Festspiele unter neuem Gewand

Sanierung der Freilichtbühne in Tecklenburg

Erneuertes Membrandach über der Zuschauertribüne
© Roland Borgmann

Die Freilichtbühne

Die im Westfälischen gelegene Freilichtbühne Tecklenburg kann auf eine bewegte Geschichte zurückblicken. Bereits 1924 wurden in der gleichnamigen Burgruine erstmals Schauspiele aufgeführt. In den 1930er Jahren erfolgte der Ausbau des ehemaligen Burghofs zu einer Freilichtbühne, in der bis 1938 Veranstaltungen stattfanden. Schon kurz nach dem Zweiten Weltkrieg wurde der Schauspielbetrieb, wenngleich unregelmäßig, wieder aufgenommen. Über die Jahre etablierte sich die Bühne nach und nach zu einem überregional beachteten Spielort. Open-Air-Festivals und Fremdproduktionen trugen zu ihrer Bekanntheit bei.

Um den steigenden Ansprüchen der Zuschauer gerecht zu werden, kam es bereits 1987 im Rahmen einer Neugestaltung der Zuschauertribüne gemeinsam mit dem damaligen Büro IPL Ingenieurplanung Leichtbau GmbH und der Carl Nolte GmbH & Co. zu ersten Überlegungen, diese mit einem ausfahrbaren Witterungsschutzdach auszustatten.
1992 erfolgte die Planung und im nächsten Jahr die Montage eines mobilen Sonnen- und Regenschutzes aus Membrankissen, der mit einer Fläche von 1.200 m² die ca. 2.300 Zuschauer fassende Sitztribüne fast vollständig überspannt. Lediglich die zu dem äußeren Ende des Burghofs unregelmäßig verlaufenden Randbereiche sowie die Bühne selbst blieben ausgespart.

Bei einer Untersuchung im Jahr 2010 zeigt sich, dass die Konstruktion auch nach über 20 Jahren des Gebrauchs mit wenigen Ausnahmen in einem guten Gesamtzustand war, unter anderem jedoch die Membranen durch die vielen Fahr- und Faltzustände größeren Verschleiß aufwiesen und erneuert werden mussten.

»Alte« Eindeckung aus zwei Perspektiven
© Stefan Grothus/Freilichtspiele Tecklenburg e.V.

In bewährten Händen

Mit der Erneuerung der Dachhaut wurde das Team von formTL beauftragt, das 2004 aus dem Ingenieurbüro IPL hervorgegangen war und auch dessen Archiv erworben hatte. Da IPL bereits 1993 digital und im 3-D-Format plante und, wie heute formTL, als zentrales Austauschformat der Konstruktions- und Formfindungsprogramme dxf von Autocad verwendete, sind die alten Geometriedaten verlustfrei lesbar und bildeten so die ideale Grundlage für eine wirtschaftliche Sanierung. Die an einer Stelle zentral gelagerten Informationen und digitalen Geometriedaten entsprechen dem Grundsatz einer modernen BIM-Planung. Die Sanierung alter IPL- und künftiger formTL-Projekte profitiert von der seit 1974 betriebenen Datenpflege.

Das gutbestückte digitale Archiv enthält zum Projekt Tecklenburg den Schriftwechsel, die Statik, digitale Konstruktionsdateien, Ausführungs- und Werkstattzeichnungen und sogar die Zeichnungen der von IPL geplanten und von der Firma Dornieden realisierten Fahrmechanik. So war hier lediglich der Maßabgleich der ausgebauten Membranen und Beschläge mit den alten Plänen erforderlich. Für die Sanierung wurde die Ceno Membrane Technology hinzugezogen, die bereits 1993 unter der damaligen Firmierung Carl Nolte die Überdachung verwirklicht hatte.

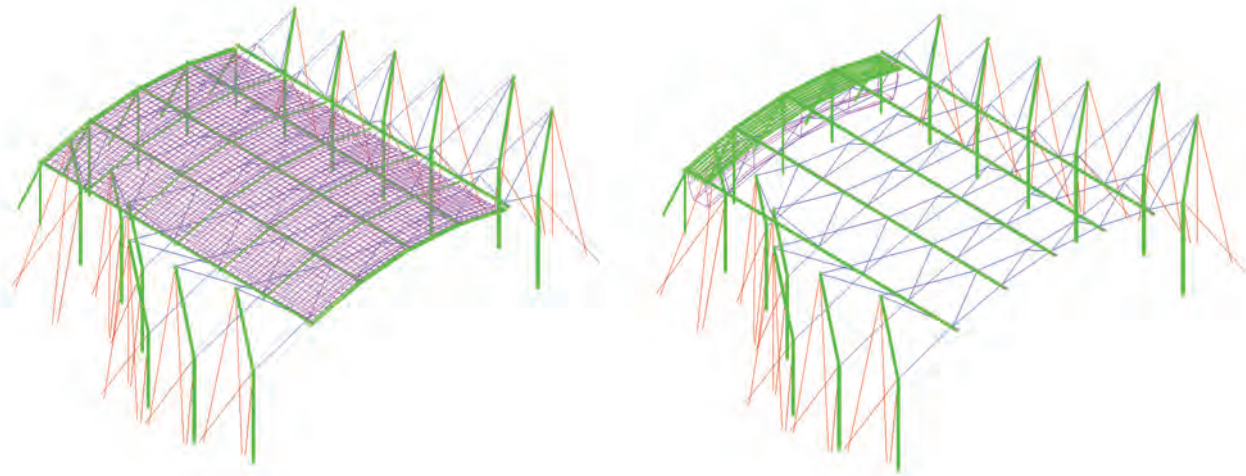
Da nur wenige Abweichungen vorlagen, war es möglich, die auf das neue Membranmaterial angepassten Zuschnitte binnen einem Monat zu liefern. Ende 2015 wurde die Dachhaut demontiert, Anfang 2016 wurden die neuen Zuschnitte geplant, im Sommer konfektioniert und im Herbst montiert.

Tragwerk und Antrieb

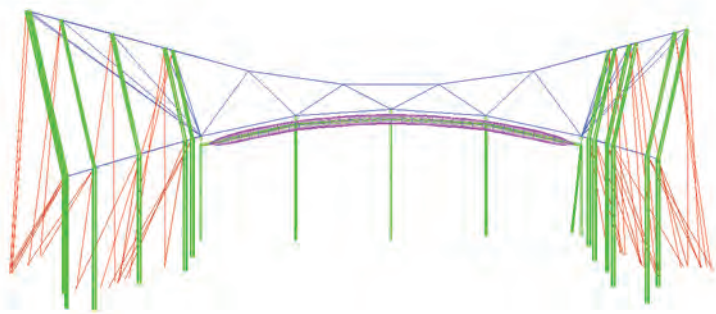
Das Tragwerk von Tecklenburg passt sich einfühlsam und organisch an das unregelmäßig breite Gelände mit seinen Böschungen und den verschiedenen Gefällen an und erfüllt zugleich die geometrische und statische Vorgabe, dass eine Membrane daran bewegt werden kann.

Es besteht aus sechs unterschiedlich weit spannenden Seilbindern mit verschieden hohen, geneigten und abgespannten Knickstützen. Unter den Seilbindern hängen fünf Längsträger, die zugleich die Fahrschienen bilden, an denen sich die Membranbogen mit Hilfe von Laufwagen bewegen.

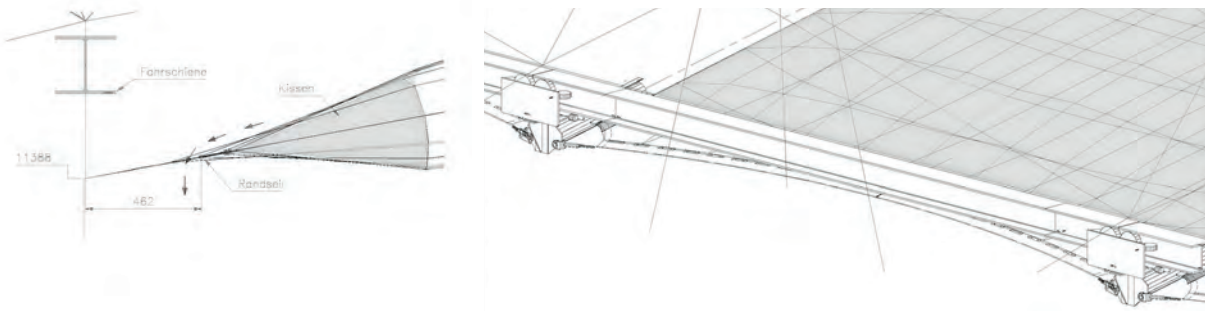
Vom Konzept her einzigartig sind die in die Laufschienen eingespannten Gliederketten, in welche die Zahnräder der fünf Gleichstrommotoren des bühnenseitigen Doppelbogens eingreifen. Nur dieser Bogen trägt die Antriebe. Die restlichen Bögen und deren Membrankissen werden lediglich im entlüfteten Zustand, also wenn sie als große Membranfalte unter den Bogen hängen, aufgezogen oder zurückgeschoben.



3-D-Modell von 1992 mit beiden Öffnungszuständen
© formTL-Archiv



Superposition aller Seilbinder
© formTL-Archiv



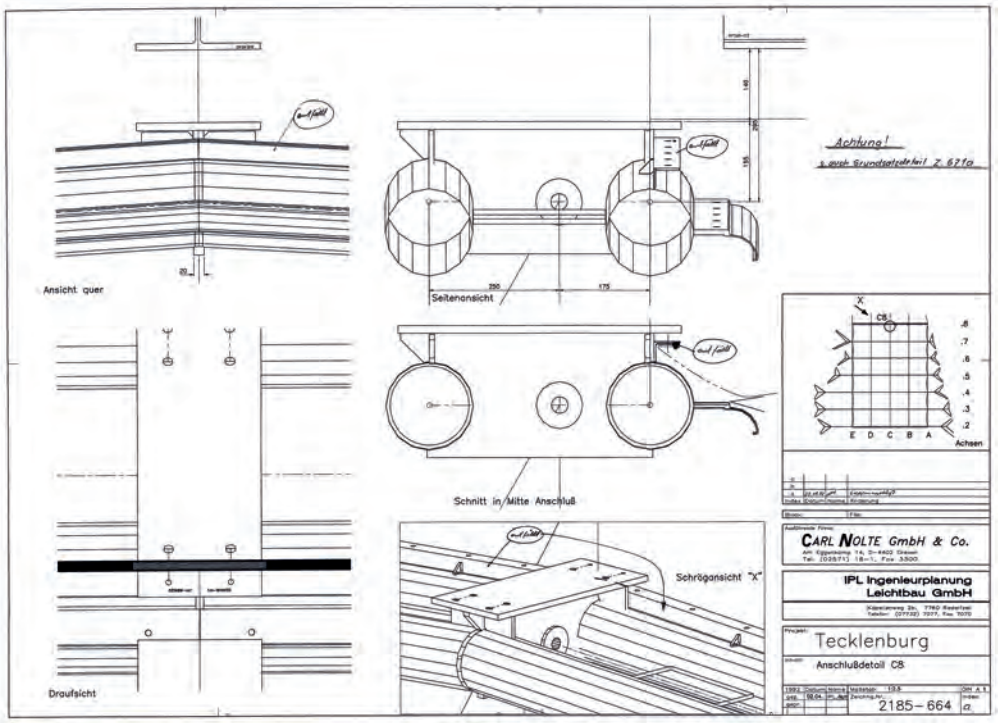
Abgehängter Fahr-Randträger mit Membrankissen und Rollenfahrwerk
© formTL-Archiv

Äußerer Längsträger nach Instandsetzung
© Roland Borgmann

Rollenfahrwerk im Längsträger
© formTL-Archiv

Das parallel reffbare Wetterschutzdach der Tecklenburger Bühne ist für eine Sommernutzung konzipiert, und zwar unter Berücksichtigung einer Windgeschwindigkeit bis zu 75 km/h.

An spielfreien Tagen soll die Membrane entlüftet und gerefft unter einem Vordach geparkt werden. Im Winter schützt eine Persenning sie vor der Witterung.



Membranbogen mit Laufwagenanschluss
© formTL-Archiv

Cabriodächer und Membranen

Fahrbare Dächer, also Cabriodächer in XXL-Formatgröße, sind meist faszinierende Unikate. Es gibt starre Dächer und sogar ganze Hallen, die auf Schienen fahren, wie etwa die Magrodome Hallen der DSD Steel Group GmbH in Grünstadt sowie die Tournesol-Bäder in Biscarosse, Frankreich, aus den 1970er Jahren, die Open-Air-Dächer aus den 1980er Jahren oder die Zeltbäder seit den 2010er Jahren. Besonders attraktiv stellen sich organisch geformte, zentral gereffte Membrandächer dar, wie beispielsweise über der Stiftsruine Bad Hersfeld (seit 1968) oder die mittlerweile rückgebaute Konstruktion für das Allwetterbad in Düsseldorf-Flingern (1977–2012). Seit der Jahrtausendwende bilden reffbare Dächer zudem einen Blickfang über den Spielfeldern vieler moderner Stadien. Wer es gerne robuster hat, refft die Membrane oder die Membrankissen nur parallel, wie etwa bei der Athens Heart Mall im griechischen Piräus (seit 2009) oder der Freilichtbühne Tecklenburg (seit 1993).

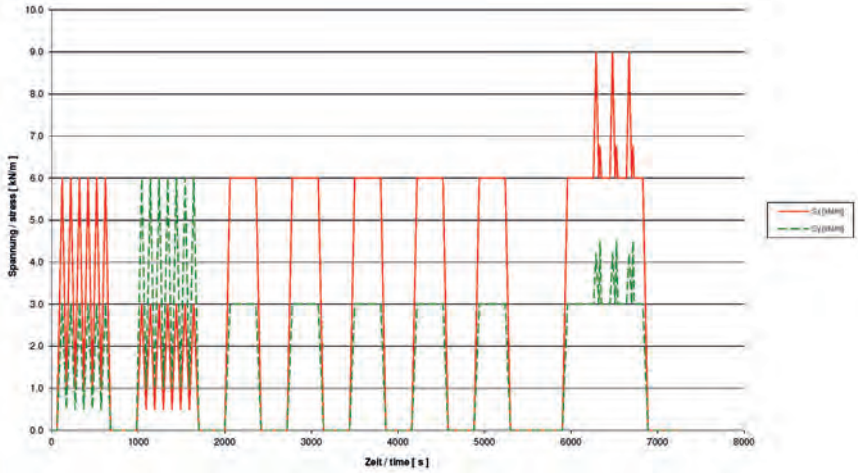
Für eben gespannte, dauerhaft montierte Membranhüllen in der Außenanwendung eignet sich eine Vielzahl von Folien sowie von beschichteten und unbeschichteten Geweben. Sie müssen lediglich tragfähig genug und außenwitterungsbeständig sein. Anders stellen sich die Anforderungen an demontier- oder reffbare Membranhüllen dar. Sie erfahren miteinander vergleichbare Belastungen, sei es durch das Handling beim Auf-und Abbau oder beim Reffen. Sie müssen sich biegeweich verhalten und leicht in enge Falten legen lassen. Damit scheiden PTFE-beschichtete Glasgewebe aus, deren Fasern durch die »harte« Teflonbeschichtung versteift werden, so dass deren Fasern an Knickstellen brechen würden.
Geeignet sind hier PVC-beschichtete Polyestergewebe und silikonbeschichtete Glasgewebe, deren Beschichtungen die Fasern weich einbetten und engste Biegeradien möglich machen. Beide Materialien eignen sich hervorragend für einachsige Faltvorgänge, wie sie in Tecklenburg vorkommen. Noch unempfindlicher sind Gewebe aus Polyesterfasern, die jedoch unter Sonnenlicht nur wenige Jahre beständig sind, sowie Gewebe aus Teflonfasern, die sehr kostenintensiv, dafür aber besonders knick- und alterungsbeständig sind. Beide Gewebe eignen sich auch für Kreuzfaltungen, wie sie bei zentral reffbaren Membranen, beispielsweise über Stadien, vorkommen.
Membranen altern unterschiedlich schnell: Feste Konstruktionen haben in der Regel eine Nutzungsdauer von 15–30 Jahren. Bei beweglichen Konstruktionen geht man von ca. 10–15 Jahren aus, da die Bewegung die Beschichtung und die Fasern strapaziert und so die Festigkeit des Gewebes schneller reduziert wird. Beim Austausch in Tecklenburg wurde deshalb auf ein besonders knickstabiles Material geachtet, das nach Datenblatt 100.000 Knickungen standhalten soll.

Die Sanierungsschritte

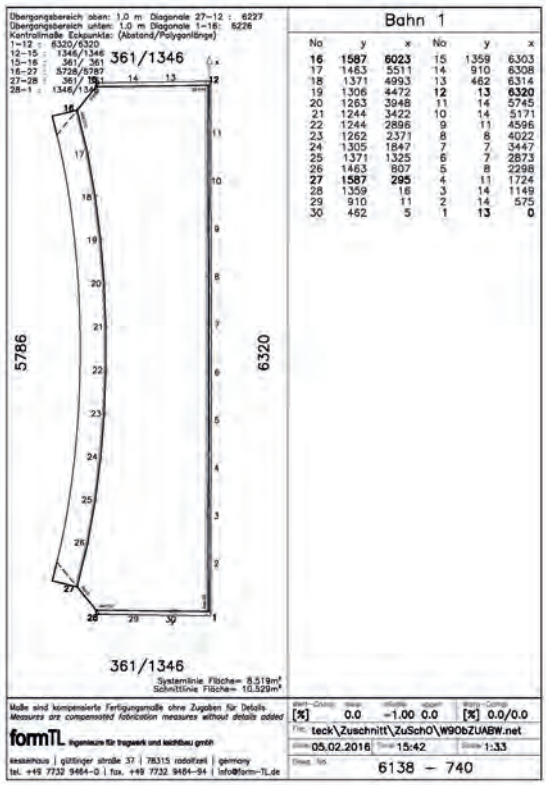
Im Rahmen des Austauschs der Dachhaut wurden die Membrankissen erneuert und die Leistung der Stützluftanlagen optimiert sowie die Luftschläuche aus Aluminium-Wickelfalzrohr gegen dauerhaft flexible Kunststoffschläuche mit eingelegter Spirale ausgetauscht. Außerdem erfolgte eine Überarbeitung der Entwässerungspunkte. Zusätzlich wurden weitere, größere Kabeltaschen aufgebracht und der Primärstahl sowie die Seile gereinigt und ausgebessert sowie der Sekundärstahl aus- und mit neuen Schrauben wieder eingebaut.

Die neue Dachmembran

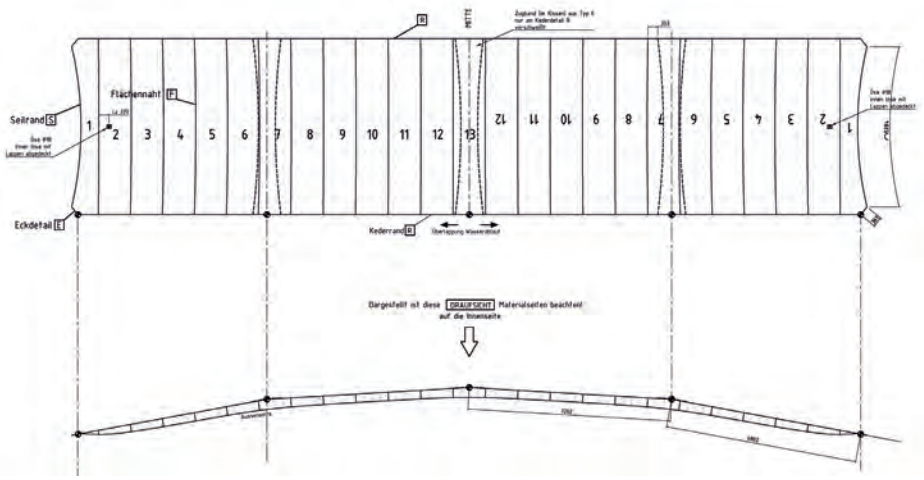
Da sich jedes Material, ja sogar jede Materialcharge, unter Last anders dehnt, musste die Kompensation der Membrane angepasst werden. Dazu wurde seitens formTL ein biaxialer Belastungszyklus definiert, dem die Kissenmembrane im Lauf ihrer Startphase ausgesetzt wird, um zu erfahren, wie stark sich die Membrane in die beiden Haupttragrichtungen plastisch dehnt. Diese Dehnung wurde anschließend »herausgerechnet«, und die Kissen wurden dementsprechend kleiner konfektioniert. So ist sichergestellt, dass die Membrankissen, nachdem sie mehrfach durch Windsog- und Winddruck belastet wurden, ihre Sollform einnehmen.



Biaxialvorgaben gemäß Versuch
© formTL



Unteres Kissenpaneel: Dehnungen
© formTL-Archiv

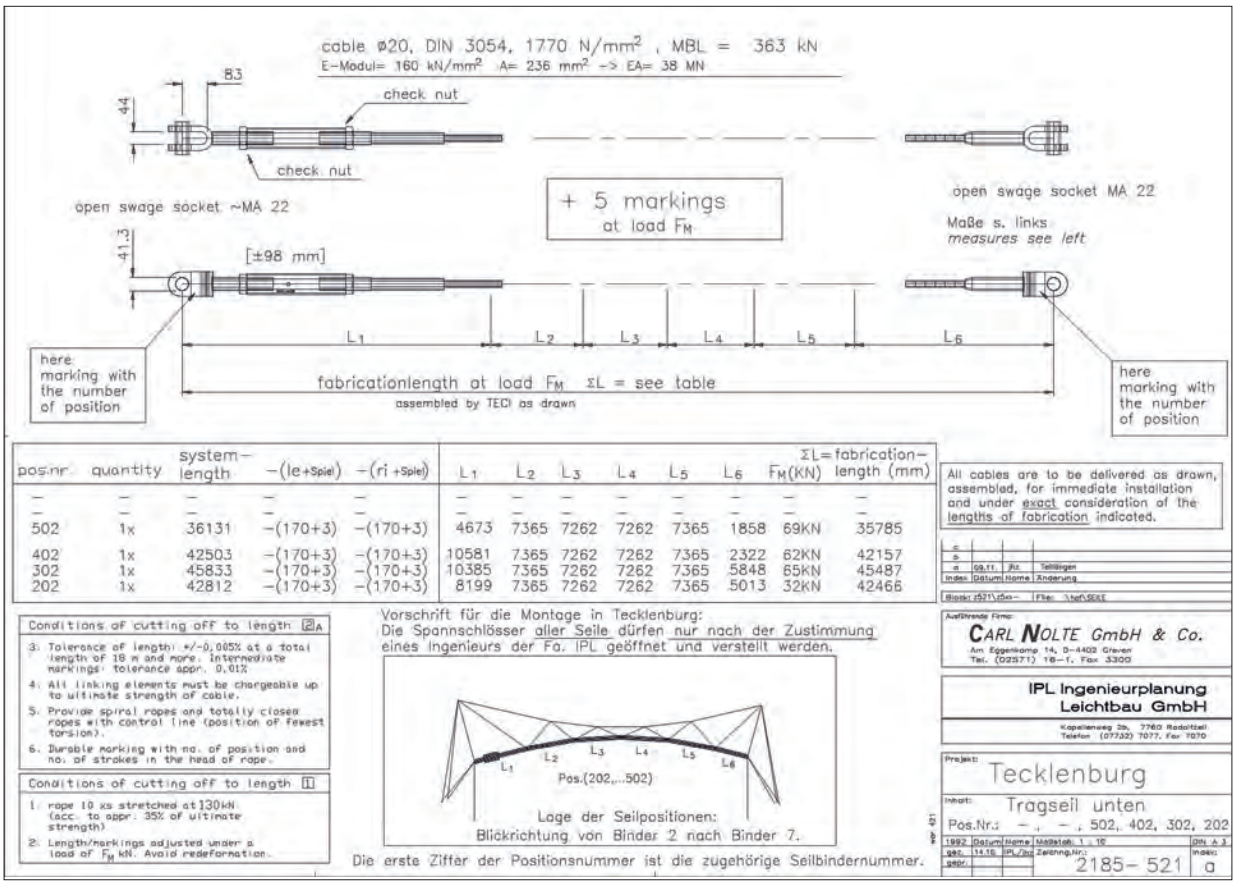


Zuschnitt der neuen Randbahn
© formTL

Direkt nach der Montage der Dachkissen lässt sich daher das Dach nicht vollständig schließen, da die ungedehnte untere Kissenmembrane noch kürzer ist. Erst nach mehreren Aufblasvorgängen hat sie sich dann so weit gedehnt, dass sich das Dach vollständig schließt.

Die neue Membrane 669 Polyplan Architecture Type II hat eine Bruchlast von 4.200 N x 4.000 N x 5 cm, das entspricht 8 t/m, welche nur zu 7 % unter 300 Pa Innendruck und zu 18 % unter zusätzlichen 0,27 kN/m² Windsog ausgenutzt werden. Die Membrane erfüllt die üblichen Brandschutzanforderungen B-S2 d0 nach DIN 13501.

Damit die damalige Zulassung im Einzelfall der obersten Bauaufsicht ihre Gültigkeit behielt, wurde die Verbindung der Membranbahnen wie bei der Originaldachhaut wieder als Kombinaht ausgeführt, bei der zunächst genäht und dann mit einer in diesem Fall 40 mm breiten HF-Naht überschweißt wird. Solch aufwendige Verbindungen werden schon lange nicht mehr serienmäßig gefertigt, da die Nadeln tragende Fasern durchstoßen und das Gewebe schwächen und durch die Nadelstiche Luft entweichen kann. Heute wird die Naht lediglich etwas breiter gewählt. Auch das Nahtlayout mit Nähten in Längsrichtung ohne formgebende Quernähte und die Bahnbreiten von 143 cm wurden beibehalten.



Seile und Anschlussdetails
© formTL-Archiv

Heutiges Erscheinungsbild der Gesamtstruktur
© Roland Borgmann

Ausblicke

Im Bereich der unteren Kissenmembrane häuften sich bei der alten Dachmembran im Bereich der Kissenfalte Reparaturflicken. Obwohl das Dach nur parallel gerefft wird, zeigten sich hier Kreuzfaltungen, welche die Membrane stark strapaziert hatten. Das wird auch bei der neuen Membrane so sein. Im Idealfall hat also eine parallel reffbare Membrane eine ebene Anbindelinie anstelle eines Bogens.
Im Gegensatz zur nun vorbildlich erneuerten reffbaren Membrane wurde das Primärtragwerk unverändert belassen. Die schon seit Jahren teilweise schlaffen Seile der Seilbinder und Abspannungen gehören unbedingt nachgespannt: eine aufwendige Arbeit, die wichtig ist für die Standsicherheit, die Funktion der Fahrmechanik und die künftige Haltbarkeit der gesamten Überdachung.

Fazit

Reffbare Membranstrukturen werden häufig als Interimsbauten eingesetzt und erreichen deshalb nur selten ein Alter von 20 Jahren oder mehr. Dabei zeichnen sich gerade textile Konstruktionen durch eine besondere Ästhetik aus – und mit ihrem Abriss gehen oftmals wahre Ingenieurskunstwerke verloren. Die Überdachung der Freilichtbühne in Tecklenburg zeigt beispielhaft, wie langlebig leichte Konstruktionen sein können und welches Potential diesen Bauwerken innewohnt. Sie ist darüber hinaus ein bemerkenswertes Beispiel für einen robusten Dauerbau in Membranbauweise, der es seinem Betreiber leichtmacht, hoch beanspruchte Bauteile wie die Membrane auszutauschen.
Grundlage hierfür ist ein hochwertiger Korrosionsschutz der Gesamtkonstruktion – im vorliegenden Fall wurde eine Feuerverzinkung gewählt –, der auch 25 Jahre später noch weitestgehend intakt ist.
Um einen solchen Austausch schnell und wirtschaftlich zu gestalten, haben sich die aus den textilen Bauten bekannten Schraubverbindungen als ideal geeignet erwiesen.

Gerd Schmid
Geschäftsführender Gesellschafter
formTL ingenieure für tragwerk und leichtbau gmbh,
Radolfzell

Bauherr
Freilichtspiele Tecklenburg e.V., Tecklenburg

Entwurfsplanung
IPL Ingenieurplanung Leichtbau GmbH, Radolfzell

Sanierungsplanung
formTL ingenieure für tragwerk und leichtbau gmbh, Radolfzell

Generalunternehmer Membrandach
Carl Nolte GmbH & Co., Greven (Errichtung)
Ceno Membrane Technology GmbH, Greven (Sanierung)