

Afrikas größte Hängebrücke

Maputu-Katembe Brücke, Mosambik

Autoren: Joern M. Seitz, Andreas Raftis



Abb. 1 (Bild oben)
Maputu-Katembe Brücke zur
Eröffnung im November 2018

Abb. 2 (Bild gegenüber)
Vorlandbrücke Süd nach der
Fertigstellung im November
2018

Der nationale Masterplan Mosambiks zum Ausbau der Infrastruktur sieht eine Verbindungsstraße von der Hauptstadt Maputo über Swasiland bis nach Südafrika vor. Der spektakulärste Baustein dieser Verbindung ist die im November 2018 eröffnete Maputo-Katembe Brücke, die den Hafen und die Bucht vor Maputo überspannt. Die Brücke ist die längste Hängebrücke Afrikas, wobei die nördliche Vorlandbrücke teilweise und die südliche vollständig aus vorgespannten Stahlbetonfertigteilen erstellt wurden.

Die Ausführung und das Design erfolgten durch die China Road and Bridge Corporation (CRBC) mit Sitz in Peking (China), eines der größten Bauunternehmen der Welt. Die ganzheitliche Qualitätsüberwachung aller Arbeiten und die Prüfung des Designs lagen in der Verantwortung der GAUFF GmbH & Co. Engineering KG aus Nürnberg. Der Bau erregte weltweit Interesse, denn die Brücke ist ein Schlüsselprojekt mit Signalwirkung: die erste große von Chinesen gebaute Brücke außerhalb Asiens.

Die Hauptbrücke in 60 m Höhe über dem Wasserspiegel hat eine Pylonhöhe von 137 m und 138 m und eine Spannweite von 680 m. Auf der Südseite wurde die 1.234 m lange Vorlandbrücke aus 30 m und 45 m langen Stahlbetonfertigteilen gebaut. Bedingt durch das Hafengelände, Industrieanlagen, öffentliche Verkehrsstraßen und die schwierige Topografie wurde die geneigte und gekrümmte Vorlandbrücke auf der Nordseite überwiegend im Freivorbau erstellt. Bei einer

Länge von 1.097 m wurden dabei auch acht Felder mit 30 m langen Stahlbetonbauteilen eingesetzt.

Baufirma und beratende Ingenieure

Finanziert wurde das Projekt durch Banken aus China. Bauherr war die eigens dafür vom mosambikanischen Staat gegründete „Empresa de Desenvolvimento de Maputo Sul, E.P.“ (EDMS), die 2011 den EPC-Vertrag nach FIDIC mit der CRBC unterzeichnete. Neu für ein Projekt dieser Größenordnung ist die direkte Zusammenarbeit einer der größten chinesischen Baufirmen und eines Deutschen Consultant in der Qualitätskontrolle sowie auch in Teilen der Bauüberwachung und Designüberprüfung; dieses ist alles definiert unter dem Sammelbegriff „Qualitätskontrolle“. Das spiegelt auch die beiden Leitgedanken des Projektes wider: „Quality Matters Most“ und „Focus on Safety“. Die statische und dynamische Berechnung der drei in ihren Bauweisen unterschiedlichen Brücken folgte chinesischen Standards. Der Vergleich des statischen Konzeptes mit dem Eurocode – die sogenannte „Verification“ – war eine Vorgabe des mosambikanischen Bauherrn und aufgrund der technischen Regeln der südlichen Staaten von Afrika auch zwingend erforderlich.

Qualitätsüberwachung

Der Vertrag zur Qualitätsüberwachung durch GAUFF Engineering wurde als eigenständiges Service Agreement unter Einflussnahme des Bauherrn verfasst. In



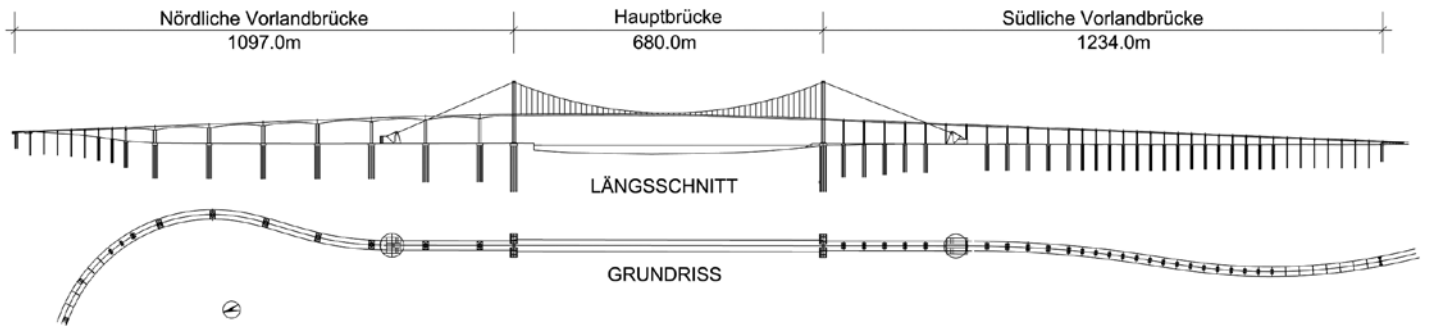


Abb. 3 Grundriss und Seitenansicht der Gesamtbrücke

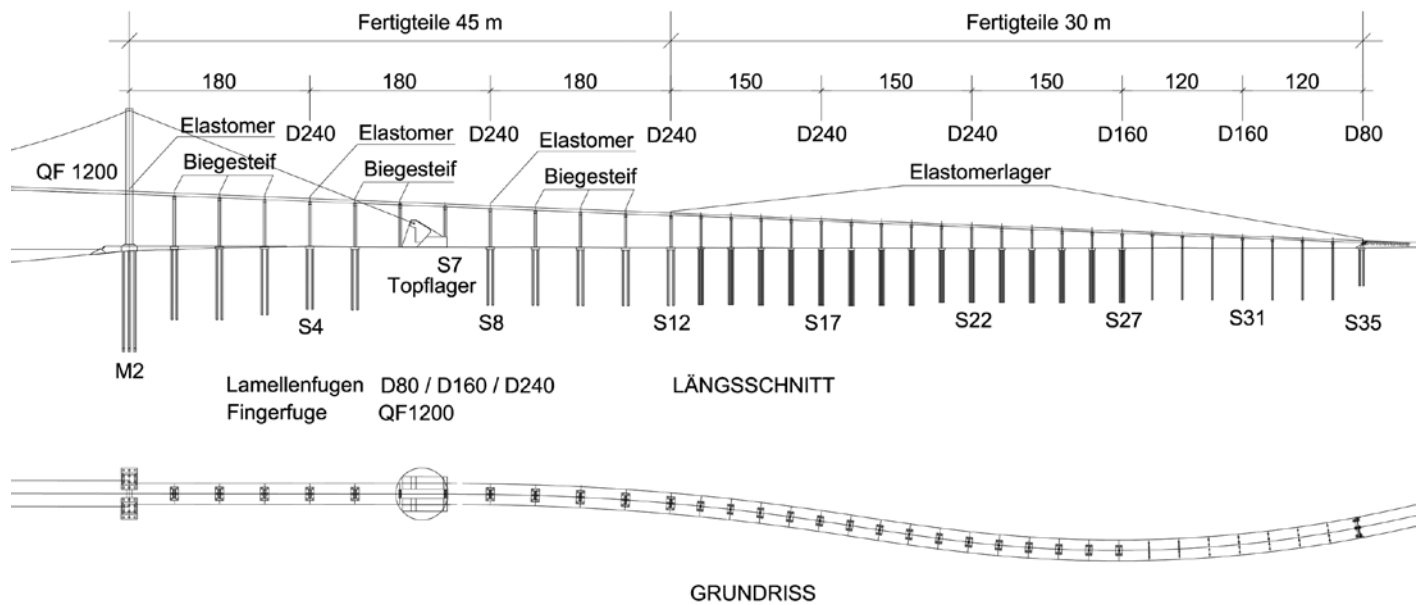


Abb. 4 Grundriss und Längsschnitt der südlichen Vorlandbrücke mit Details



diesem wurde das umfassende Leistungsspektrum definiert: Designüberprüfung, Eignungsversuche der Betone mit den Materialprüfungen der Zuschlagstoffe, Bauwerksvermessung, Baustofftechnologie, in Teilen Bauüberwachung und -abnahmen, Arbeitssicherheit, Öffentlichkeitsarbeit, Schulungen sowie Ausarbeitung des Planes für das Projekt- und Baustellenmanagement.

Auch der Abschlussbericht der gesamten Brückenbaumaßnahme im Rahmen der Übergabe an den Bauherrn wurde von GAUFF Engineering verantwortet. Gemeinsam mit dem Bauherrn EDMS und der CRBC wurde außerdem ein Quality Management Plan (QMP) erstellt. Dieser regelte sämtliche Einzelschritte für die Abnahmen.

Technische Themen

Die Überwachung dieses Projekts deckte alle Bereiche ab – von den Gründungen, Erdbau, Stahlbetonbau, Seileinbau bis hin zum Stahlbau für die Fahrbahn der Hängebrücke. In Spitzenzeiten war die Baustelle mit ca. 3.000 Mitarbeitern aus Mosambik und 600 Chinesen besetzt.

Die Maputo-Katembe Brücke beginnt im Norden auf einem un bebauten Hang mitten in der Stadt, von dem aus sie über Brücken und Rampen an das vorhandene Straßennetz angebunden wird. Um die erforderliche Durchfahrts Höhe von 60 m über der Bucht zu erreichen, waren beidseitig lange Vorlandbrücken erforderlich, die aufgrund der örtlichen Gegebenheiten in unterschiedlichen Bauweisen errichtet wurden.

Vorlandbrücke Nord (Maputo)

Die ersten acht Spannweiten der Brücke an der nördlichen Auffahrt betragen 30 m. Sie werden mit vorgespannten Fertigteilträgern überwunden. Unter Berücksichtigung der bestehenden städtischen und industriellen Bebauung wurde der weitere Stützenabstand auf dann 119 m festgelegt. Diese Abschnitte wurden im Freivorbau realisiert.

Die für die nördliche Vorlandbrücke erforderlichen 60 Stück vorgespannter T-förmiger Fertigteile aus Spannbeton mit einer Länge von je 30 m wurden in einer eigens dafür errichteten Fertigungsstätte auf der Baustelle hergestellt. Der Überbau, der in den ersten drei Feldern aus jeweils fünf parallel liegenden Trägern besteht, wurde auch im Bereich der beiden ersten Brückenpfeiler N1 und N2 in Längsrichtung monolithisch verbunden und als Durchlaufträger bemessen – ebenso die Auflager zwischen dem dritten Pfeiler N3 bis zum achten Pfeiler N8. Als Auflager an den Stützen wurden Elastomerlager verwendet. Bei den inneren Auflagern der Durchlaufträger können die auftretenden Kräfte dann durch die Eigenverformung der Lager sowie auch durch die Biegung der Stützen aufgenommen werden. Die Endauflager hingegen wurden gleitend ausgebildet. Die Fahrbahnübergänge sind Lamellenfugen mit einem Bewegungsspielraum von 80 mm, 160 mm und als Übergang zur Freivorbaubrücke von 320 mm beim achten Brückenpfeiler.

Hängebrücke

Die 680 m breite Hafeneinfahrt wurde mit einer klassischen Hängebrücke aus Stahl überspannt. Die Zugkräfte der Hauptkabel werden jeweils über massive Schwerge-

Abb. 5 (Bild oben)
Bewehrungsarbeiten für die 45 m langen Stahlbetonfertigteile in der Fertigungsstraße auf der Südseite



Abb. 6 (Bild gegenüber)
Verankerungsblock für die
Hauptseile der Hängebrücke

wichtsankerblöcke auf der Nord- sowie Südseite über tiefe Schächte in den Untergrund abgetragen.

Vorlandbrücke Süd (Katembe)

Aufgrund der im Bereich der Brücke spärlich besiedelten Südseite in Katembe konnten die Stützenabstände auf 30 m und auf 45 m bemessen werden. Dies ermöglichte eine kostengünstige und einfache Ausführung aus vorgespannten Fertigteilträgern.

Vorgespannte Fertigteilträger

Auf der nördlichen sowie südlichen Vorlandbrücke kamen die vorgespannten T-förmigen Stahlbetonfertigteilträger mit einer Länge von 30 m beziehungsweise 45 m zum Einsatz. Diese wurden in den jeweils eigens dafür errichteten Produktionsstätten im Baustellenbereich hergestellt. Die 30 m langen T-Träger weisen eine Höhe von 2 m und eine Breite von 1,60 m auf.

Die 45 m langen Träger wurden dagegen mit einer Höhe von 3 m bemessen. Um die auftretenden Torsionskräfte aufnehmen zu können, wurden quer zur Fahrtrichtung jeweils fünf bzw. sieben Querwände eingeplant. Die in China hergestellte Stahlschalung besteht aus einzelnen Segmenten mit Einzellängen von bis zu 3,50 m und dementsprechenden Pass- und Endstücken.

Bei den Vorspannarbeiten für die Fertigteilträger war es besonders wichtig, bei den praktischen Prüfungen einen Vergleich der chinesischen Spannvorschriften mit dem Eurocode zu erarbeiten und eine kontinuierliche Übersicht über die Abweichungen bei jedem einzelnen Spannvorgang zu erhalten. Die Prüfungen erfolgten nach den chinesischen Regeln und gleichzeitig nach dem Eurocode.

Um durch das gleichmäßige Längsgefälle von 4 % und die gewählten Spannweiten die erforderliche Höhe zur Überfahrt zu erreichen, waren 34 Stützen sowie ein Widerlager erforderlich.

Die ersten fünf Stützen S1 bis S5 mit einer Länge bis 50 m sind in ihren Außenabmessungen 9 m x 2,80 m. Innen sind sie hohl, haben eine Wandstärke von 50 cm und in halber Höhe eine Queraussteifung. Die sieben Stützen S6 bis S12 sind baugleich, aber in ihrer Breite auf 2,50 m reduziert. Die Stützen S13 bis S27 hingegen sind rechteckig und massiv ausgebildete Betonstützen mit Abmessungen von 8 m x 1,80 m gefolgt von den sieben verbleibenden Stützen S28 bis S34, die ebenfalls massiv mit jeweils vier runden Säulen mit einem Durchmesser von 1,40 m gebaut wurden.

Um die erforderliche Auflagerbreite des 20,88 m breiten Überbaus zu erreichen, sind die Stützen mit einem Stützenkopf versehen, der auch – wie bei der nördlichen Vorlandbrücke – in Querrichtung vorgespannt werden musste.

Überbau und statisches System

Der Überbau der 45 m langen Träger wurde in drei Abschnitte zu je 4 x 45 m unterteilt, jeweils als Durchlaufträger ausgebildet und zusätzlich als Rahmen bemessen. Die Verbindung zwischen den Stützen und den Fertigteilträgern wurde monolithisch hergestellt. Bei den Stützen S4, S8 und S12 jedoch sind die Träger auf Elastomerlager aufgesetzt und die Fahrbahn mit Dehnfugen ausgerüstet. Eine Besonderheit stellt die Stütze S7 dar. Diese ist nicht nur auf dem südlichen Ankerblock positioniert, sondern auch um 10 m kürzer als die benachbarten Stützen. Aus diesem Grund ist der Überbau auf Topflagern gelagert, um die Aufnahme horizontaler Bewegungen zu ermöglichen.

Der Überbau mit den 30 m langen Spannweiten wurde in drei Abschnitte zu je 5 x 30 m sowie in zwei Abschnitte mit 4 x 30 m unterteilt und ebenfalls als Durchlaufträger bemessen. Für die Auflager der vorgespannten Stahlbetonträger wurden an jedem Stützenkopf Elastomerlager verbaut. Diese mussten bei den Endauflagern gleitend ausgebildet werden. Die Fahrbahnübergänge der südlichen Vorlandbrücke wurden ebenfalls mit Lamellenfugen versehen, die je nach Überbaulänge bis zu 240 mm Bewegung zulassen.

Der Überbau besteht aus jeweils neun nebeneinanderliegenden vorgespannten Fertigteilträgern. Für die ersten zwölf Felder waren insgesamt 108 Stück der 45 m langen Träger erforderlich, gefolgt von 23 Feldern mit 207 Trägern von je 30 m Länge. Letztere weisen eine Höhe von 2 m mit einer Breite von 1,60 m auf, wobei die 45 m langen T-Träger mit einer Höhe von 2,70 m bemessen wurden. Zusätzlich sind, um die auftretenden Torsionskräfte aufnehmen zu können, quer zur Fahrtrichtung jeweils fünf bzw. sieben Querwände eingezogen.

Fazit

Die Maputo-Katembe Bridge ist nicht nur ein außergewöhnliches Bauwerk, das eine zukunftsweisende Verbindung zwischen Mosambik und Südafrika schafft, sondern sie gehört auch zu den bedeutendsten Infrastrukturmaßnahmen der vergangenen Jahre in Afrika. Ermöglicht durch eine Finanzierung aus China trägt sie zur Unterstützung und Weiterentwicklung der lokalen und überregionalen Wirtschaft bei. Das Gesamtvorhaben inkl. ca. 180 km Anschlussstraßen Richtung Süden kostete rund 725 Mio. USD. Schon in den ersten Monaten nach der Eröffnung wurden sämtliche optimistischen Verkehrsprognosen für die Brücke übertroffen. Die erfolgreiche Verwirklichung des Projektes gründete auf zwei Säulen: zum einen auf der akribischen Umsetzung vieler Details, vom Design bis hin zur Bauausführung nach chinesischen Maßstäben, und zum anderen auf europäischer Genauigkeit gepaart mit chinesischer Gelassenheit – ein goldener Mittelweg über eine große Brücke!

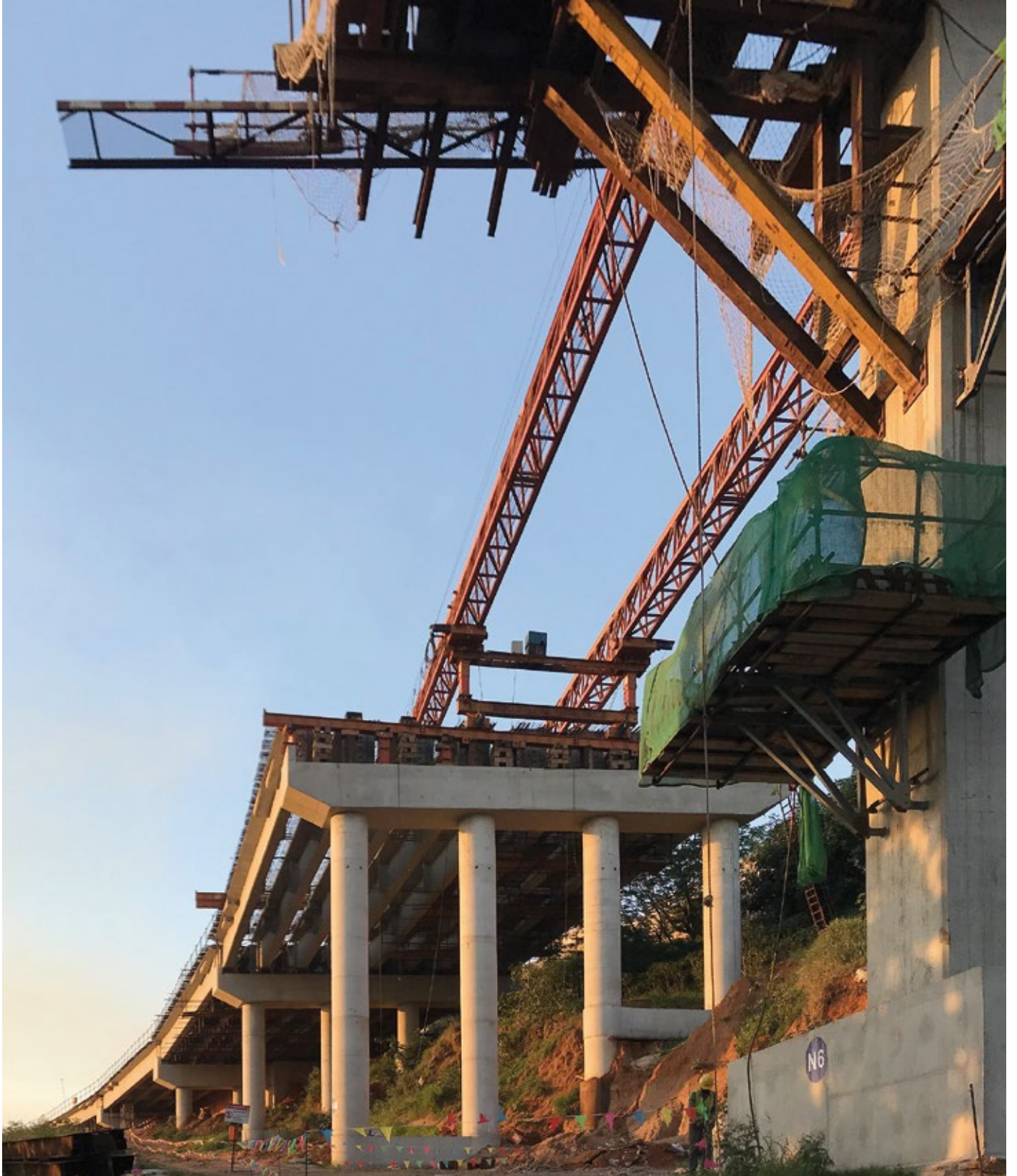




Abb. 7 (Bild gegenüber)
Verlegearbeiten der 30m langen Stahlbetonträger bei den ersten acht Feldern der nördlichen Vorlandbrücke

Abb. 8 (Bild links)
Blick vom Südpylon auf die Stützen der Vorlandbrücke vor der Installation der Stahlbetonfertigteile

Fotos:
GauFF Engineering

Bautafel

Objekt Maputo-Katembe Brücke, Mosambik
Bauherr Republik Mosambik
Architekt & Baufirma China Road and Bridge Corporation, China
Qualitäts- und Bauüberwachung GAUFF GmbH & Co. Engineering KG, Deutschland

Joern Seitz studierte Bauingenieurwesen an der TH Darmstadt und war weltweit in vielfältigen herausfordernden Bauprojekten als Projektleiter und Geschäftsführer im Einsatz. Für GAUFF Engineering ist er seit 2015 tätig und verantwortete die Maputo-Katembe Brücke als Projektdirektor. Nach erfolgreicher Fertigstellung der Brücke betreut er seit März 2019 ein Hafenprojekt in Kampala, Uganda. Er ist Mitglied der Ingenieurkammern in Baden-Württemberg und Bayern.

Andreas Raftis studierte Medientechnik an der Hochschule Mittweida und war danach in verschiedenen Projekten - u.a. dem Transrapid-Projekt in München - als Öffentlichkeitsarbeiter und Clustermanager tätig. Seit 2010 verantwortet er die Public Relations der GAUFF Gruppe in Nürnberg.

