sich tatsächlich lediglich um eine größere Öffnung in der Drahtputzschale; oberhalb findet sich ein früheres Oberlicht, das später durch den Aufbau des hölzernen Daches über der Grotte verbaut wurde. Der Zustieg zu der Beleuchterkanzel erfolgte vom Grottendach, über einen Steilleiter-Abgang hinein in den Schalenzwischenraum.
- Hauptgrotte, oberhalb der Ofennische 5 an der großen Mittelsäule. Die Beleuchterkanzel bildet mit auf die Schmiedeeisenträger aufgelegten Brettern den oberen Abschluss der Ofennische (Abb. 18). Erschlossen wurde sie durch eine steile, geschmiedete Treppe in der Ofennische.
  - Hauptgrotte, an der großen Mitteltrennmur über dem Grottensee, dem Bereich „Kristalle“ benachbart. Auch bei dieser Beleuchternische handelt es sich um eine einfache ‚Ausstülpung‘ der Drahtputzschale. Der Zugang erfolgt über eine kurze gemauerte Stiege von der Vorgrotte her.

#### Anmerkungen zur Untersuchung der Konstruktion

Die Untersuchung eines räumlich so komplexen, intentional in seiner tatsächlichen Gebäudestruktur zunächst kaum fassbaren Objektes wie der Venusgrotte stellte alle Beteiligten vor erhebliche Herausforderungen. Für das Erfassen der tatsächlichen Geometrie und die Befundung der verschiedenen Konstruktionen waren – neben erheblichem persönlichem Einsatz aller Beteiligten<sup>11</sup> – zwei Maßnahmen entscheidend:

- Um die Schadens- und Bestandsaufnahme durchführen zu können, war es unumgänglich, den bis dahin unbeleuchteten und unzugänglichen, weitläufigen Schalenzwischenraum zugänglich zu machen. In einem ersten Schritt erfolgte eine mit Sicherheitsausrüstung durchgeführte Erkundung der Bereiche (Abb. 19), bei der identifiziert wurde, welche

Wege und Räume im Schalenzwischenraum erschlossen werden können. In einem zweiten Schritt wurden, um den Schalenzwischenraum für alle Bearbeiter zugänglich zu machen, Leiterstrecken sowie fest installierte Sicherungsseile und Beleuchtungseinrichtungen eingebracht.

- Die komplexe Innenraumgeometrie ist mit klassischen Aufmaßmethoden – Handaufmaß, Fotogrammetrie oder tachymetrischer Aufnahme – nicht in ausreichender Genauigkeit zu erfassen. Die Übergabe eines terrestrischen Laserscans des Innenraums durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt bot hier eine einzigartige Chance, den Datenbestand zu einem Konstruktionsmodell der Grotte zu erweitern.<sup>12</sup> Hierzu musste einerseits die vorhandene Punktwolke in ihrer Komplexität reduziert und in eine geschlossene Oberfläche umgewandelt werden, andererseits war es erforderlich, das umgebende Bauwerk zu erfassen. Hierfür wurden die im Innenraum sichtbaren Mauerpartien erfasst und nach Zugänglichmachung des Schalenzwischenraumes die Ober- und Unterseiten der Ziegelgewölbe tachymetrisch eingemessen.<sup>13</sup> Ebenso wurden die die Raumschale und die Hüllkonstruktion verbindenden Hänger tachymetrisch aufgenommen. Auf Basis der Daten konnte schließlich ein weitgehend vollständiges digitales Modell der Grotte erstellt werden. Dies half nicht nur, die Gesamtanlage besser zu verstehen und zu visualisieren, ebenso konnte es unmittelbar als Kartierungsgrundlage für die Bestands- und Schadensaufnahme genutzt werden. Auszüge aus der Erfassung der Raumschale bildeten die Vorlagen für die handnahe Kartierung aller Bauschäden vor Ort, die in das virtuelle, dreidimensionale Modell übertragen wurden. Die Schadenskartierungen im Modell vereinfachten die den weiteren Planungen zu Grunde liegende Massenermittlung erheblich, da die Flächenanteile der verschiedenen Schadenskategorien unmittelbar aus dem Modell ausgelesen werden konnten.

**Abstract**

The Venus Grotto at Linderhof Palace – the largest building in the park in terms of building volume, as well as the largest preserved artificial grotto of the 19th century – is made up of the load-bearing basic construction of walls, columns and vaults, and the interior surfaces inserted into this construction. In order to cope with the complex spatial geometry with its partly wide-spanning spatial units, a system of triangular brick vaults was constructed for the grotto structure, which are supported on natural stone walls and individual cast iron columns. The room shell is a richly designed, irregular wire plaster construction. The wire plaster shell is attached to vaults and walls with wrought-iron hangers. Numerous preliminarily installed wrought-iron hooks were used to attach the hangers during the construction of the vaults. Between the wire plaster shell and the vaults is a partly walkable space.

The wire plaster shell is systematically constructed from hierarchical elements. The basic geometry is formed by wrought-iron main beams, between which flat bars are clamped. Round bars are interlaced between these; wire is used to apply various plaster supports to the surfaces defined in this way. The interior was then plastered with Roman cement.

The grotto space is equipped with a number of additional staffage elements. In addition to space-defining and decorative fixtures, such as the royal seat, construction elements that are connected with the technical installations should be mentioned here above all. For example, the grotto could be heated by several ovens; these are hidden behind independent, paravent-like wire plaster constructions. The pulpits for the lighting technicians, i.e. the positions of the staff handling the arc lamps, are also integrated into the wire plaster construction.

<sup>1</sup> Der vorliegende Artikel basiert auf der gleichnamigen Publikation in HASSLER, *Felsengärten*, 2014, S. 244–259. Für die aktuelle Publikation wurde der Beitrag überarbeitet und um neue Ergebnisse zur Baukonstruktion ergänzt.

<sup>2</sup> An dieser Stelle möchten wir mit besonderem Dank Peter Seibert, Martin Bosch und Klaus Häfner von der Bayerischen Schlösserverwaltung, Wolfgang Eichner, Susanne Hempe und Georg Pfannenstiel vom Staatlichen Bauamt Weilheim sowie Armin Schmickl als Restaurator und Reinhold Winkler als Bauforscher nennen.

<sup>3</sup> Um 1881, Zeitungsartikel o. D. Die Zusammenstellung aller Archivalien zur Baugeschichte inklusive der erhaltenen Baurechnungen erfolgte durch Stefan Nadler, München.

<sup>4</sup> Ab 1890 vom Zimmerer Anton Ehrengut ausgeführt und mehrfach ergänzt, Admin. König Otto v. Bayern, No. 1879, v. 3. 01. 1890.

<sup>5</sup> Vgl. hierzu LINCK – MARQUART, *Wasserwerksanlagen*, 1878.

<sup>6</sup> Den einzelnen Teilen des Grotteninnenraumes wurden in Anlehnung an die vor Ort üblichen Bezeichnungen Namen zugewiesen, die sich auf die Abfolge der Führungslinie beziehen.

<sup>7</sup> Archivforschung Stefan Nadler, hier z. B. die Rechnung des Baumeisters Mathias Steinbrecher vom 21. 1. 1877 (Staatsarchiv München [StAM], Schlösser-, Gärten- und Seen-Verwaltung [SGSV] 3388, Rechnungsjournal Linderhof 1877).

<sup>8</sup> Etwa 1875, Bayerisches Hauptstaatsarchiv (BayHStA), Abt. III, Geheimes Hausarchiv (GHA), Hofsekretariat 389 [Hauptrechnung der königl. Cabinetts-Cassa, Nebenrechnung Linderhof, 94 ff.], sowie 19. 12. 1877 für die Fertigung des Grottentores, StAM, SGSV 3388.

<sup>9</sup> Sept. 1877, StAM, SGSV 3388, und 2. 6. 1878, StAM, SGSV 3389.

<sup>10</sup> Aktenvermerk Landbauamt Weilheim vom 19. 4. 1977. Archiv Staatliches Bauamt Weilheim.

<sup>11</sup> Für Barthel & Maus, Beratende Ingenieure: Rainer Barthel, Frank Hölldobler, Matthias Jagfeld, Christian Kayser, Felix Martin, Helmut Maus, Jörg Rehm.

<sup>12</sup> Siehe hierzu den Beitrag von HIRZINGER und STRACKENBROCK in diesem Band.

<sup>13</sup> Aufnahme: Hansjörg Blume, Garching.

**Literatur**

Uta HASSLER (Hrsg.), *Felsengärten, Gartengrotten, Kunstberge. Motive der Natur in Architektur und Garten*, München 2014.

R. LINCK – M. MARQUART, *Baubeschreibung sämtlicher Wasserwerksanlagen auf dem Königlichen Schloss Linderhof*, ausgeführt durch das Gas- und Wasserleitungs-Geschäft Stuttgart in den Jahren 1874/78, Stuttgart 1878.

Alle Bilder, falls nicht anders angegeben, von den Verfassern (Barthel & Maus, Beratende Ingenieure GmbH)