

Wassersportzentrum Olympische Spiele in Paris

Anna Kulzer
schlaich bergemann partner
Stuttgart, Deutschland



Wassersportzentrum Olympische Spiele Paris

Das Wassersportzentrum für die Olympischen Spiele 2024 entsteht in direkter Nachbarschaft zum Stade de France im Pariser Vorort Saint-Denis.



Abbildung 1: Gesamtansicht des Wassersportzentrums

Die Besonderheit des Entwurfs liegt in der effizient gestalteten Form des Daches, das durch die Verwendung einer Hängedachkonstruktion aus Brettschichtholz zum einen mit einer Dachaufbauhöhe von weniger als einem Meter eine Spannweite von fast 90 m überbrückt und zum anderen das Luftvolumen der Arena und somit den Energieverbrauch des Gebäudes im Betrieb minimiert.

Nach der Fertigstellung gehört das Wassersportzentrum weltweit zu den größten in Holzbauweise ausgeführten Sportstätten und stellt gleichzeitig einen neuen Weltrekord für weitgespannte Holzkonstruktionen auf.

1. Projektbeschreibung

Das Wassersportzentrum in Saint-Denis ist die größte Sporteinrichtung, die für die Olympischen Spiele 2024 errichtet wird. Nach den Spielen soll sie für Nutzungen wie Wellness, Indoor-Fußball und Klettern erweitert werden.

Der Entwurf des Gebäudes stammt aus der Feder der Architekturbüros Venhoeven CS und Ateliers 2/3/4, in Zusammenarbeit mit den Tragwerksplanern von schlaich bergemann partner aus Paris. Gebaut wird das Projekt von den Baufirmen Bouygues Construction und der Holzbaufirma Mathis.



Abbildung 2: Innenansicht des Wassersportzentrums



Abbildung 3: 3D-Modell des Wassersportzentrums

In der Haupthalle des Gebäudes, in der sich das 50 m Schwimmbecken befindet, haben ca. 6000 Zuschauende Platz. Nach den Olympischen Spielen werden die Sitzplätze auf ca. 2500 reduziert, um Platz für andere Events und Nutzungen zu machen.

Überdacht wird das Gebäude von einer Hängedachkonstruktion aus Holz.

1.1. Architektur

Die Dachform des Wassersportzentrums orientiert sich hauptsächlich an der Geometrie der Nutzfläche, das heißt den lichten Höhen über Schwimmbecken und Tribünen. Dadurch entsteht eine konkave Geometrie, der das Tragwerk aus einer Hängekonstruktion perfekt folgt.

Zwei Hauptaugenmerke wurden beim Entwurf des Daches gelegt: Das Luftvolumen der Schwimmhalle sollte minimiert werden, um die Energiekosten gering zu halten, und das Baumaterial sollte sowohl einen geringen Materialverbrauch aufweisen als auch umweltfreundlich sein, was durch den Einsatz von Holz erreicht wurde.

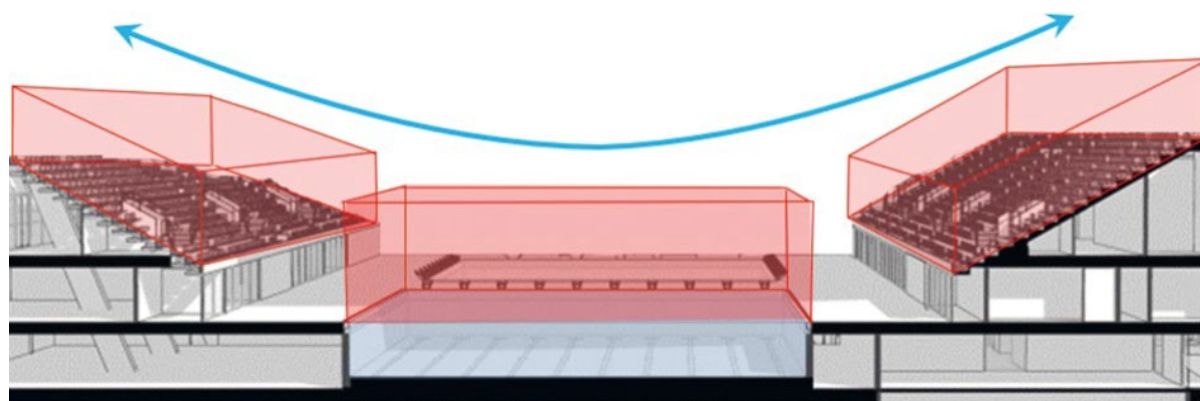


Abbildung 4: Regelquerschnitt des Wassersportzentrums mit den einzuhaltenden Lichtraumprofilen über den Sitzreihen und dem Becken

Wichtig war ebenfalls die Umnutzbarkeit des Gebäudes, das nach 2024 um einen Wellness- und Fitnessbereich, sowie eine Kletterhalle erweitert werden soll.

Die Schwimmhalle mit einer Grundfläche von fast 10.000m² bleibt aber weiterhin die Hauptnutzung.

1.2. Tragwerkskonzept

Das Dach des Wassersportzentrums besteht aus hängenden Holzträgern aus GL24h, die alle 1,05 m angeordnet sind und einen Querschnitt von 21x52 cm besitzen. Ihre Spannweite variiert über die Gebäudelänge und beträgt maximal 89 m.

Dabei hat das Primärtragwerk (Stützen und Dachträger) ein Gewicht von ca. 90 kg/m², was im Vergleich zu einer einfachen Stahlfachwerkonstruktion (ca. 100 kg/m²) eine Reduktion des CO₂-Fußabdrucks des Gebäudes um ca. 2000 t CO₂eq bedeutet.

Die horizontalen Kräfte der Hängeträger werden von waagerechten Fachwerkträgern am Dachrand aufgenommen, die diese in die Zug- und Druckstützen übertragen.

Da sich die Zugstützen im Außenbereich befinden, wurde entschieden, diese als einzige Elemente des Daches (mit Ausnahme der Verbindungen) aus Stahl auszuführen.

Unter Windsog kehrt sich das statische System um, es entsteht ein Bogentragwerk, der Dachrand wird auf Druck belastet, was zum Vorzeichenwechsel der Kräfte in den Stützen führt.

Ausgesteift wird das Dach durch die obenliegende Dachschalung aus Holz und einen seitlich angeordneten Windverband. In Spannrichtung wird das Gebäude durch das Kräftepaar aus Stützen und Abspannung ausgesteift, in Gebäudelängsrichtung sorgen vertikale Windverbände für die nötige Stabilität.

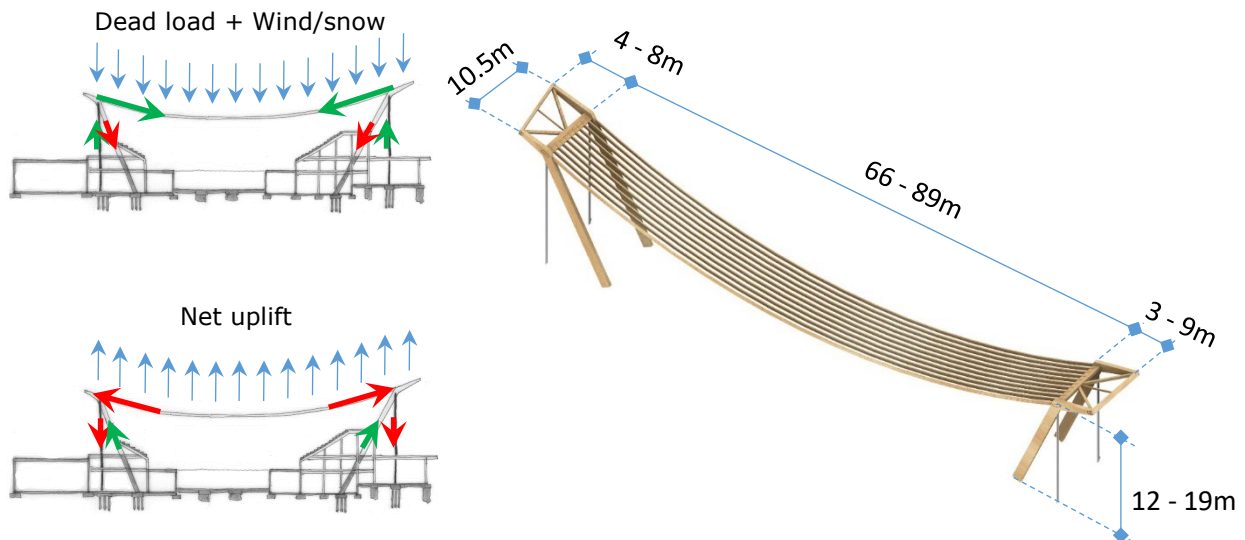


Abbildung 5: Tragwerkskonzept des Daches

Durch die nutzungsoptimierte Geometrie des Daches variieren sowohl die Stützhöhen als auch die Ausrichtung derselben. Daher unterschieden sich zunächst alle 91 Holzlamellen sowohl in Krümmung als auch in ihrer Länge. Aus diesem Grund wurde die Dachgeometrie optimiert und die Anzahl der unterschiedlichen Holzlamellensegmente konnte um den Faktor 4 verringert werden.

2. Tragwerksuntersuchungen und -details

Für das Projekt wurde zunächst ein detailliertes Windgutachten mit Hilfe einer Windkanalstudie durchgeführt (siehe linkes Bild unten). Dabei stellte sich heraus, dass trotz der Optimierung der Windlasten zum Teil große asymmetrische Lasten und Sogkräfte berücksichtigt werden müssen.

Hängedachkonstruktionen sind besonders effiziente Tragwerke, jedoch reagieren sie sehr empfindlich auf veränderte Rahmenbedingungen und Steifigkeiten.

Beim Wassersportzentrum wurden folgende Faktoren als Einflussgebend identifiziert:

- Steifigkeit des Betonsockels (zwei- bis dreigeschossiges Gebäude),
- mögliche Auswirkungen durch die festen Stahltribünen, die zum Teil auf den Stützen des Dachs ruhen
- Fassaden, die ohne Stützen direkt am Dach aufgehängt sind und auf diese erheblichen Kräfte übertragen
- Veränderung der Steifigkeit der Materialien während ihres Lebenszyklus durch das Kriechverhalten von Beton und Holz.



Abbildung 6: Modell für den Windkanalversuch

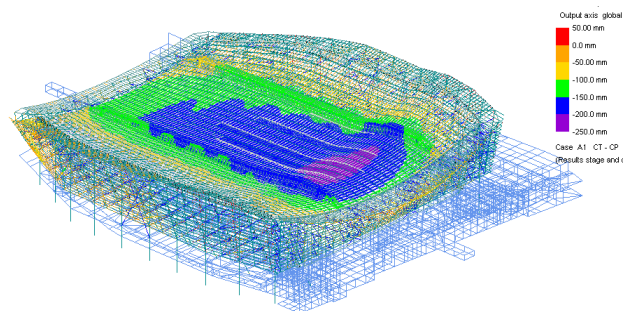


Abbildung 7: Illustration der Verformungsanalyse

Die Anschlussknoten am Dachrand wurden für eine schnelle Montage auf der Baustelle konzipiert: es wurden Stahl-Stahl-Verbindungen mittels Bolzen oder Verschraubung vorgesehen.

Dabei wurde gerade für die großen Knotenelemente die Stabdübelverbindungen zu den Holzelementen bereits in der Werkstatt hergestellt.



Abbildung 8: Fußpunkt der Zugverankerung



Abbildung 9: Knotenanschluss am Kopfpunkt der Stützen

3. Montage

Durch die Verwendung von Holz für das Dachtragwerk war der Vorfertigungsgrad sehr hoch. Dadurch konnte die Montage auf der Baustelle zügig durchgeführt werden.

Die Montagesequenz sah wie folgt aus

- Montage von Stützen/Vordach/Zugelernen am Boden, dann Einhub des Dachsegments mit einem 500-t-Mobilkran
- Errichtung der mittleren Segmente (Verstreben) mit provisorischen Abspannseilen
- Errichtung der Stützen von der Mitte hin zu den Seiten (Giebel)
- Montage der Holzfassaden an den geneigten Stützen
- Einhub und Montage von Gurten und Diagonalen der Fachwerkträger für das Vordach
- Montage der Holzlamellen mit zwei provisorischen Stützen in der Mitte der Dachkonstruktion
- Verbindung der Rand-Holzträger durch den Einbau des Mittelteils und schrittweise Montage der Holzbeplankung



Abbildung 10: Montage der ersten Stützen im Frühjahr 2022



Abbildung 11: Montage der ersten Segmente der Hängeträger im Sommer 2022



Abbildung 12: Baufortschritt im Oktober 2022: Einhub des letzten Hängeträgers

Nach dem oben beschriebenen Montageprinzip wirken die Kräfte in den Stützen und Zugstangen während der Bauphase und bis zum freien Spannen der Holzlamellen in umgekehrter Richtung. In diesem Zustand werden die schlanken vertikalen Zugstäbe Druckkräften ausgesetzt und müssen daher mit provisorischen Stützstreben stabilisiert werden.