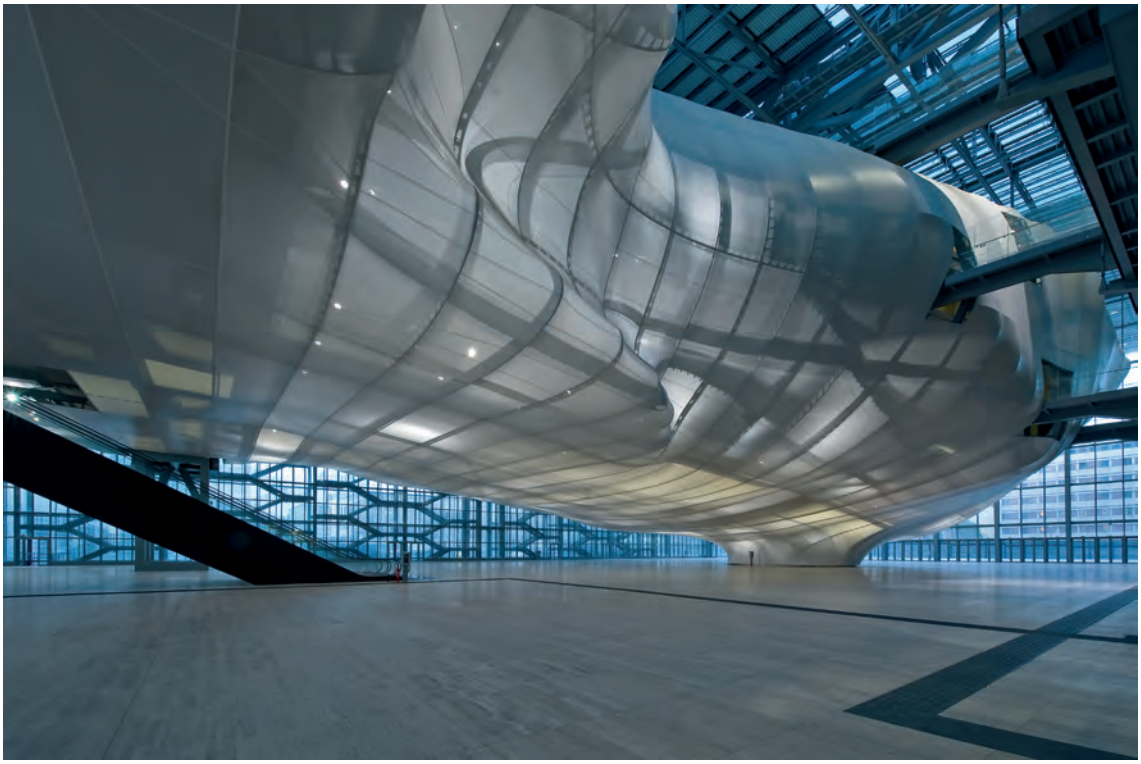


Erdgeschoß der Eingangshalle mit »Wolke«
© Moreno Maggi

Wolkenhülle nach Maß

Auditorium des Centro Congressi in Rom

Die Nuvola

Als im Oktober 2016 das neue Kongresszentrum in dem vor den Toren Roms gelegenen Stadtteil Esposizione Universale di Roma eröffnet werden konnte, fand eine fast 20-jährige Planungs- und Fertigstellungsgeschichte ihren spannenden Abschluss. Planungs- und Baustopps sowie Finanzierungsengpässe hatten das Projekt überschattet, mit dem in dem unter Mussolini realisierten Viertel ein neuer Akzent gesetzt werden sollte.
Schon Mitte der 1990er Jahre fiel die Entscheidung, die Stadt über ihre vielen Sehenswürdigkeiten aus mehreren Jahrtausenden hinaus neben einem touristischen Magneten auch zu einem attraktiven Veranstaltungsplatz für Kongresse zu machen. Dafür bot sich Esposizione Universale di Roma oder Eur an: Der gegen Ende der 1930er Jahre errichtete Stadtteil mit seinem rigide axial angeordneten Straßennetz und zahlreichen dem Rationalismus verpflichteten monumentalen Steinbauten, einst als Gelände einer nie verwirklichten Weltausstellung konzipiert, hat sich seit Kriegsende zu einem bedeutenden Bürostandort außerhalb des historischen Kerns entwickelt. Das Kongresszentrum in dieser Umgebung anzusiedeln, erschien deshalb naheliegend.
Den hierfür ausgeschriebenen Wettbewerb konnte der international renommierte römische Architekt Massimiliano Fuksas für sich entscheiden. Es sollte das erste Werk des Architekten in seiner Heimatstadt werden.

Das Centro Congressi besteht im Wesentlichen aus drei Elementen, die Fuksas als »Teca« (Theke), »Lama« (Klinge) und »Nuvola« (Wolke) bezeichnet. Die Teca, ein ca. 40 m hoch aufragender gläserner Kubus, bildet das eigentliche Kongresszentrum. In ihrem Inneren befindet sich die Nuvola, eine biomorph ausgestaltete Form, in der auf mehreren Ebenen ein Auditorium mit ca. 1.800 Plätzen, verschiedene große Sitzungssäle, dazu Foyerbereiche und ein Café untergebracht sind.

»Theke« mit »Wolke«, Treppenanlage und »Klinge« (rechts)
© Moreno Maggi

Blick auf die Auditoriumszugänge
© Moreno Maggi

Unterhalb des Straßenniveaus, über eine gebäudebreite Treppenlandschaft von außen erschlossen, liegen die eigentlichen Kongress- und Ausstellungsbereiche mit einer Gesamtfläche von 7.800 m² und Platz für 6.000 Besucher. Flankiert und überragt wird die Teca von der Klinge, einem schmalen, 17-geschossigen dunkel verglasten Hotelbau.
Auf den ersten Blick scheint die Nuvola tatsächlich in der Teca zu schweben, denn nur an wenigen Stellen ist die 126 m lange und 65 m breite membranbespannte Stahlkonstruktion mit einer Höhe von 29 m mit dem Boden und den Wänden verbunden. Erschlossen wird sie über Aufzüge und mehrere Rolltreppenanlagen, die in das mehrgeschossige offene Foyer vor dem Auditorium führen.

Untere Hallenebene: Zugang zum großen Kongresssaal und Aufzug
© Moreno Maggi

Die Planung der Membran

Die lange, von Unterbrechungen geprägte Realisierungsphase des Gesamtprojekts hatte auch Auswirkungen auf die Planung der Membranbespannung der Nuvola. Als sie im Jahr 2011 begann, war die komplexe Stahlkonstruktion der amorphen Großform überwiegend gefertigt. Somit bestand die Herausforderung, ein Detail zu entwickeln, das auf die bereits vorhandenen Stahlkonsolen passte.

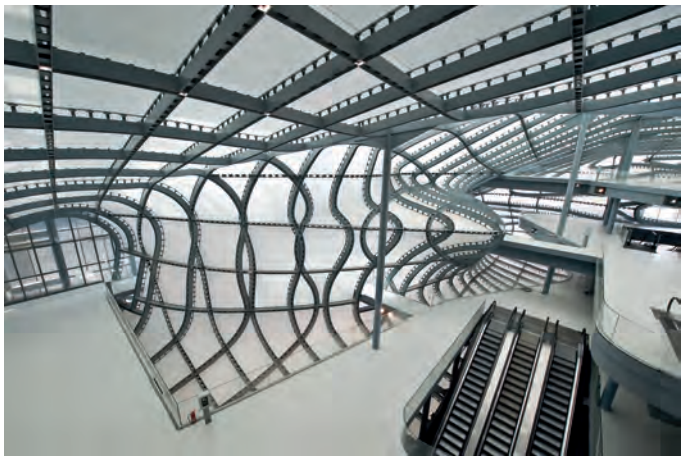
Die verantwortlichen Tragwerksplaner hatten die Freiform der Architekten dreidimensional in X-, Y- und Z-Schnitte von gleichmäßigen Abständen unterteilt. Diese Abschnitte waren jedoch für eine homogene Membranbespannung nur bedingt geeignet. Daher galt es, ein Anschlussdetail zu konzipieren, das in der Lage war, die vielen unterschiedlichen Neigungen zu allen Seiten auszugleichen, und dabei auch in der Höhe variabel zu sein.

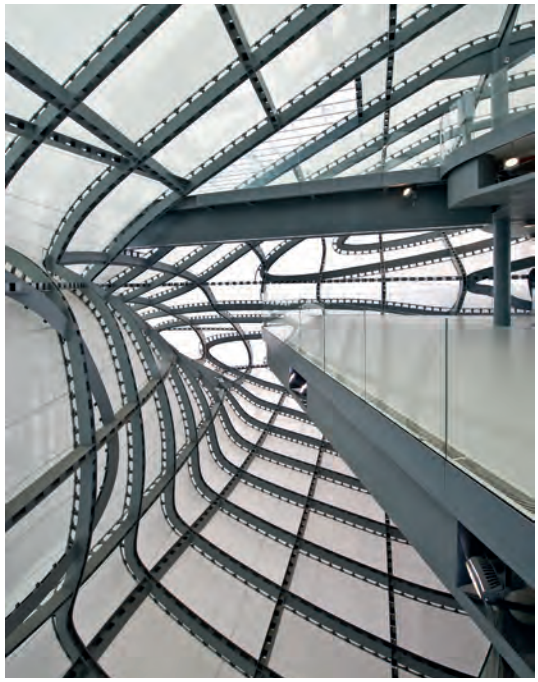
Da sich die Nuvola in einem geschlossenen Gebäude befindet und somit keinen besonderen Belastungen ausgesetzt ist, mussten bei der Bemessung der Membrane lediglich Druckschwankungen berücksichtigt werden, zumal sich der Druck auf die Membrane von außen und von innen ausgleicht. Nur infolge Fluktuationen durch Luftbewegung im Gebäude ergibt sich ein kleiner Druckunterschied, der die Membrane belastet.

Fernsicht aus einer Foyerebene bis in die Eingangshalle
© Moreno Maggi

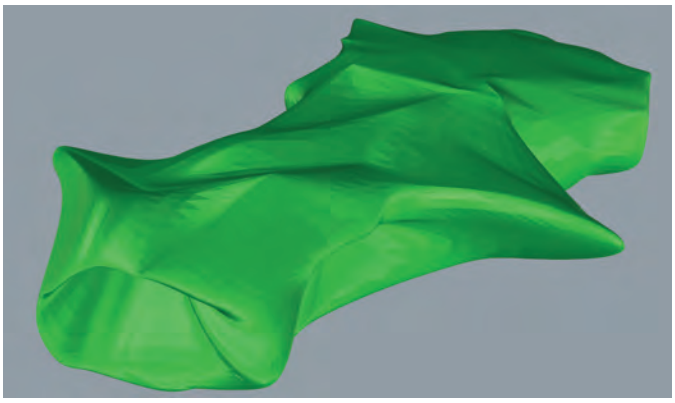
Für die Wolkenhülle wurde ein silikonbeschichtetes Glasgewebe mit einer akustisch wirksamen Perforation gewählt. Die Ermittlung der zulässigen Spannungen im Gebrauchszustand erfolgte in Zugversuchen. Die Membrane wurde mit einer Vorspannung von 1,50 kN/m in Kette und 0,50 kN/m in Schuss versehen. In den Bereichen starker Krümmung wurde sie auf 2,40 kN/m in Kette erhöht sowie auf 0,40 kN/m in Schuss reduziert.

Die statische Berechnung ist für einen maßgebenden Bereich erfolgt. Die Gleichgewichtsform wurde zwischen den starren Befestigungslinien gefunden. In den stark gekrümmten Bereichen war die Sattelform stark ausgeprägt, in den Flachzonen hingegen vernachlässigbar.



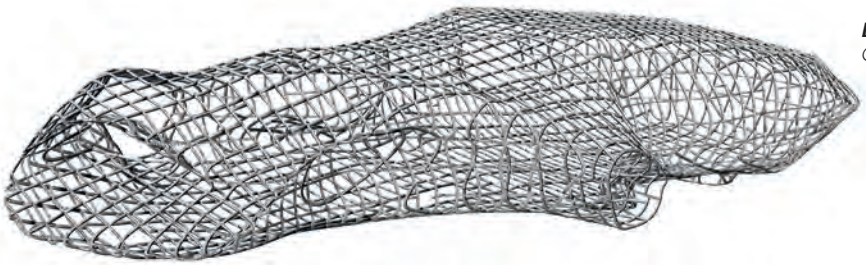


Foyerbereiche vor dem Auditorium
© Moreno Maggi

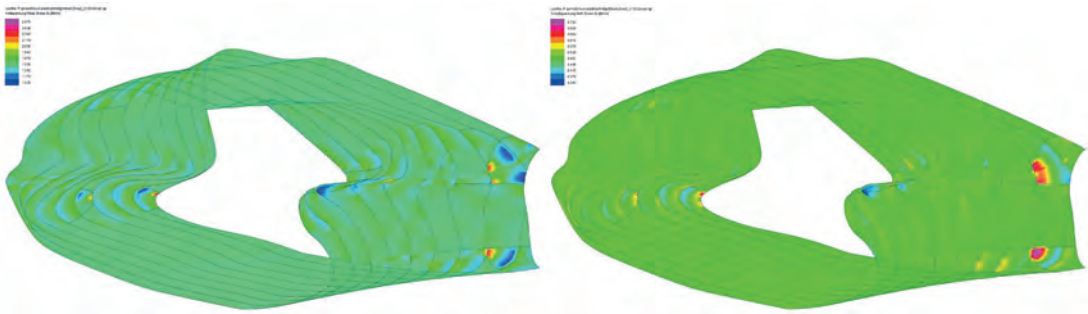


Entwurf als Freiform aus dem Jahre 2004
© formTL

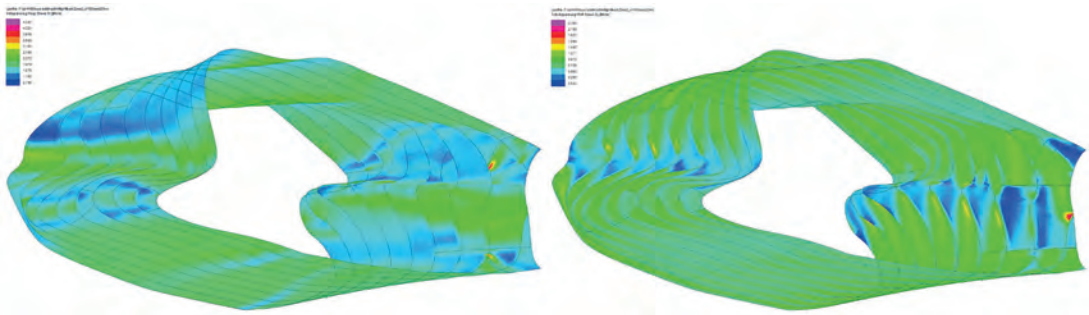
Berechnungsmodell eines repräsentativen Teilbereichs
© formTL



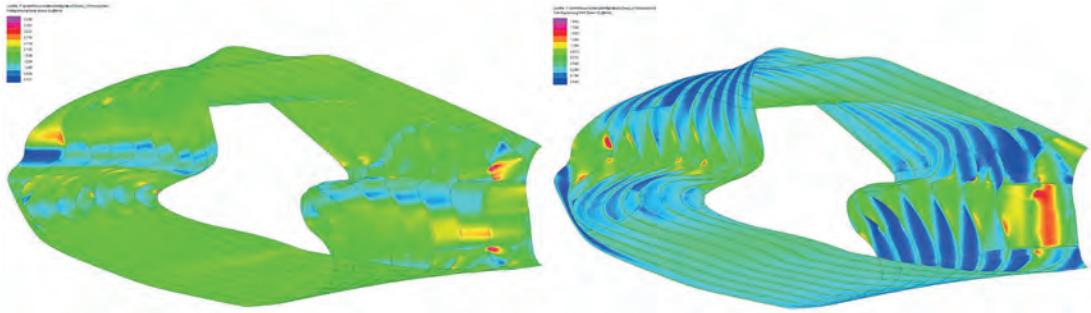
CAD-Modell der primären Stahlkonstruktion
© formTL



Vorspannzustand: Kett- und Schussspannung
© formTL



Lastfall Windsog: Kett- und Schussspannung
© formTL



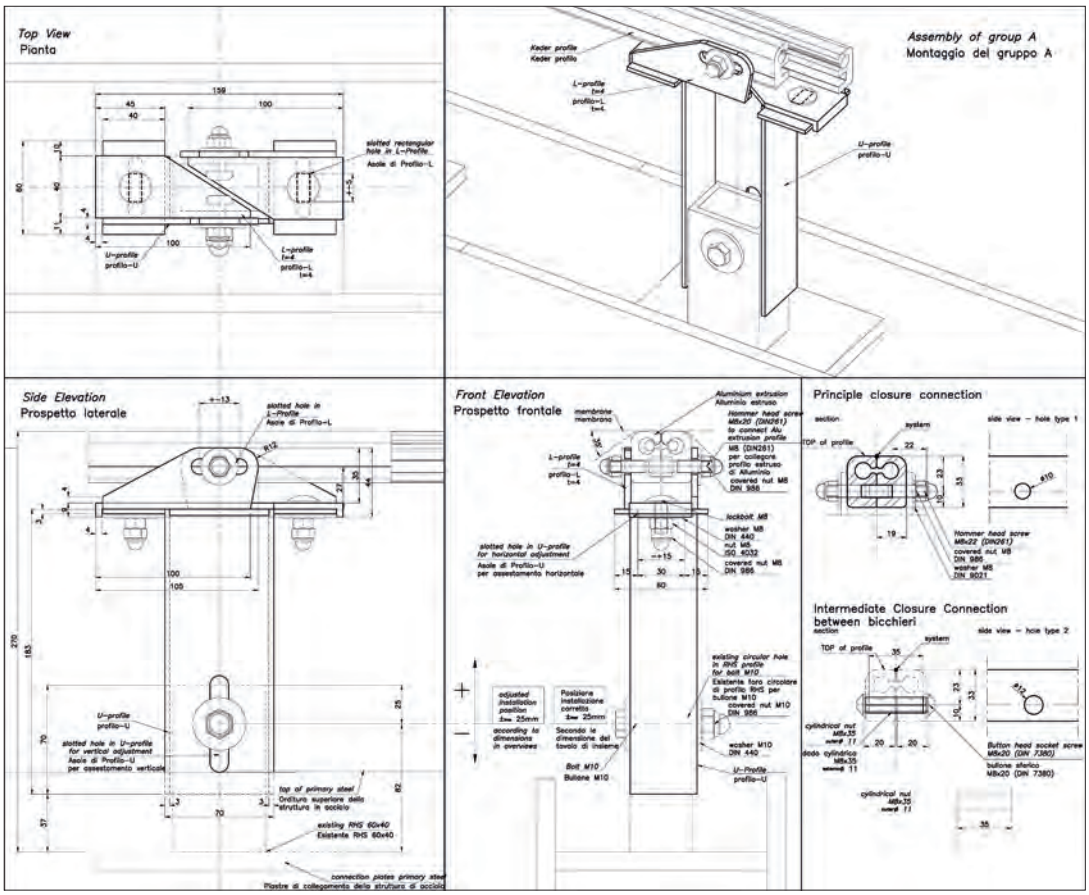
Lastfall Winddruck: Kett- und Schussspannung
© formTL

Details

Auf der Stahlkonstruktion befinden sich in regelmäßigen Abständen von meistens 400 mm kurze Rechteckrohrstummel, auf denen die Konsolen für die Sekundärstruktur, die Befestigung der Membran, fixiert wurden.
Für die Anschlusskonsolen wurde ein Detail entwickelt, das aus einem kaltverformten C-Profil besteht und seitlich an die Rohrstummel angeschraubt wird, wobei ein Langloch hier die Höheneinstellung ermöglicht. Zur Befestigung des Membranrands befinden sich darauf zwei Extrusionsprofile, die horizontal verschoben werden können, um etwaige Toleranzen auszugleichen.

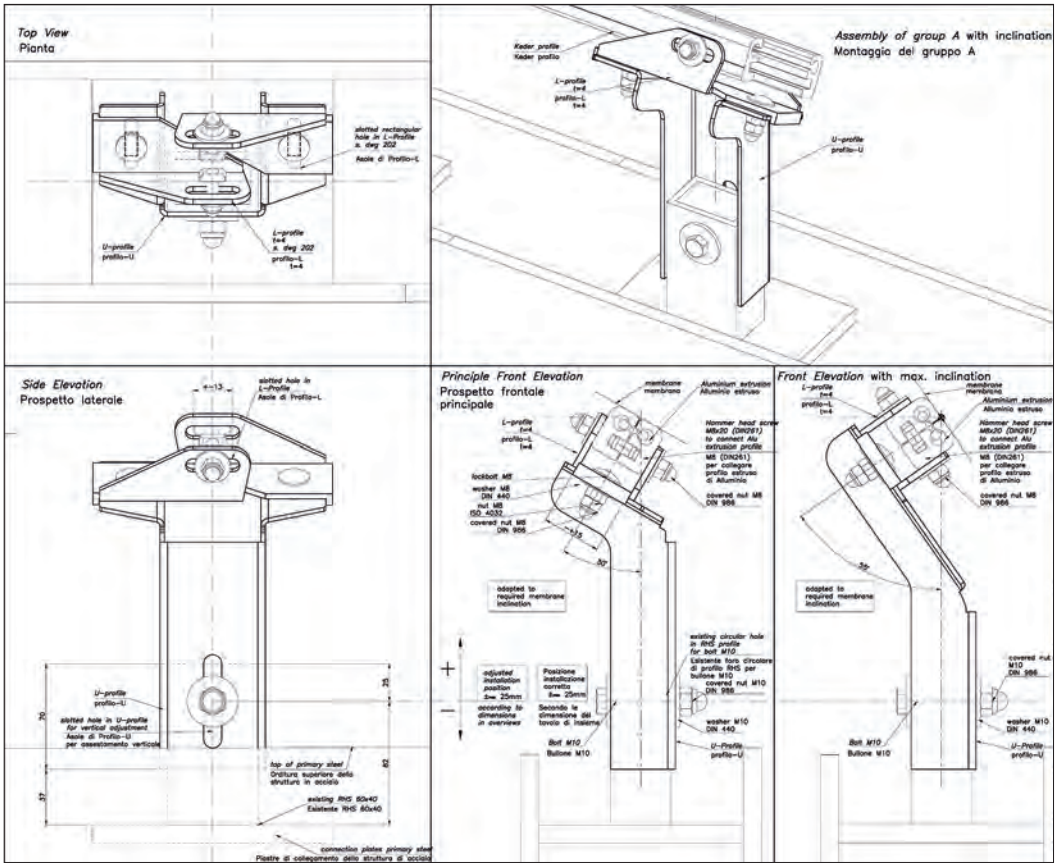
In Abschnitten, in denen die Membransattel sehr nahe an die Stahlkonstruktion heranreichen, kommt statt der sonst verwendeten Konsolen eine modifizierte Version mit einem sogenanntes Push-up-Profil zum Einsatz, das die Membrane sicher auf Abstand hält und umlenkt. Eine Kedernut in diesem Profil erlaubt es zudem, die Membrane, wo erforderlich, auch nach innen zu ziehen.
Durch die komplexe Geometrie des Projektes mussten die Konsolen mit unterschiedlichen Höhen und Neigungen gefertigt werden. Eine Referenzmarkierung gewährleistete ihren passgenauen Einbau. Die Konsolen wurden parametrisch geplant, was eine einfache Anpassung an die unterschiedlichen Höhen und Neigungen gestattete.

Rechteckrohrstummel als Konsolenanschluss
© formTL



Konsole mit horizontalem Anschluss
© formTL

Regel- und »Push-up«-Detail
© formTL

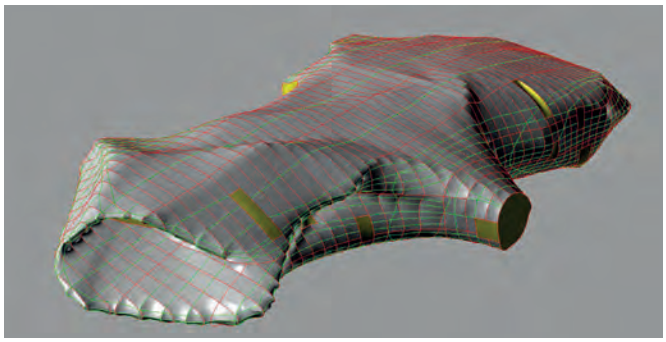


Konsole mit geneigtem Membrananschluss
© formTL

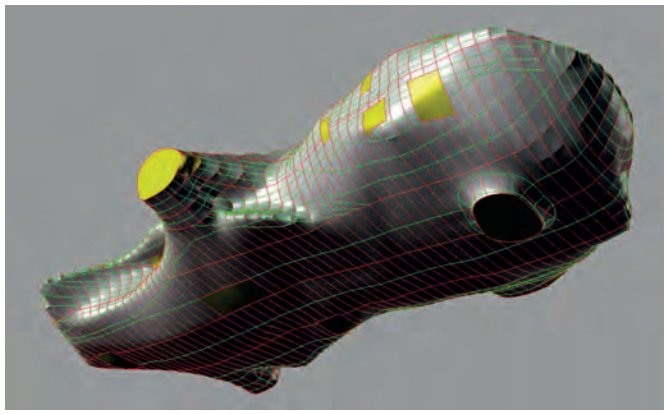
Für die Detaillierung der Anschlusslinien wurde ein automatischer Prozess entwickelt. Basierend auf Referenzknoten auf den Rohrstummeln, wurde eine gesplinte Systemlinie generiert, entlang der die gebogenen Aluminiumprofile verteilt wurden. Maschinenlesbare dxf-Dateien erlaubten es, die Profile aus geraden Stangen mit Bohrbild zu erzeugen, und zwar inklusive der Angaben für das zweiachsige Biegen der Profilpaare. Insgesamt wurden ca. 6.500 unterschiedliche Klemmleistenpaare und ca. 180 unterschiedliche Konsolen erzeugt.

Nahtlayout und Zuschnitte

Wesentlich für das Erscheinungsbild der Nuvola ist das Nahtlayout. Die Architekten baten darum, sich bei der Anordnung der Nähte weitestmöglich an der Stahlkonstruktion zu orientieren. Da die Krümmung in einigen Bereichen recht hoch war, erforderte dies zusätzliche Nähte zwischen den Stahlachsen.
Das Nahtlayout wurde in einem langandauernden Abstimmungsprozess mit den Architekten festgelegt. Die nebenstehenden zwei Abbildungen zeigen die 18. Version, das final abgestimmte Layout.



Nahtlayout mit der Aussichtsöffnung zum Eingang
© formTL

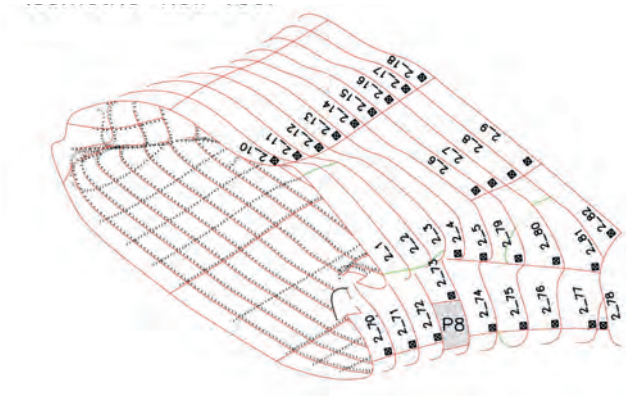


Untere Ansicht des Nahtlayouts
© formTL

Die roten Linien sind die durch Klemmlinien gebildeten Paneelgrenzen, die grünen Linien die Nähte innerhalb der Paneele. Das abgestimmte Nahtlayout war die Grundlage für das Zuschnittsmodell. Viele Paneele bestehen nur aus einer oder zwei Bahnen, alle komplexeren Paneele hingegen aus mehreren Bahnen.
Die Bahnen sind mit Nähnähten verbunden, die im Hinblick auf die Fertigungsgeschwindigkeit und ihre Festigkeit optimiert wurden.

Fazit

Die Nuvola unterscheidet sich in ihrer Komplexität von allen anderen Membranprojekten. Die Geometrie stellte höchste Anforderungen an die Formfindung. Da die einzelnen Membranpaneele vielfach extrem klein ausfielen, war es unabdingbar, eine sehr große Zahl an individuellen Anschlussdetails zu entwickeln. Um die Planung, insbesondere die riesige Menge an Zeichnungen und Fertigungsdokumenten, in der vorhandenen Zeit fertigzustellen, mussten neue Planungstools entwickelt werden.



Zuschnittslayout für Zone 2
© formTL

Membranpaneele in stark gekrümmten Bereichen
© formTL

(Ein) Erscheinungsbild der Wolke
© Moreno Maggi

Wie fast alle an der Realisierung des Kongresszentrums Beteiligten haben auch wir viele Jahre mit diesem Projekt zugebracht und sind nach seiner Fertigstellung stolz auf das Ergebnis unserer langen Arbeit.

Dipl.-Ing. Bernd Stimpfle
Beratender Ingenieur
formTL ingenieure für tragwerk und leichtbau gmbh, Radolfzell

Bauherr
E.U.R. S.p.A., Rom

Entwurf
Massimiliano Fuksas Architetto, Rom

Tragwerksplanung
Studio Massimo Majowiecki, Rom

Planung der Membranhülle
formTL ingenieure für tragwerk und leichtbau gmbh, Radolfzell

Konfektionär
Canobbio Textile Engineering S.r.l., Castelnuovo Scrivia

Membranhersteller
Valmiera Glass UK Ltd., Sherborne