

Stahlbau

Nachrichten

3 • 2008

- DSTV
- Stahlbau heute
- Brandschutz
- CAD im Stahlbau

45

Verlag Wiederspahn * Biebricher Allee 11b * 65187 Wiesbaden
PVSL * DPAG * Engelt bezahlt

D46763 / 0803
Eiffel Deutschland
Stahltechnologie GmbH
Geschäftsleitung
Hackelstr. 4
30179 Hannover

ArcelorMittal

Imposante Dachkonstruktion

The New Durban Stadium

Der preisgekrönte Entwurf der Architekten gmp gilt als der schönste Stadionneubau unter den Ausrichtungsorten der Fußballweltmeisterschaft 2010 in Südafrika. Sein Markenzeichen ist die imposante Dachkonstruktion aus einer seilverspannten Membranfläche, die an einem Stahlbogen aufgehängt wird.

Bauwerk

Der Gesamtkomplex liegt in unmittelbarer Nähe zum Indischen Ozean an der nördlichen Küstenlinie von Durban und umfasst neben dem eigentlichen Stadion, konzipiert für 70.000 Zuschauer, Parkhäuser und sonstige Bauten sowie Verkehrsanlagen und Grünflächen.

Das Stadion erhält eine Dachkonstruktion mit einem seilverspannten Membrandach, das an einem Stahlbogen aufgehängt wird, der das Stadion in Nord-Süd-Richtung überspannt und horizontal an einem äußeren, auf Stützen aufgelagerten Druckring angeschlossen wird.

Die Dachmembrane weist eine zackenförmige, einer Krone nachempfundene Gestaltung auf, wie auch der gesamte Entwurf des Stadions symbolträchtig die nationalen Elemente Südafrikas aufgreift. Sehr charakteristisch stellt sich hierbei der große imposante Stahlbogen dar mit seiner Spannweite von 340 m zwischen den Fundamenten und einer Bauhöhe von 100 m über dem Anstoßpunkt des Spielfeldes: Er nimmt die Y-Form der Nationalflagge Südafrikas auf durch seinen nördlichen einteiligen Bogen und den vom Scheitel her nach Süden hin sich öffnenden zweiteiligen Bogen.



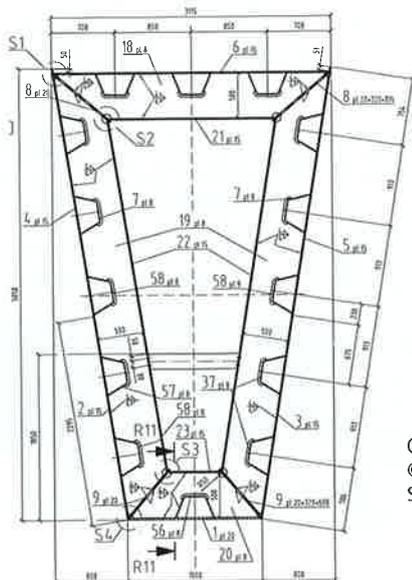
Gesamtansicht

© Architekten von Gerkan, Marg und Partner

Der einteilige Bogen wird über eine Befahranlage verfügen, mit der Zuschauer eine Aussichtsplattform auf dem Bogenscheitel erreichen und den prachtvollen Ausblick auf den Ozean und die Stadt Durban sowie die Höhenzüge der Drakensberge genießen können. Über den südlichen zweiteiligen Bogen sind über Treppenanlagen zudem der Auf- und Abstieg zu Fuß möglich.

Dachkonstruktion

Die Bogenkonstruktion besteht aus Stahlhohlkästen mit trapezförmigen Querschnitten, deren Abmessungen im einteiligen Bogenbereich am Oberflansch eine Breite von 5,00 m, am Unterflansch eine Breite von 3,40 m aufweisen und eine Steghöhe von 5,00 m haben, während der zweiteilige Bogen bei gleicher Steghöhe eine obere Breite von 3,10 m und eine untere von 1,50 m erhält.



Querschnitt

© Eiffel Deutschland
Stahltechnologie GmbH



Modell Dach

© Architekten von Gerkan, Marg und Partner

Der gesamte Bogen wird aus Polygonabschnitten gebildet mit unterschiedlichen Abschnittslängen, deren kürzeste im Bereich der größten Krümmungen angeordnet sind. Die einzelnen Elemente werden durch geschraubte Kopfplattenstöße miteinander verbunden.

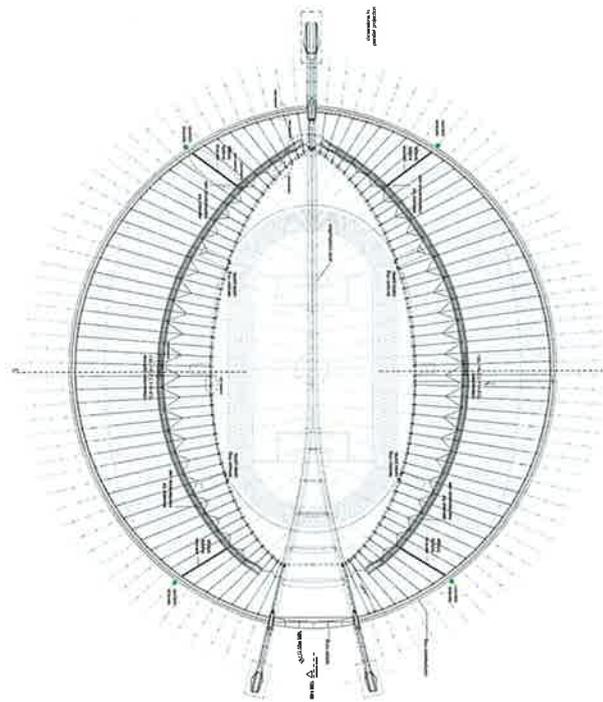
Der zweiteilige Bogen wird durch sechs Riegel gegen Knicken ausgesteift, wobei der untere Riegel auch die enormen Druckringkräfte von ca. 45.000 kN übertragen muss bei einer Knicklänge von ca. 46 m.

Die Kenndaten des zweiteiligen Bogens sind:

- 32 Stück Stahlblech-Hohlkastenträger mit 15 mm Stegblechen, 15 mm Oberflanschblech und 20 mm Bodenblech mit Trapezsteifen aus 8 mm dicken, gekanteten Blechen, 16 Stück davon spiegelbildlich;
- Kopfplatten 60 mm und 40 mm, am 60er-Flansch Anschlusskonstruktionen für die Seile und Riegel;
- Abmessungen der Elemente:
 - Breite am Kopf: 3,10 m
 - Länge: 8,50–12,20 m
 - Höhe: 5,00 m
 - Breite unten: 1,50 m
 - Gewicht: 35–40 t/70 t
- Eine Besonderheit stellt das vierte Element nach dem Fundament dar wegen der Durchleitung der Druckringkräfte von 45.000 kN mit massivem innerem geschweißtem Knoten und Druckverteilungsplatten aus GS 20 Mn 5 V für die Kalottenlager.

Die Kenndaten des einteiligen Bogens sind:

- 24 Stück Stahlblech-Hohlkastenträger mit 15 mm Stegblechen, 20 mm und 15 mm Oberflanschblech und 20 mm Bodenblech, ausgesteift mit 8 mm Trapezsteifen und architektonischer Nut im Bodenblech;



Stadiongrundriss mit Bogen, Druckring, Riegeln und Seilnetz
© Architekten von Gerkan, Marg und Partner

Durchleitung der Druckkräfte aus dem Druckring mit massivem innerem Knoten und Druckverteilungsplatten aus GS 20 Mn 5 V sowie zum anderen die Elemente am Scheitel, die den Übergang zum zweiteiligen Bogen ermöglichen.

Die Konstruktion der Riegel sieht folgendermaßen aus:

- Rung 1:
 - Hohlkastenkonstruktion als Druckstab mit ausgesteiften Blechwänden und Querschotten, massive Auflagerkonstruktion zur Einleitung der Druckkräfte aus dem Druckring;
 - begehbare Körper mit trapezförmigen Querschnitten und Aufweitung zur Mitte auf Querschnittabmessungen von einer Breite

- Längen zwischen 37 m und 6 m, Gewichte zwischen 40 t und 4 t;
- luftdicht geschweißt und geprüft.

Der Leistungen von Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH umfassen hier Herstellung, Lieferung und Vormontage eines Stahlbogens für die Seilabspannungen des Daches sowie die Riegelkonstruktionen einschließlich der Werkplanungen; das Stahlgewicht beträgt 2.850 t.

Fertigung

Die Spezifikationen des Bauherrn und dessen Tragwerksplaner Schlaich Bergermann und Partner forderten eine hohe Präzision und Genauigkeit der Elemente, die an den geschraubten Kopfplattenstößen



Zusammenbau von Riegel 1 in der Werkshalle
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH



Vormontage im Versandbereich
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH



Element 1 vom einteiligen Bogen mit Fundamentanschluss
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

- Kopfplatten aus 60 mm und 40 mm dicken Flanschblechen, am 60er-Flansch Anschlusskonstruktionen für die Seile;
- Abmessungen der Elemente:
 - Breite am Kopf: 5,00 m
 - Länge: 8,20–11,80 m
 - Höhe: 5,00 m
 - Breite unten: 3,40 m
 - Gewicht: 50–60 t/110 t
- Außergewöhnliche Elemente sind hier zum einen das untere vierte Element des Bogens wegen der

bis 6,315 m und einer Höhe von 4,145 m, Gesamtlänge 46,555 m;

- Herstellung in drei Teilen mit Baustellenquerstößen und Einzelgewichten bis zu 70 t, Gesamtgewicht 210 t;
- Kalottenlager von Maurer Söhne GmbH & Co. KG.
- Rung 2–6:
 - zigarrenförmige Hohlkastenkonstruktionen aus dünnwandigen Blechen, Dicke 8 mm mit Blechsteifen $t = 8$ mm;

ben eben und spaltfrei zu sein hatten und in allen Systempunkten des Bogens, insbesondere bei den Seilanschlüssen, keine größere Abweichung der Sollkoordinaten von ± 10 mm dreidimensional aufweisen durften.

Um diese Anforderungen zu erreichen und deren Einhaltung zu dokumentieren, sollten die Geometrien der produzierten Elemente in einer Vormontage überprüft werden, bei der mindestens fünf Folgeelemente mit jeweils zwei überlappenden Elementen zusammengebaut und vermessen werden.



»Vogelperspektive«

© Architekten von Gerkan, Marg und Partner

Die Maßnahmen im Werk von Eiffel umfassten daher:

- Zusammenbauvorrichtungen für Baugruppen und Elemente;
- Fräsen der Kopfplatten auf gesondert hergestellten Frästischen, Bohren zusammengehörender Kopfplatten;
- Zusammenbau der Elemente in Vorrichtungen, mechanische Bearbeitung der Kopfplatten der geschweißten Elemente des zweiteiligen Bogens am Bohrwerk unter Beachtung der komplexen Winkelgeometrien;
- Halbierung der Elemente des einteiligen Bogens aus Fertigungsgründen zu zwei jeweils zugehörigen oberen und unteren Trapezträgern mit verschweißten Längsstößen, untere Troghälfte an beiden Enden mechanisch nach dem Schweißen am Bohrwerk bearbeitet, obere Troghälfte mit vorgefrästen Kopfplatten, die nach dem Zusammenbau der Elementhälften zwischen die oberen Elemente eingepasst und unter Berücksichtigung von Schweißschumpfungaben mit den zugehörigen oberen, jeweils gegenüberliegenden Elementhälften verschweißt werden;
- Vermessung zusammengebauter Elemente, Simulation der Ist-Abmessungen im Vermessungsrechner durch Aneinanderfügen der Elemente und daraus ableitbare Korrektur von Abweichungen der Winkel und der Längen bei Folgeelementen.

Vormontage

Resultierend aus den unter »Fertigung« beschriebenen Anforderungen, beinhalteten die Maßnahmen im Werk von Eiffel:

- Aufbau von Vormontagezulagen im Versandbereich unter der Hofkranbahn mit zwei Brückenkranen von je 40 t Tragfähigkeit;
- Montieren der Elemente des zweiteiligen Bogens nach dem Korrosionsschutz mit Verschraubung der Kopfplatten nach Bedarf ohne Klaffungen auf Pressen, die die spannungslose Werkstattform weitgehend gewährleisten;
- Vormontage der Elemente des einteiligen Bogens, fertigungstechnisch als horizontal geteilte Elemente, die während der Vormontage zusammengebaut und verschweißt werden;
- Ausrichten spannungsfrei durch Unterstüßungen der Elemente auf Pressen;
- Vermessung durch externen Vermesser (third party).

Korrosionsschutz

Alle Elemente erhalten innen und außen folgenden Korrosionsschutz:

- Strahlen Sa 2½;
- 2-k Zinkstaub Epoxy Grundierung, 70 µ;
- 2-k Zwischenanstrich 150 µ außen und 120 µ innen Eisenglimmer;
- 2-k Deckbeschichtung mit 60 µ Polysiloxan außen, innen PU 50 µ.

Versand

Bereits während der Angebotsbearbeitung wurden bei Eiffel Überlegungen angestellt, wie die Großelemente zu einem deutschen Nordseehafen transportiert werden könnten. Für die Elemente des zweiteiligen Bogens wäre theoretisch der Transport mit Spezialtiefladern möglich gewesen, nicht jedoch für die des einteiligen Bogens.

Nach Prüfung von Durchfahrthöhen bei den Kanalbrücken des Mittelland- sowie des Elbseitenkanals entschied sich Eiffel für den Transport mit Kanalschiffen vom in der Nähe des Werksgeländes gelegenen Brinker Hafen zum Südwestterminal in Hamburg: So werden die Elemente auf einem werkseigenen Hubtransporter aufrecht stehend zum Hafen befördert und auf Kanalschiffen mit Mobilkränen verladen. Dazu waren umfangreiche Planungen und Berechnungen notwendig, um von den Zulassungsbehörden die Genehmigungen zu erlangen.



Verladung in Hannover
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

Stand des Projektes

Die Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH hat inzwischen die Produktion der Elemente fast beendet und ca. 75 % des Lieferumfangs ausgeliefert. Mitte Juli 2008 werden dann die komplizierten Elemente des Bogenübergangs von einteilig auf zweiteilig fertiggestellt. Hier müssen noch einmal in besonderen Arbeitsschritten die Toleranzen ausgeglichen werden, die sich unvermeidbar aus den drei Bogenabschnitten ergeben. Der Toleranzausgleich wird aus den Vermessungsergebnissen der Vormontagen und einer Simulation mit CAD dreidimensional an vorhandene Ist-Koordinaten erarbeitet und in ein Passfutter projiziert, mit dem der Toleranzausgleich erfolgt. – Eiffel ist es in hohem Maße gelungen, die enormen Anforderungen zur Einhaltung der Geometrien der geschraubten Kopfplattenstöße zu realisieren.

In Durban hat die Endmontage der Bogenelemente begonnen und die ersten Konturen der zukünftigen Bogenform sind erkennbar. Dank der hohen Passgenauigkeit der von Eiffel gelieferten Elemente wird die Bogenmontage Ende August beendet werden.

Aloys Kitte**Bauherr**

eThekwini Municipality, Durban

Architekten

gmp Architekten
von Gerkan, Marg und Partner, Hamburg
mit
lbhola Lethu Architects JV

Tragwerksplaner Dachkonstruktion

Schlaich Bergermann und Partner, Stuttgart

Generalunternehmer

Group Five, WBHO, Pandev JV

Auftragnehmer Stadionsdach

Pfeifer Seil- und Hebeteknik GmbH, Memmingen

Subunternehmer Stahlbogen

Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH,
Hannover

**STAHLBAU
LAMPARTER**

Internet:

Stahl-und-Glas.de

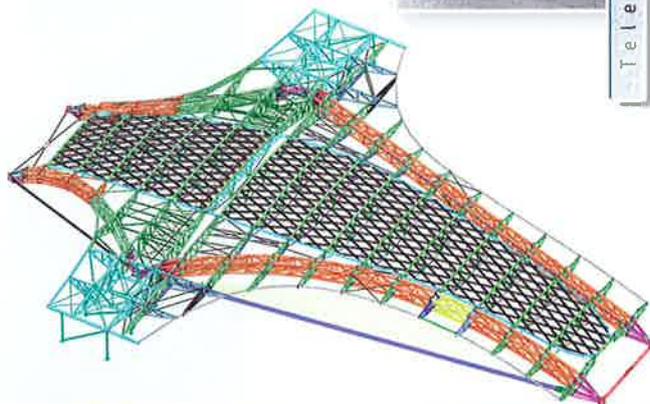
/Dach

/Flughafen

/Moskau-Scheremetjewo

KASSEL

Telefon 0561-95120-0



**STAHL UND GLAS SIND UNSERE BAUSTOFFE.
INDIVIDUALITÄT UNSER VORSPRUNG.**

STAHLBAU LAMPARTER hat sich auf die Projektierung und Realisierung von Glasobjekten spezialisiert. Mit Stahlbauprojekten behaupten wir uns schon seit über 60 Jahren erfolgreich am Markt. Das Geheimnis unseres Erfolges? Es ist die Verbindung von Erfahrung, Offenheit und Flexibilität mit der wir nutzenorientierte Lösungen für unsere Kunden schaffen. Besuchen Sie uns im Internet unter

www.Stahl-und-Glas.de



Seit 1947