

# Gateshead Millenium Bridge - die „zwinkernde“ Brücke

*Eckhard Kleber / Dorothee Führer*



Bild 1 – Gateshead Millenium Bridge (vorne)

## FACTS & FIGURES

### Baubeteiligte

Bauherr:	Gateshead Metropolitan Council
Tragwerksplanung:	Gifford Graham & Partner
Beratende Ingenieure:	Gifford und Partner
Architekten:	Wilkinson Eyre Architekten
Bauausführung:	Habour & General Volker Stevin
Stahlbau:	Watson Steel Limited
Mechanik und Elektrik:	Kvaerner Markham

### Finanzierung

Lottery funds der UK Millenium Kommission (ca. 50%)  
Gateshead Metropolitan Council (ca. 50%)  
Gesamtkosten: 22 Mio Pfund

### Awards

UK premier architectural award  
Stirling Prize for Building of the Year (RIBA) 2002  
Balthasar-Neumann Preis 2004

### Betrieb

Anzahl der Öffnungen / Schließungen:	bis zu 6000 / Jahr
Dauer des Öffnungsvorgangs:	4 Minuten (bei Windgeschwindigkeiten bis 14 m/s).
Betrieb bis Windgeschwindigkeit:	max. 25 m/s (Verlangsamte Öffnung)
Energiekosten pro Öffnung:	3,40 Pfund

## Konstruktion

### Dimensionen

Spannweite:	105 m (von Widerlager zu Widerlager)
Gesamtlänge:	126 m
Höhe des Fußgängerweges:	4,5 m über dem Fluss
Höchster Punkt:	50 m
Gewicht Stahl :	850 Tonnen
Gewicht Beton:	19.000 Tonnen

Durchmesser der Stahlseile:	48 mm
Anzahl der Stahlseile:	18
Seilabstand:	6 m
2 Fahrbahnen Fußgänger- und Radwegbrücke	

Radweg:	2,5 m (konstante Breite)
Querträger; Abstand:	3 m
Der Radweg liegt 30 cm tiefer als der Fußweg, die Brüstungen sind auf einer Höhe.	

### Gründung

Anzahl der Bohrpfähle:	14
Durchmesser:	1,5 m
Länge:	20 m

### Antrieb

Elektrisch betriebene Hydraulik-Pumpen	
Anzahl der Pumpen:	6
Leistung je Pumpe:	55 kW
Pumpen-Durchmesser:	45 cm

## DIE BRÜCKE



Bild 2 – „Bogen“

Die Gateshead Millenium Bridge über den Fluß Tyne ist eine Fußgänger- und Fahrradbrücke, die die Städte Gateshead und Newcastle verbindet.

Die Brücke besteht im allgemeinen aus einem Bogen (Bild 2) und der „Brücke“ mit Geh- und Fahrradweg (Bild 3) auf der die Fußgänger und Fahrradfahrer den Fluß überqueren.

Der Fuß- und Fahrradweg (Bild 3) liegt ca. 4,5 m über dem Wasser. Wenn nun ein Schiff unter der Brücke durchfahren will, muß diese erst um ca. 40° gekippt werden. Da die Brücke bei diesem Öffnungsvorgang wie ein sich öffnendes Auge aussieht, wird sie bei den Einwohnern der beiden Städte häufig einfach „The blinking eye“, die „zwinkernde“ Brücke genannt.



Bild 3 – „Brücke“

Unter der Brücke befindet sich eine ca. 30 m breite Fahrrinne in der die Schiffe die

Brücke unterqueren können. (Bild 9 - weiße Markierungen im Wasser)

## STATIK UND DYNAMIK



Bild 4 – Öffnungsvorgang

Mit Hilfe der Hydraulik-Pumpen wird die Brücke um ca.  $40^\circ$  gedreht, bis die Stahlseile sich in einer fast horizontalen Position befinden. (Bild 5)

Während dieser Bewegung wandert der Schwerpunkt der Gesamtkonstruktion über

den Drehpunkt, wodurch sich die Lasten in den Hydraulik-Zylindern von einer 10.000 kN Drucklast je Widerlager (3 Pumpen) in eine Zugkraft von 4500 kN umwandeln. Die Statik der Struktur wurde mit einem 3-dimensionalen FEM Model berechnet.



Bild 5 – geöffnete Brücke

Von besonderer Bedeutung war jedoch die Beurteilung des dynamischen Verhaltens aufgrund von Windeinwirkung, sowie der Benutzung durch Fußgängergruppen und der dynamischen Antwort der Struktur während dem Öffnen und Schließen der Brücke.

Hierzu wurden an der University of Western Ontario Windtunnelversuche mit einem aeroelastischen Modell durchgeführt. Bei diesen Versuchen war es wichtig die unterschiedlichen Öffnungswinkel der Konstruktion zu berücksichtigen.

## BAUABLAUF



Bild 6 – „Asian Hercules“

Der Bogen wurde in 9 Abschnitten hergestellt, die Brücke in 13 Abschnitten. Ursprünglich war vorgesehen, dass diese einzelnen Abschnitte getrennt zur Baustelle transportiert und neben der Baustelle zusammengesetzt werden. Die Brücke sollte dann mit 3 Kränen und der Bogen mit einem Kran aufgestellt und montiert werden. Das heißt, die Schweißarbeiten und das Spannen der Kabel sollten über dem Fluss stattfinden.

Um jedoch die Arbeiten auf der Baustelle und die Zahl der benötigten Kräne zu reduzieren, wurde stattdessen ein „lift-in-one“-Plan erstellt. Danach wurden die Brücke und der Bogen schließlich auf einem 10 km flussabwärts entfernten Gelände montiert und dann mit einem schwimmenden Kran mit einer Tragkraft von 3200 t, dem „Asian Hercules“ (Bild 6),

Das Ergebnis waren mäßige Erregungen der Struktur aufgrund von Wirbelbildung, die die Stabilität der Brücke bei Windgeschwindigkeiten bis 60 m/s bestätigten.

Weiterhin war es notwendig dynamische Analysen durchzuführen, um die Erregung der Brücke in vertikaler Richtung, wie sie durch einzelne Fußgänger und durch Fußgängergruppen erzeugt wird, beurteilen zu können.

Die Brücke besitzt eine Eigenfrequenz von 2.6 Hz, die die Erregung durch Fußgänger nicht erreichen wird. (Resonanzfall)

zur Baustelle transportiert. Der Hauptgrund für diese Entscheidung war, neben signifikanten Vorteilen für den Bauablauf, die Tatsache, dass dadurch die Risiken vermieden wurden, die durch die Montage über dem Fluss entstehen.



Bild 7 – Konstruktion des Bogens

Der Bogen wurde auf einer exakt angepassten Unterkonstruktion zusammengesetzt (Bild 7). Nach dem Zusammenschweißen des Bogens wurden die Stahlseile montiert und der Bogen gegen eine Säule gelehnt aufgestellt. (Bild 8)



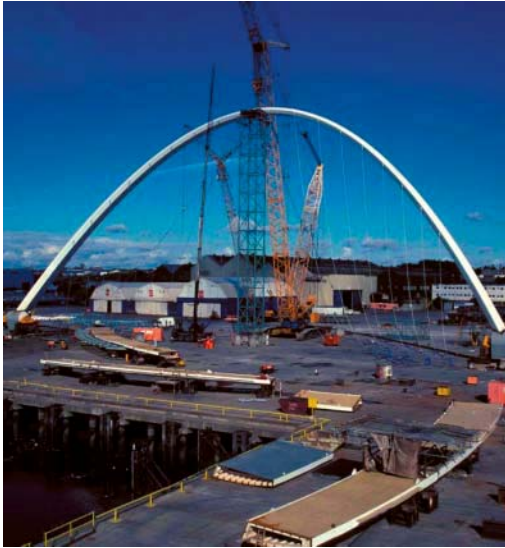


Bild 8 – aufgestellter Bogen während der Konstruktion

Als nächstes wurde die verwindungssteife Unterkonstruktion der Brücke und der übrige Brückenaufbau vor dem aufgestellten Bogen zusammengeschweißt und mit dem Bogen verbunden. Anschließend wurde die Gesamtkonstruktion mit ihrer Längsachse parallel zum Flusslauf mit dem schwimmenden Kran flussabwärts zur Baustelle transportiert. (Bild 9)



Bild 9 – Transport der Brücke zur Baustelle

Die Brücke wurde auf dem Fluss gedreht und millimetergenau in ihre Position gebracht.

Während der folgenden 2 Monate wurde die Brücke umfangreich getestet und

Abschließend mussten nun noch die Hydraulikpumpen, ebenso wie die Brückenoberfläche und die Geländer und Bänke angebracht werden.

schließlich am 07. Mai 2002 feierlich von Königin Elisabeth eröffnet.

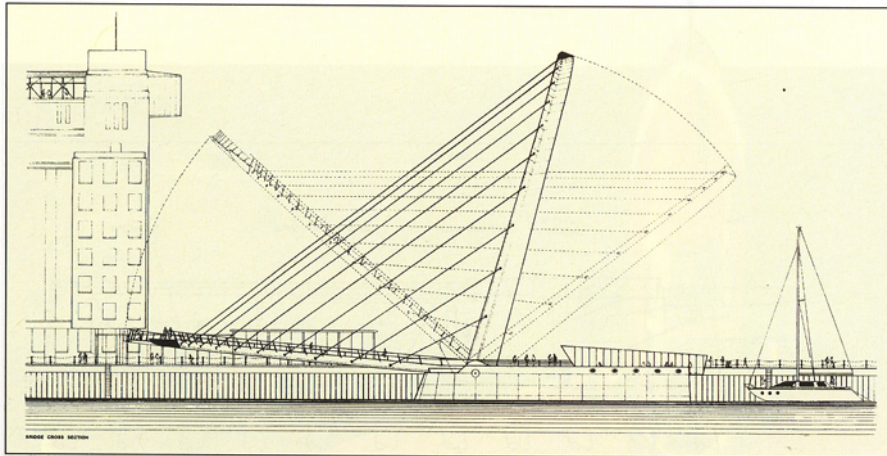


Fig. 2. Side elevation, open and closed.

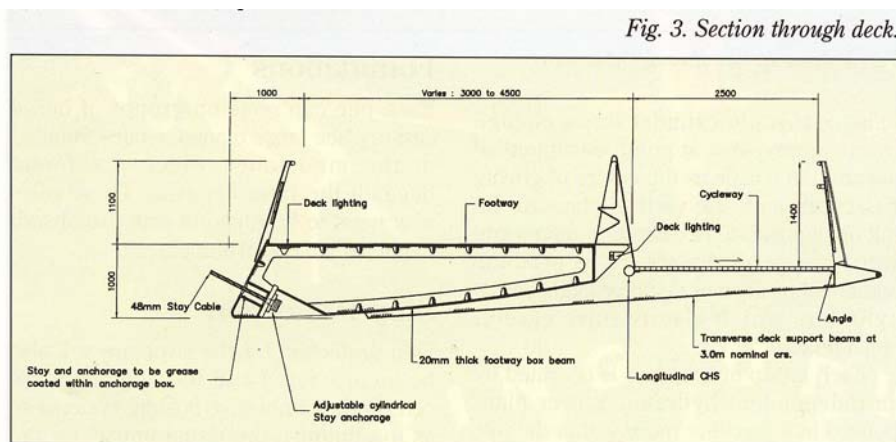


Fig. 3. Section through deck.

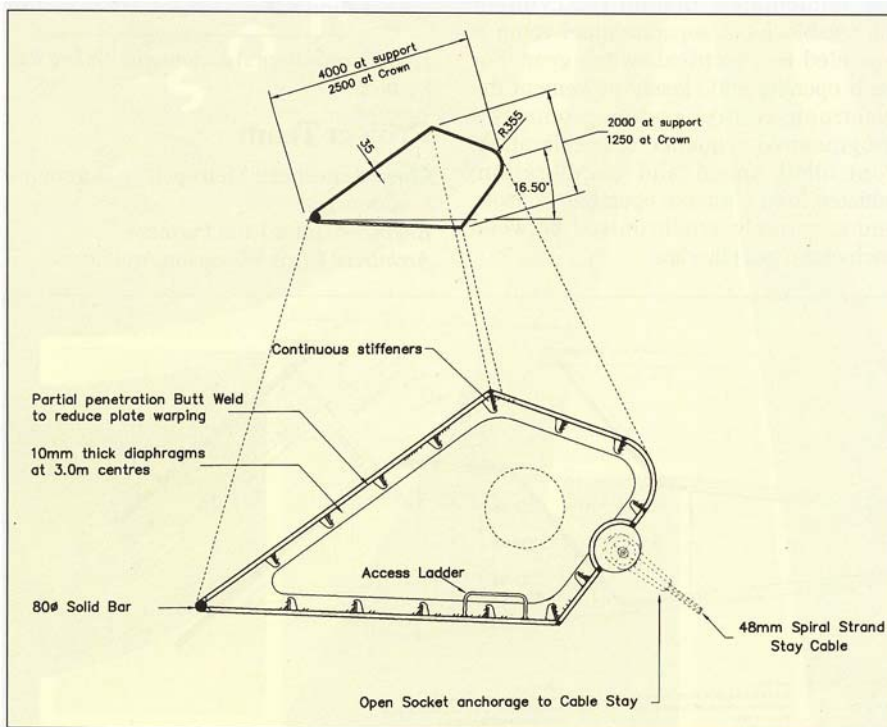


Fig. 4. Section through arch.