

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 142 (2016)
Heft: 24: Schöne neue Stadien

Artikel: Am Mythos weitergebaut
Autor: Ekwall, Thomas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-632759>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

STADE VELODROME, MARSEILLE

Am Mythos weitergebaut

Für Marseille entwarfen SCAU Architekten mit den Ingenieuren von Elioth/Egis Concept eine 280 m weit gespannte Gitterschale – sie wurde unter laufendem Spielbetrieb des Heimklubs errichtet und überdacht das bestehende Stadion mit wenigen Stützpunkten.

Text: Thomas Ekwall

Während andere Städte mit ihren Stadien die Innenstadt verlassen und neue Sportpaläste in die Agglomeration verpflanzen, baut Marseille an seiner Geschichte weiter. Die Architekten von SCAU (vgl. Interview S. 35) erweiterten und überdachten das bestehende Vélodrome, das nunmehr mit 67 000 Zuschauerplätzen als zweitgrösstes Stadion Frankreichs – hinter dem Stade de France in Saint-Denis – rangiert (vgl. Kasten S. 41). Weil der Stadt der Umbau zu teuer war und zeitgenössische Stadionbauten sich ohne Mantelnutzungen kaum noch rentieren, ging sie eine Public-Private Partnership (PPP) mit dem Projektentwickler Arema ein, der sich in einem Wettbewerbsverfahren gegen die Teams der Totalunternehmer Eiffage und Vinci durchsetzen konnte. Für 267 Mio. Euro baute Arema das Stadion und das angrenzende Ökoquartier (Abb. S. 33) mit 100 000 m² Nutzfläche an Wohnungen, Büros, Hotels und Geschäften. Im Gegenzug zahlt die Stadt während 30 Jahren 12 Mio. Euro Jahresmiete, bis sie das Stadion übernehmen darf – eine mittlerweile übliche Übereinkunft für solche Grossüberbauungen in Frankreich.

Ein Dach gegen Erkältungen

Neben den Eingriffen in die bestehende Anlage (Abb. S. 33) kann die neue Überdachung als architektonischer Abschluss einer bewegten Geschichte von Umbauten gesehen werden. Ursprünglich für die Fussball-WM 1938 gebaut, war das Vélodrome für 30 000 Plätze dimensioniert, mit zwei Vordächern auf den Langseiten. Als 1985 die Tribünen erweitert wurden, fiel die nenngebende Radrennbahn dem zum Opfer.

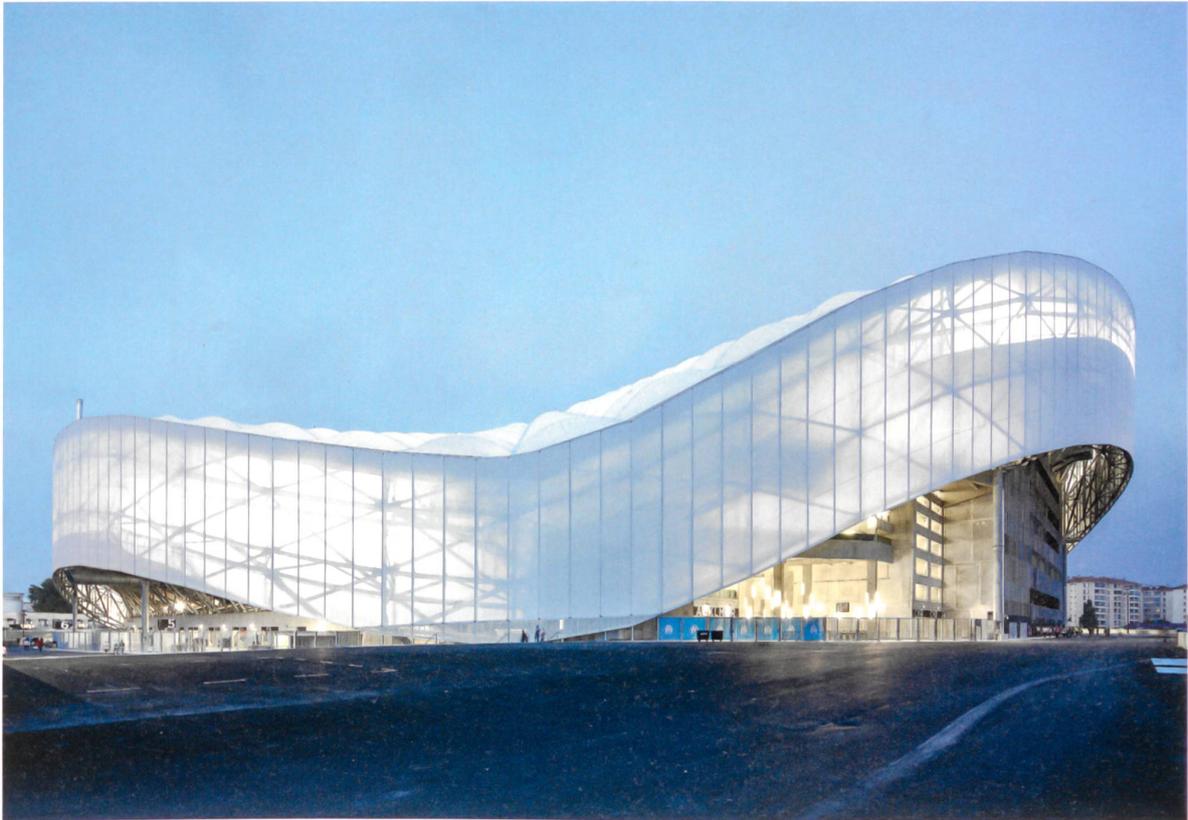
Beim grossen Umbau für die WM 1998 brach der zuständige Architekt Jean-Pierre Buffi die Symmetrie der Anlage, um diese auf 60 000 Plätze zu erweitern. Er

ersetzte und erhöhte den länglichen Jean-Bouin-Flügel, um den zunehmenden Bedarf an VIP-Zonen und Medienräumen unter den Tribünen zu befriedigen, während die kurzen Flügel auf die heutige Höhe aufgestockt wurden.

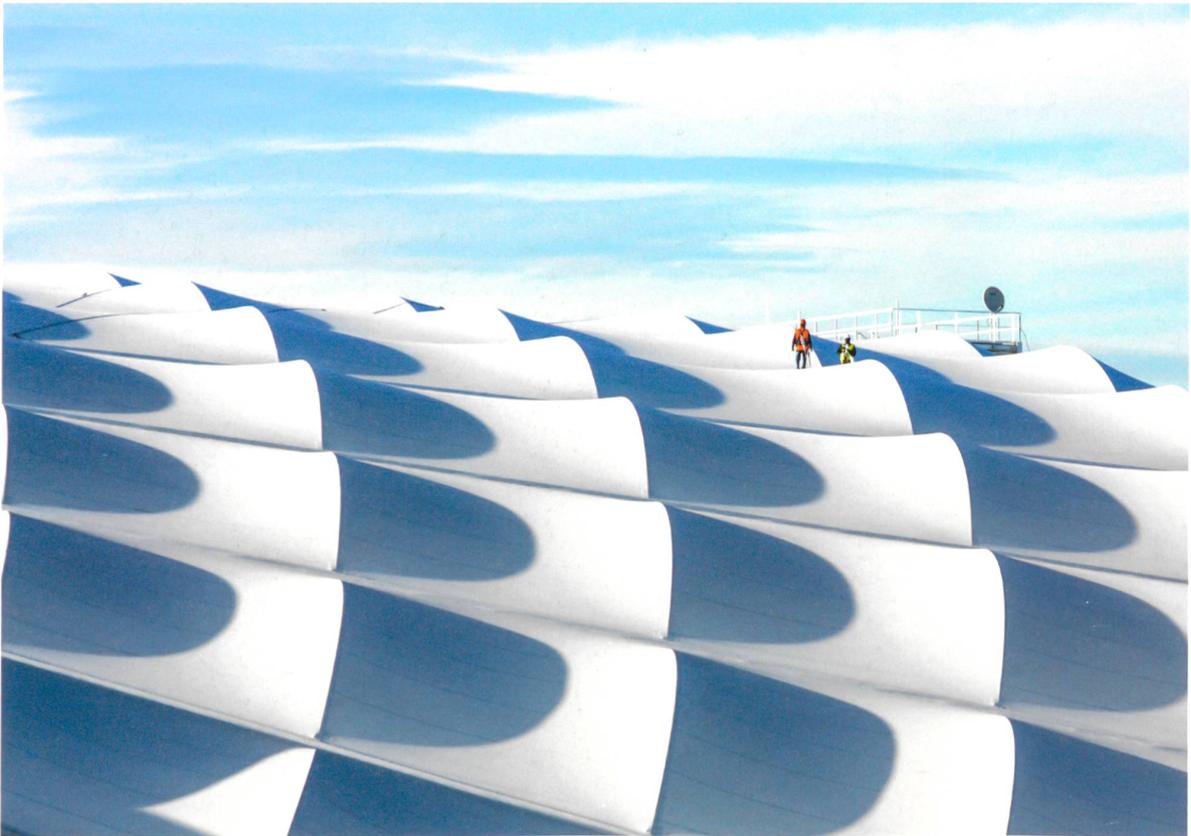
Doch mit dem Ergebnis gab sich der Heimclub Olympique de Marseille (OM) nicht zufrieden: Nach dem Umbau wehten der Mistral und der Ostwind umso stärker durch die Tribünen. Der damalige OM-Trainer Roland Courbis nannte das Stadion «l'enrhumeur» (ein Ort, an dem man sich den Schnupfen holt). Erste konkrete Vorschläge für eine Komplettüberdachung wurden 2005 vorgestellt, scheiterten jedoch mangels finanzieller Unterstützung. Dank der Vergabe der EM 2016 an Frankreich konnte diese Vision nun umgesetzt werden.

6000 t auf zwölf Stützen

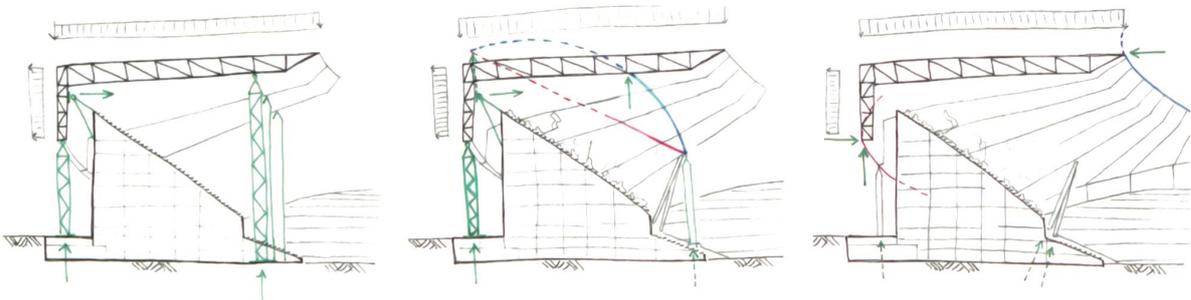
Das räumliche Fachwerk des Stadionsdachs besteht aus 5940 Stäben mit Durchmessern von 30 bis 50 cm. Die Fassadenhaut, die die Oberfläche des Tragwerks überspannt, ist mit Polytetrafluorethylen-(PTFE)-Folien materialisiert, die – im Gegensatz zu den Ethylen-Tetrafluorethylen-(ETFE)-Folien, die bekanntlich die Fassade der Allianz-Arena in München bestücken – mechanisch statt mit Luftdruck in Form gebracht werden (Abb. S. 32). Das Stahldach ist im Querschnitt als gedrehtes L ausgebildet: Die Fassadenebene, von den Projektautoren «Rock» genannt, folgt als gekrümmtes, 25 m hohes Fachwerk der Form der ondulierten Tribünen. Die Dachebene von variabler Neigung besteht aus 60 radialen Fachwerken, die bis zu 80 m ausragen. Die gesamte 6000 t schwere Konstruktion wird über vier paarweise angeordneten Megastützen mit Durchmessern von 120 cm in den Ecken der Tribünen sowie über acht vertikale Stützen unter dem «Rock» im Aussenbereich abgestützt, ohne dass diese den Blick der Zuschauer auf das Spielfeld beeinträchtigen.



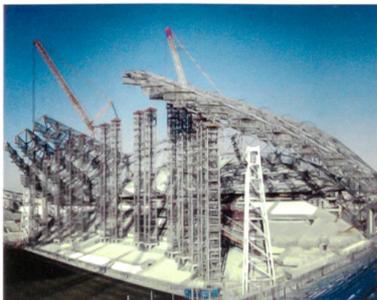
Ganz oben: das historische **Stade Vélodrome** mit neuer Überdachung aus semitransparentem PTFE, das von innen durchleuchtet werden kann. Darunter: das helle Vélodrome im städtischen Gefüge von Marseille mit dem Hafen im Hintergrund.



Die 65000 m² weite, **semitransparente Hülle** des Stadions aus PTFE (Polytetrafluorethylen) dient als Sonnen- und Windschutz. Die Folien werden mittels radialer Vorspannung auf einem Gerüst, bestehend aus Stahlbögen, in Form gebracht.



Gleichgewicht eines radialen Fachwerkträgers **während des Baus**. Grün: Hilfsgerüste, durchgezogene Linien: Auflagerkräfte innerhalb der Fachwerkebene, gestrichelte Linien: Auflagerkräfte ausserhalb der Fachwerkebene, blau: Druckkräfte, rot: Zugkräfte.



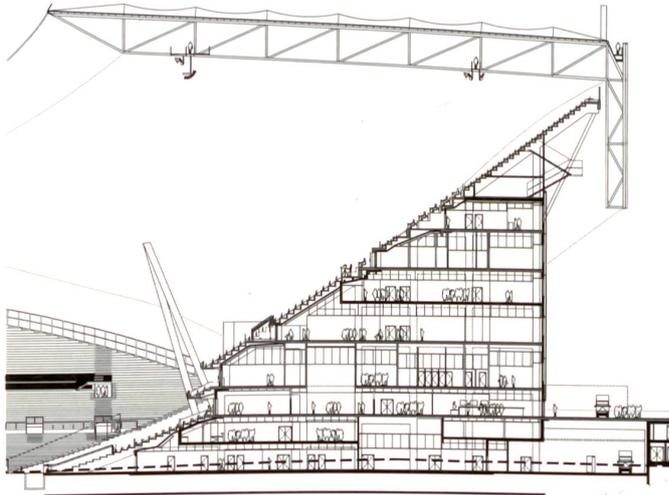
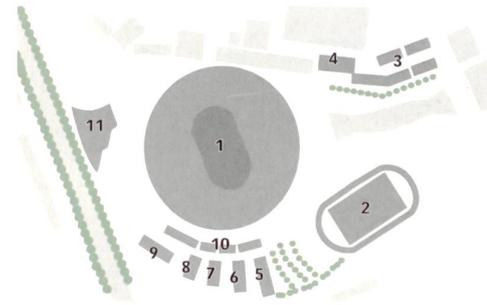
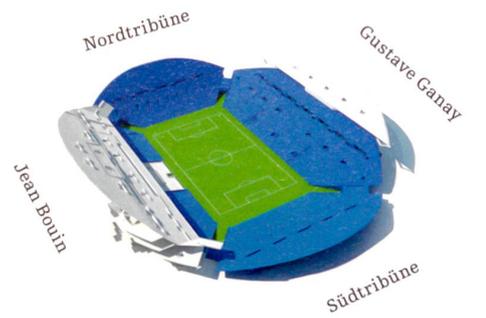
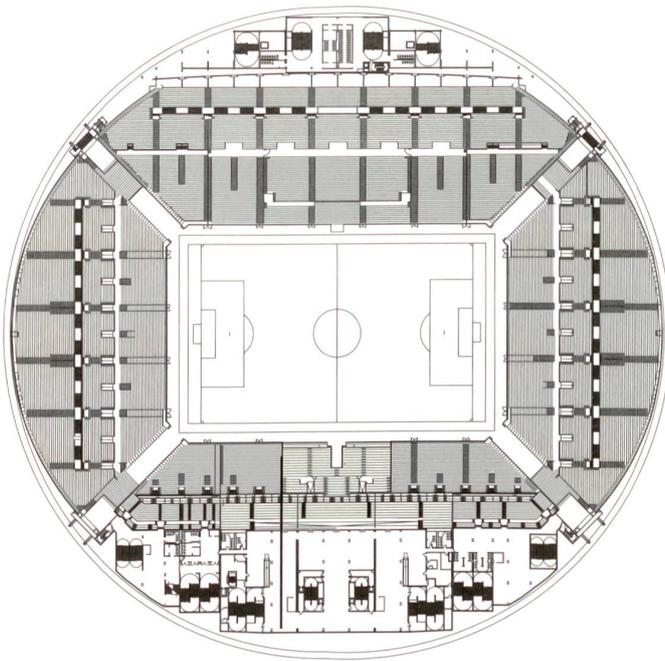
Bauphase Zwischensaison: **Provisorische Gerüsttürme** sind auf die Tribünen gesetzt und stützen die radialen Fachwerke vertikal ab.



Bauphase Spielsaison: Die Gerüsttürme wurden durch einen **Bogen** (Dachsegment) mit **Zugband** (Kabel zwischen Megastützen) ersetzt. Der Blick auf das Spielfeld ist frei.



Endzustand: Das **Kuppelauge** und das **vertikale Fachwerk** des «Rocks» sind geschlossen und bilden die Auflager der Fachwerkträger.



Links oben: Grundriss 5. OG, Mst. 1:3000.
Links unten: Querschnitt durch die Tribüne Gustave Ganay, Mst. 1:1000.
Rechts ganz oben: Übersicht der Neubauten (weiss) im Bestand (blau). Unter der Tribüne Gustave Ganay wurden 2800 m² Nutzfläche untergebracht, teils dank Unterfangungen des Tragwerks von 1935 und 1998. Die Tribüne Jean Bouin wurde durch einen Stahlbeton-Skelettbau komplett ersetzt. Unter den Tribünen sind neue Parkplätze, ein Museum, die Billetterie und ein Grossteil der technischen Anlagen untergebracht.
Darunter: Stadion mit angrenzendem Ökoquartier als Mantelnutzung:
 1 Velodrome, 2 Stade Delort, 3 Wohnungen, 4 Generationenhäuser, 5–6 Wohnungen, 7 Studentenwohnungen, 8 Kompetenzzentrum für Gesundheit, 9 Hotels, 10 Büros, 11 Einkaufszentrum.

Die Ingenieure setzten die komplexe Geometrie an einem parametrischen Modell um und verknüpften es mit dem statischen Modell, um eine hinsichtlich des Kräfteverlaufs und der Form optimierte Lösung zu finden.

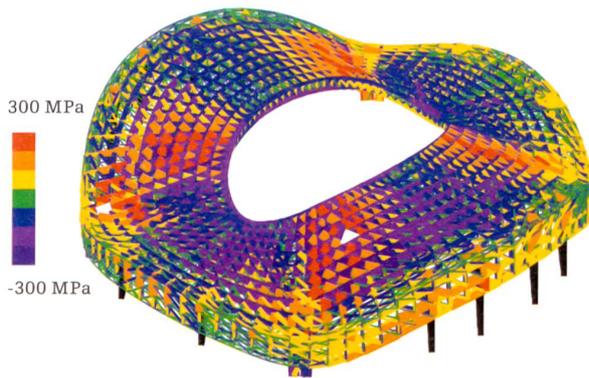
Der Stahlbau wirkt statisch im Endzustand als Schale ohne Dilatationsfugen. Ein minimaler Abstand von 40 cm zu den Tribünen sichert eine gegenüber dem Bestand statisch unabhängige Konstruktion, auch im Erdbebenfall. Die Schale wirkt grundsätzlich auf zwei Arten: Die Haupttragwirkung entsteht durch Membrankräfte – wegen der unregelmässigen Form bestehen sie aus einem hohen Anteil an Schubkräften, die durch die Verstrebung der Dachebene übernommen werden. Zum anderen sind einhüftige Rahmen, bestehend aus Dach- und Fassadenfachwerken, in der radialen Ebene ausgebildet, die die Lasten auf Biegung tragen. Sie sind vertikal vom «Rock» – der als Durchlaufträger zwischen den vertikalen Stützen verläuft – und horizontal von den geschlossenen Druck- und Zugringen am Rand des

Kuppelauges bzw. im «Rock» gehalten. Beide Systeme schliessen die Kräfte derart kurz, dass die Megastützen nur axial beansprucht werden.

Bauablauf parallel zum Spielkalender

Eine grosse Herausforderung des Projekts bestand darin, dass die Spielpläne der Ligue 1 zwischen 2013 und 2015 parallel zu den Bauarbeiten verliefen: Alle 14 Tage sollte das Stadion für die Heimspiele von OM bis zu 42000 Zuschauern Platz bieten, und jedes Mal mussten die Stahlkonstruktion provisorisch gesichert und der statische Nachweis des Bauzustands (vgl. «Bis zu 20% überdimensioniert», S. 34) von einer Sicherheitskommission bewilligt werden. Insgesamt wurde die Baustelle 80-mal unterbrochen.

Zu den logistischen Schwierigkeiten kam eine statische Problematik hinzu: Die Haupttragwirkung der Schale konnte im Bauzustand nicht aktiviert werden,



Spannungen im Endzustand infolge ständiger Lasten und Winds: Zug (rot), Druck (lila). Man erkennt den Druckring im Kuppelauge, den Zugring im «Rock» und die zugbeanspruchte Verstrebung an den Stellen, wo die Schalenform am stärksten variiert.



Bauherrschaft (PPP)
Stadt Marseille;
Arema/Bouygues.

Architektur
Société de Conception
d'Architecture et d'Urbanisme SCAU, Paris, in Zusammenarbeit mit Didier Rogeon
Architecte, Marseille

Generalunternehmer
GFC Construction/Bouygues,
Lyon-Saint-Exupéry (F)

Tragwerksplanung
Elioth/Egis Concept,
Montreuil (F);
Egis bâtiment méditerranée,
Nizza

HLKE- und Infrastrukturplanung
Egis bâtiment méditerranée,
Nizza

Sanitärplanung
Garcia Ingénierie, Marseille

da das unfertige Kuppelauge keinen geschlossenen Druckring ausbildete. Die erste Montageetappe über der Tribüne Ganay erfolgte zwar während der Sommerpause und konnte einfach gelöst werden, indem die provisorische Abstützung der einhüftigen Rahmen an den Spielfeldrand versetzt wurde. Im laufenden Betrieb durften jedoch keine provisorischen Spriessen ins Blickfeld der Zuschauer hineinragen. Die elegante Lösung der Bauingenieure bestand darin, während dieser Bauphase die Kopfpunkte der Megastützen mit einem Gerüstturm zu versehen und mittels Zugbändern miteinander zu verbinden. Somit entstand in der Schale ein Druckbogen von 280 m Spannweite, der die provisorische Abstützung mit Spriessen ersetzte und die Sicht der Zuschauer nicht beeinträchtigte (Abb. S. 32 unten).

Der gesamte Stahlbau ist gegen Korrosion feuerverzinkt, weshalb keine Schweissungen oder Zuschnitte auf der Baustelle zulässig waren. Die feuerverzinkten Einheiten wurden von der Stahlhütte der Firma Horta Coslada in La Coruña hergestellt und nach Marseille verschifft. Auf der Baustelle fügte die Baufirma die Einheiten zu 200 t schweren Modulen à zwei bis drei Radialträger mit vorgespannten Schrauben zusammen. Der Einhub erfolgte anschliessend im Tan-

Bis zu 20% überdimensioniert

Die Stahlbauteile des Tragwerks sind in manchen Bereichen verstärkt worden, um den Bauzustand zu berücksichtigen: Solange das Kuppelauge keinen Druckring ausbilden konnte, war das Dach für Abhebekräfte infolge Windböen anfällig, die nicht selten 120 km/h erreichen.

Die Intensität der Windlasten und die dynamischen Einwirkungen konnten wegen der komplexen Dachform nur unzureichend mit Normwerten abgedeckt werden; das Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) unternahm daher Windkanalversuche an physischen Modellen. In der Entwurfsphase wurden die vom Bauunternehmer geschätzten vier entscheidenden Bauphasen im Massstab 1:250 modelliert und unterschiedlichen Windrichtungen ausgesetzt, um eine erste Annäherung des Winddrucks und -sogs auf der Hülle abzulesen und in das statische Modell einzuspeisen. Zur Modellierung gehörte auch die unmittelbare Umgebung, um den verstärkenden Venturi-Effekt der Nachbarbauten zu berücksichtigen. Die zweite Messkampagne fand in der Ausführungsplanung statt, als die endgültigen Bauphasen bekannt waren.

Insgesamt 15 Versuche bis hin zum Massstab 1:80 wurden durchgeführt. Dabei gewannen die Ingenieure wichtige Hinweise bezüglich der Randeinwirkungen, des Über- und Unterdrucks auf der Hülle sowie der dynamischen Einwirkungen wie Schwingungen.

Synergien im Energiekreislauf

Unter dem Vélodrome befindet sich die grösste Abwasserreinigungsanlage Europas. Diese wurde in den Energiekreislauf des Stadions eingebunden: Das behandelte Wasser hat konstante Temperaturen zwischen 12 und 16 °C, die sich für Kühlung im Sommer und Heizung im Winter eignen. Der Kalorienaustausch erfolgt mittels reversibler Wärmepumpen.

Diese Lösung ist günstiger als eine konventionelle Geothermie und reduziert den Primärenergieverbrauch um 50% gegenüber einer Gaslösung. •

dem zweier 1250-t-Raupenkräne mit 70-m-Ausleger, während die Verbindungen mit den Gerüsttürmen und den stehenden Fachwerken des «Rocks» durch die Monteure erfolgten. Diese heikle Montage eines Moduls dauerte zwei Tage und musste bei Windgeschwindigkeiten über 25 km/h eingestellt werden.

Materialsparende Gitterschale

Dank dem umfangreichen Umbau gehört das Vélodrome nun zu den «Elite»-Stadien im Uefa-Ranking. Eine vielschichtige Bauaufgabe wurde mit klaren architektonischen und statischen Konzepten umgesetzt.

Entscheidend für den Gewinn des anfangs erwähnten Totalunternehmerwettbewerbs war die Wirtschaftlichkeit des Schalentragsystems: Im Vergleich dazu wäre die konventionelle Überdachung mit Balkenrost eines Mitbewerbers nur mit 30% höherem Stahlvolumen zu bewältigen gewesen. Gewiss stieg die Komplexität der Geometrie, der Statik und der Herstellung des Stadionsdachs, doch die klugen Entscheide der Planer und die CAD-Werkzeuge von heute machen solche Projekte möglich und in diesem Fall wünschenswert. •

Thomas Ekwall, Redaktor Bauingenieurwesen

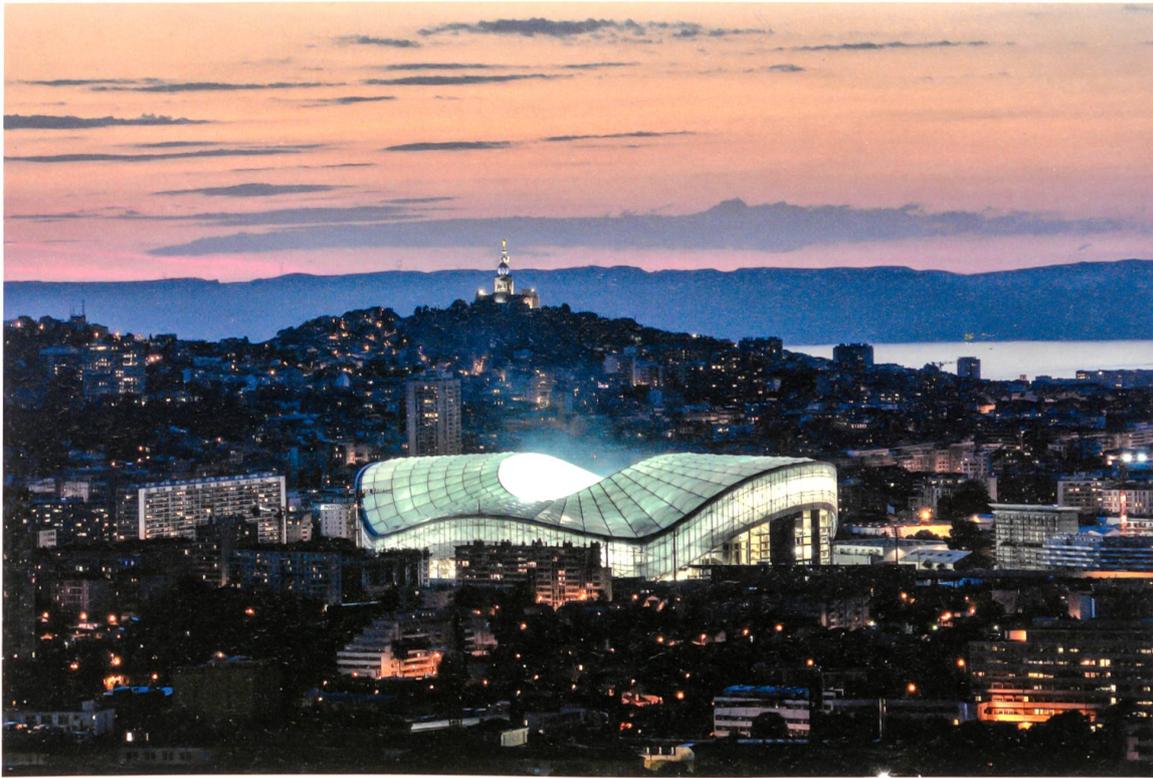


Foto oben: Véronique Paul © SCAU; Fotos unten: Patrick Swirc, Marin Laborne © SCAU

«Wir stehen zu diesem plastischen Tanz»

Im Gegensatz zu den am Stadtrand von Bordeaux, Nizza, Lille und Lyon erstellten EM-Stadien haben Sie ein bestehendes Stadion erweitert. Wie sind Sie als Architekten an die Aufgabe herangegangen?

Maxime Barbier: Die Stadt Marseille identifiziert sich sehr stark mit ihrem Fussballverein. Das Stadion wurde schon mehrmals umgebaut, doch seine Architektur war nie auf Augenhöhe mit der sportlichen Erfolgsbilanz des Vereins. Wir wollten ein Bauwerk auf der Höhe des Mythos Vélodrome erschaffen.

Inwiefern trägt Ihr Entwurf dazu bei?

Barbier: Er ist eine Antwort auf gesteigerte Nutzungsanforderungen. Insbesondere wollten die Stadt und ihr Bürgermeister die Zuschauer vor Wind und Wetter schützen. Die Stimmung innerhalb des Stadions sollte optisch und akustisch stärker auf das Spiel fokussiert sein und nicht von Ausblicken auf die Stadt gestört werden. Wir haben das Spielfeld mit einem Kreis von 198 m Durchmesser umgeschrieben – um der Vorstellung eines Brennpunkts näherzukommen.

Wird dieser Fokus nach innen nicht auch als Abgrenzung von der Stadt verstanden?

Luc Delamain: Der Bezug zur Stadt wird neu interpretiert. Dank dem Lichtspiel durch die transluzente Fassadenhaut sind die Spiele von OM von aussen gut sichtbar. Diese durchlässige Hülle verbessert den akustischen Komfort, ohne die Stimmung des Stadions zu dämpfen. Wir wollten kein hermetisches Stadion wie zum Beispiel in Lille.

Wieso haben Sie sich für das Fassadenmaterial PTFE entschieden?

Delamain: Es war in erster Linie ein Wagnis, die ganze Überdachung nur an vier Punkten zu halten! Von Anfang an haben wir uns die Frage des Gewichts gestellt. Die leichten PTFE-Membranen minimieren das Konstruktionsgewicht und gewährleisten Witterungsschutz und Dauerhaftigkeit. Wegen des Gewichts haben wir auch eine Stahlkonstruktion gewählt, das auch noch für kurze Bauzeiten gesorgt hat. Das Dachkonzept haben wir mehrmals und mit verschiedenen Ingenieuren schrittweise optimiert, ein echtes Abenteuer!

Die Spiele nehmen nur 1 % der Nutzungsdauer ein, was war Ihre Strategie für die restlichen 99%?

Delamain: Natürlich muss ein Stadion mehrere Nutzungen anbieten können, um sich zu rentieren, wobei es hier in erster Linie das Stadion des Fussballvereins bleibt. Das Stadion bildet vor allem den Schlussstein eines neuen Quartiers, das den Stadtteil aus der Isolation befreit.

Wie nehmen Sie das umgebaute Stadion im Stadtbild wahr?

Delamain: Auf den Hügeln um Marseille und vom Meer aus wirkt das Stadion als Identitätsträger der Stadt. Der Blick vom Schiff ist wesentlich: Man sieht eine weisse Muschel, die aus der umgebenden Stadt herausgehoben wird. Wir stehen zu dieser Wellenbewegung, dem plastischen Tanz, der für Marseille charakteristisch ist.

Die ursprüngliche Funktion des Vélodrome ist längst vergangen, ist es nicht auch eine formelle Vereinnahmung?

Delamain: Doch! Wir erkennen darin auch die Hochs und Tiefs der ursprünglichen Rennbahn. •

Das Interview führte *Thomas Ekwall*.



Die Architekten **Maxime Barbier** (li.) und **Luc Delamain** sind Teilhaber des Architekturbüros SCAU.