

Takht-e Soleyman – Erhaltung eines Kulturdenkmals

Stabilisierung des Mauerwerks durch Glasfaserbewehrung

Baden-Baden, 10. September 2018 – Im Jahr 2016 begannen die Sicherungsarbeiten am UNESCO-Welterbe, dem historischen Gebäudekomplex Takht-e Soleyman. Der Lehrstuhl für Tragwerksplanung der Technischen Universität Dresden hat in Zusammenarbeit mit der Iranischen Kulturerbebehörde und finanzieller Unterstützung durch das Kulturerhalt-Programm des Auswärtigen Amtes der Bundesrepublik Deutschland die Arbeiten an der Stabilisierung des Westiwans, dem höchsten Bauwerk der Anlage, aufgenommen. Die größeren Schäden sind vertikale Rissysteme im Ostteil der Wand und ein fehlender Verbund von Mauerwerksschalen, entstanden durch zwei verschiedene Bauphasen. Erst nach vielen Voruntersuchungen konnten die Sicherungsarbeiten am Westiwan unter anderem mit Hilfe der Glasfaserbewehrung Combar des Bauteileherstellers Schöck vor Ort gestartet werden.

Takht-e Soleyman (Thron des Salomon) ist gleichermaßen als Naturwunder und historische Städte berühmt und wurde im Jahr 2003 als UNESCO Weltkulturerbe anerkannt. Der Gebäudekomplex ist im 6. Jahrhundert zur Zeit der Herrschaft der Sassaniden erbaut worden. Die Anlage befindet sich auf einem Travertinhügel in 2.200 Meter Höhe im Nordwesten des Iran, Provinz West Aserbaidschan. In der Mitte der Tempelanlage liegt ein klarer und warmer Quellsee. Nördlich des Sees befand sich ein Feuerheiligtum als Herz der Anlage. Westlich lag das höchste Bauwerk, der sogenannte westliche Iwan. Eine große, auf drei

Seiten geschlossene, überwölbte Halle, bei der es sich wahrscheinlich um den Thronsaal der sassanidischen Könige handelt. Im Jahr 1271 erbaute ein Enkel Dschingis Khans unter Ilkhanidischer Herrschaft auf den Ruinen des sassanidischen Feuerheiligtums einen Jagdpalast. Während die Sassaniden ihre Bauwerke aus Kalksteinquadern und Backstein errichteten, benutzen die Ilkhaniden Bruch- und Feldsteine als Baumaterial. Durch die Unterschiedlichkeit der Baumaterialien lassen sich die zwei Epochen der Sassaniden und Ilkhaniden gut unterscheiden. Ab dem 15. Jahrhundert wurde die Anlage verlassen und der stetige Verfall begann.

Der Westiwan

Der westliche Iwan ist der beeindruckendste Teil der Anlage und von großer Bedeutung für die Welterbestätte. Der Verfall war bis in das frühe 20. Jahrhundert ungebremst und führte zum Einsturz der südlichen Wand des Iwans. Die gravierenden Bauschäden an der verbleibenden Nordwand führten dazu, dass sie mit einem Stützgerüst gesichert werden musste. Die Wand ist etwa 29 Meter lang, vier Meter breit und erreicht eine Höhe von mehr als 17 Meter. Ziel der iranischen Kulturerbebehörde ist es, das Stützgerüst entfernen zu können. Dies bedarf einer grundlegenden Stabilisierung des Mauerwerks. Das Kulturerhalt-Programm des Auswärtigen Amtes der Bundesrepublik Deutschland bewilligte der TU Dresden, Lehrstuhl für Tragwerksplanung, Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger, die Förderung und die Arbeiten an dem Projekt mit Beginn im Jahr 2016.

Sicherungsarbeiten am Welterbe

Es gab viele Forschungs- und Dokumentationsarbeiten im Vorfeld und erste praktische Vorversuche an zwei aufgemauerten Testkörpern vor Ort. Eine Testmauer bestand aus gebrannten Ziegeln, eine weitere aus Bruchsteinmauerwerk mit vorgefertigten inneren Rissystemen. Daran konnte unter anderem die Injektionstechnik für die Verpressarbeiten und die Tauglichkeit der vorgesehenen Bohrtechnik erprobt werden. Die Tests verliefen erfolgreich und im Oktober 2017 konnte mit den Sicherungsarbeiten am Bestandsmauerwerk des Westiwans begonnen werden. Dafür wurde der stark zerstörte Strebpfeiler auf der Nordseite der Wand ausgewählt. Der Strebpfeiler steht zwischen zwei Wänden, die rechtwinklig zur Nordwand stehen: zum einen die östliche Wand, die aus Bruchstein gemauert und aus der ilkhanidischen Bauphase stammt und die westliche Wand aus Back-

steinen die während der sassanidische Bauphase entstanden ist. Dieser Strebefeiler war vermutlich aufgrund einer durchgehenden Bauteilfuge erst später an die Nordwand ohne Verzahnung angebaut worden.

Das Mauerwerksinnere des Strebefeilers hatte starke vertikale Risse und viele Löcher und Hohlräume. Diese mussten mit dem eigens hierfür entwickelten Injektionsmörtel verpresst werden. Dr. Toralf Burkert von der Jäger Ingenieure GmbH und Leiter des Büros in Weimar erklärt: „Das interessante an diesem Mauerwerk ist, dass damals als Kleber zwischen den Steinen Hochbrandgips verwendet wurde. Daher nehmen wir auch den gleichen Mörtelausgangsstoff und erreichen so keine schädlichen Reaktionen im Mauerwerk. Damit der Injektionsmörtel fließen kann, sind innere Umläufigkeiten wichtig. Dazu bohrt man Löcher entlang der Rissverläufe in die Fugen, in Abständen von etwa 50 Zentimeter, mit einem Durchmesser von 24 Millimeter und einer Tiefe von zirka 80 Zentimeter. Danach werden die Bohrlöcher von losem Bohrmehl und Staub gereinigt. Vor dem Verpressen werden die Risse mit Lehmörtel verdämmt, damit die Suspension nicht auf die Steinoberfläche läuft und diese verschmutzt. Die Suspension stellen wir vor Ort her. Zu den Ausgangsstoffen Wasser und Gipspulver kommt ein Verzögerer hinzu, eine Chemikalie, die dafür sorgt, dass das Injektionsgut erst nach frühestens 25 Minuten anfängt zu binden. Wir benutzen eine Schneckenpumpe, die die Suspension über den angeschlossenen Schlauch in das Mauerwerk leitet. Der Verpressvorgang muss immer von unten nach oben verlaufen, da so sichergestellt werden kann, dass im Inneren des Mauerwerks keine Hohlräume vergessen werden.“

Glasfaserstäbe zur Mauerwerksstabilisierung

Die obere Hälfte des Strebefeilers wurde zusätzlich in zwei Ebenen jeweils mit zwei Glasfaserstäben in Längsrichtung gesichert. Mit dem Spiralbohrverfahren wurden Bohrlöcher mit einer Länge von zirka 2,40 Meter gebohrt. Die Löcher hatten einen Durchmesser von etwa 32 Millimeter. Danach wurden die Bohrlöcher mit Wasser ausgespült, um das Bohrmehl zu entfernen. Je Bohrloch kam mittig der Glasfaserstab Combar mit 12 Millimeter Durchmesser der Firma Schöck Bauteile GmbH zum Einsatz. Anschließend mussten dann die Bohrlöcher mit der Suspension verpresst werden. Dr. Toralf Burkert: „Wir kennen Schöck Combar durch ein anderes Projekt im Iran, die Zitadelle von Bam. Sie ist die größte Lehmurg der Welt und 2003 durch ein schweres Erdbeben fast zu 90 Prozent zerstört worden.“

Die Jäger Ingenieure GmbH bekam 2006 den Auftrag, ein historisches Lehmhaus wiederaufzubauen. Hier haben wir Glasfaserbewehrung verwendet. Dadurch konnte das Gebäude erdbebensicher aufgebaut werden. Wir benötigten dort Bewehrungselemente in den Querschnitten, die im Erdbebenfall auch die Zugkräfte aufnehmen und verteilen. Holz als Material entfiel, da es dort Termiten gibt. Im Iran ist zu moderaten Preisen nur Schwarzstahl erhältlich und da der Boden hier stark salzhaltig ist, wäre dies korrosionsförderlich. Wir brauchten also ein neutrales, resistentes Material und da sind wir auf Schöck Combar gekommen. Wesentlicher Vorteil dieses Materials ist, dass es eine enorme Zugfestigkeit, keine Korrosionsprobleme, ein sehr gutes Verbundverhalten und eine hohe Dauerhaftigkeit hat. Zudem ist Combar wesentlich leichter als Stahl. Durch diese guten Erfahrungen haben wir die Glasfaserstäbe natürlich auch am Takht-e Soleyman wiedereingesetzt.“

Ausblick

Es sind weitere Sicherungs- und Ertüchtigungsarbeiten für den ganzen Ostteil des westlichen Iwans geplant. Zwei Aufgabenschwerpunkte sind dann die aufsteigende Vergütung des Mauerwerks durch die entwickelte Gips suspension und die Stabilisierung durch den Einbau von Ankern. Dafür sind aber noch einige Vorbereitungsarbeiten notwendig: zum Beispiel das bereits vorhandene Gerüst arbeitstauglich machen und die Sicherung der historischen Stuckdekorationen im Bereich der drei Nischen an der Stirnseite der Wand, den sogenannten Muqarnas.

Auch im Ostteil werden wieder Glasfaserstäbe zum Einsatz kommen. Denn auch hier gibt es Hohlräume, die durch eine durchgehende Schalenfuge entstanden sind. Diese instabilen Zustände werden mit Schöck Combar gesichert. Das Projekt zeigt beeindruckend, wie der Einsatz modernster Baumaterialien in Kombination mit traditionellen Handwerkspraktiken zum Erfolg und zur Erhaltung historischer Kulturdenkmäler dienen kann.

8.142 Zeichen (inkl. Leerzeichen)

Bautafel

Bauherr: Iranische Kulturerbebehörde

Planung und Durchführung der Sicherungsarbeiten:

Jäger Ingenieure GmbH, Radebeul

Wissenschaftliche Beratung: Technische Universität Dresden

Schöck Produkt: Combar

Bildunterschriften

[Westliches Iwan.jpg]



Takht-e Soleyman, Ansicht des westlichen Iwans im Jahr 2011. Foto: Daniel Fucke, Maximilian Hansen, Abdruck honorarfrei.

[Nordwand.jpg]



Ansicht der Nordwand des Westiwans vom Norden mit mittig eingerüstetem Strebepfeiler. Foto: Dr. Toralf Burkert, Abdruck honorarfrei.

[Bohrung.jpg]



Herstellen der 2,4 Meter langen Bohrlöcher zum Einbringen der Glasfaserbewehrung. Foto: Dr. Toralf Burkert, Abdruck honorarfrei.

[Einbau Combar.jpg]



Einbau der Glasfaserstäbe mit einem Durchmesser von 12 Millimeter. Foto: Dr. Toralf Burkert, Abdruck honorarfrei.

[Füllung des Bohrlochs.jpg]



Glasfaserstab kurz vor Eintreffen der Suspension (links) und Füllen des Bohrlochs mit Suspension (rechts). Foto: Dr. Toralf Burkert, Abdruck honorarfrei.

[Verpressen der Nadelkanäle.jpg]



Verpressen der Kanäle am Kopf des Strebepfeilers. Foto: Dr. Toralf Burkert, Abdruck honorarfrei.

[Combar.jpg]



In Spezialanwendungsbereichen erfüllt herkömmlicher Betonstahl die gegebenen Anforderungen nicht. In diesen Fällen eröffnet die Glasfaserbewehrung Schöck Combar neue Möglichkeiten. Foto: Schöck Bauteile GmbH, Abdruck honorarfrei.

Ihre Rückfragen beantwortet gern:

Schöck Bauteile GmbH
Judith Fischbach
Tel.: 0 72 23 – 967-247
Fax: 0 72 23 – 9677-247
E-Mail: presse@schoeck.de
www.schoeck.de