

Ein Überdachungskonzept für das Naturtheater in Bad Elster

INGBW-Mitglied Dr.-Ing. Alexander Hub stellt eine hochinnovative Ingenieurlösung für eine traditionsreiche Kulturinstitution vor: ein wandelbares Dach für das Naturtheater im sächsischen Bad Elster.

Das Naturtheater in Bad Elster hat seine Entwicklung im Jahr 1911 mit der Ernennung Bad Elsters zum königlich sächsischen Staatsbad begonnen. Heute gilt die im Jahr 2006 ausgebaute Anlage vielen Veranstaltern als attraktiver Spielort. Um die Zukunft der Bühne auch in den kommenden Jahren für hochkarätige Veranstaltungen zu sichern, strebte die Chursächsische Veranstaltungs GmbH als Bauherr und Betreiber eine vollständige Überdachungslösung sowohl für den Bühnenbereich als auch des Zuschauerbereichs an. Aus Kostengründen wurde jedoch das gesamtheitliche Konzept in zwei Realisierungsabschnitte aufgeteilt.

Im Jahr 2013 wurde das Stuttgarter Büro Alfred Rein Ingenieure GmbH mit der Objekt- und der Tragwerksplanung der stationären Bühnenüberdachung beauftragt. Bereits in dieser Phase sollte das Grundkonzept für die Gesamtüberdachung der Anlage entwickelt werden.

Aufgrund des großen Lichtraumprofils, das für die Bühne gefordert war, wurde die Überdachung durch eine schräggestellte, sich gegenseitig verstrebbende Korbbogenkonstruktion in Stahlrohrbauweise realisiert. Die Dachfläche wird innerhalb der tragenden Stahlstruktur durch eine textile Membrane aufgespannt. Die Bögen sind mit Seilen verspannt, zum einen, um die Struktur zu verschlanken, und zum anderen, um der anspruchsvollen Bühnentechnik variabel nutzbare Anbindungspunkte zur Verfügung zu stellen. Für die Dachfläche kommt eine widerstandsfähige PVC-Polyester Membrane vom Typ IV zum Einsatz, welche die hohen Schneelasten der Region problemlos aufnehmen kann. Die Reißkraft eines ein Meter breiten Streifens dieses Gewebes beträgt bei einer Materialdicke von nur 1,1 Millimetern bis zu 150 kN. Die Überdachung der Bühne konnte, wie geplant, zum Beginn der Sommersaison 2014 erstmalig genutzt werden.

Abbildung rechts:
Ansicht der
Bühnen-
überdachung

Abbildung nächste
Seite oben:
FEM Berech-
nungsmodell der
Gesamtstruktur

Abbildung nächste
Seite unten:
Gesamtanlage
– oben: Dach in
Parkposition,
unten: Dach
geschlossen



Fotos: Alfred Rein Ingenieure GmbH

Seit Anfang dieses Jahres laufen die Planungen für das wandelbare Dach über dem Zuschauerbereich. Zeitgleich mit dieser Baumaßnahme erfolgt auch die vollständige Umstrukturierung des Zuschauerbereichs mit dem Bau eines Tribünengebäudes in Massivbauweise, welches neben Technik und sanitären Anlagen auch einen Cateringbereich beherbergen wird. Die Sitzplatzkapazität steigt damit von 1088 auf 1530 Plätze.

Minimaler Eingriff in die Umgebung

Aufgrund der im Grundriss gestreckten Anlage wurde für den Zuschauerbereich ein linear verschiebbares Dach konzipiert. Die Überdachung wird durch insgesamt acht auf Schienen aufgelagerte Bögen gebildet, die in einem Achsabstand von 5,95 Metern eine sattelförmige Membranfläche aufspannen. Die zwei Fahrachsen werden am Fuß des Hanges direkt am Bühnendach angeschlossen und verlaufen parallel den Hang hinauf bis kurz hinter das Tribünengebäude. Die 48 Meter langen Schienen liegen auf vier Stützen. Über die Einspannung der Stützen wird die Aussteifung des Daches in Längs- und Querrichtung gewährleistet. Allen Beteiligten war es sehr wichtig, den Umgebungsbezug so gering wie möglich



**Dr.-Ing.
Alexander Hub**

Geschäftsführer der
Alfred Rein
Ingenieure GmbH
Stuttgart

→ www.ar-ingenieure.com

durch Strukturelemente zu stören. Deshalb wurde das Dach auch wandelbar konzipiert, um das Freiluftenerlebnis nur bei entsprechender Witterungsbedingung einzuschränken.

Die Einspannung der Fundamente im Baugrund erfolgt über drei bis vier im Quadrat angeordnete Mikropfähle, die die anstehenden Mineralwasserschichten nicht stören dürfen. Die Bogenschubkräfte der über 24,5 Meter spannenden Stahlrohrbögen werden mithilfe einer horizontalen Seilverspannung kurzgeschlossen, um allzu hohe horizontale Kräfte auf die Schienen unter Windrucklasten zu vermeiden. Die Bögen werden darüber hinaus an ihren Fußpunkten um 190 Millimeter gespreizt gefertigt und durch die Seile auf die planmäßige Geometrie vorgespannt. Durch diese Vorspannung konnte eine deutliche Reduktion der Verformungen am Bogenauflager und der

damit verbundenen Biegebeanspruchung der Stützen auch unter Windso-
glasten erreicht werden.

Spezielle Lösung gegen Niederschlag

Die Berechnung der Gesamtstruktur inklusive der Membrane erfolgt mit dem 3D-FEM Berechnungsprogramm SOFISTIK. Durch eine hinreichend genaue Abbildung der gesamten Struktur bis hin zur nachgiebigen Gründung erhält man realistische Aussagen über den Kraftfluss in der Struktur und damit die Basis für deren wirtschaftliche Dimensionierung.

Da das Dach ausschließlich in den Sommermonaten genutzt wird, ist es im Wesentlichen auf Windbelastung hin auszulegen. Allerdings sind auch Schneelasten zu berücksichtigen, da das Dach im Winter aufgrund seiner exponierten Parkposition hoch über dem Tribünengebäude in keine »Garage« gefahren werden kann. Hier kam eine spezielle Lösung zum Einsatz, um die zusammengefaltete und zwischen den einzelnen Bögen hängende Membrane vor Schnee und Regen zu schützen. Auf jedem Bogen ist über die ganze Länge ein schmales Schutzdach montiert, welches sich im Parkzustand ähnlich dem Schuppenpanzer eines Gürteltie-

res überdeckt und dadurch zu einer durchgehenden Dachfläche schließt. Die Entwässerung erfolgt über auf den Bögen befestigten Rinnen. Das hierbei anfallende Regenwasser entwässert über die Schienen jeweils in die nächstgelegene Stütze.

Der Antrieb des Daches erfolgt über Elektromotoren, die über umlaufende Seilzüge jeweils den vordersten Bogen gesteuert verfahren können. Alle weiteren Bögen gleiten aufgrund ihres Hangantriebs mit und verbleiben durch die anspringenden Distanzseile an der eingestellten Zielposition. Der vordere Membranbogen ist mit dem Randbogen biegesteif verbunden und kann aufgrund der wirksameren Einspannung an den

Bogenauflagern die horizontalen Zuglasten aus dem ersten Membranfeld auf der Schiene verankern. Gleichzeitig ermöglicht eine seitliche Abdeckung mit Polycarbonatplatten den schlagregendichten Anschluss des Zuschauerdaches an das Bühnendach.

Die Anforderungen in diesem Projekt sind durch die Vereinbarung von gestalterischen, statischen sowie insbesondere auch technischen Aspekten geprägt. Es ist eine sorgfältige Abstimmung des Zusammenspiels der kinematischen und statischen Anforderungen erforderlich, um den fehlerfreien Betrieb der fertiggestellten Anlage zu garantieren. Die Fertigstellung ist für Mai 2018 geplant. ■

