

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 128 (2002)
Heft: 45: Bernina - Bankok

Artikel: Neue Schrägseilbrücke in Bankok
Autor: Langweiler, Roy / Kaufmann, Eric
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-80503>

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: 01.04.2025

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

Neue Schrägseilbrücke in Bangkok

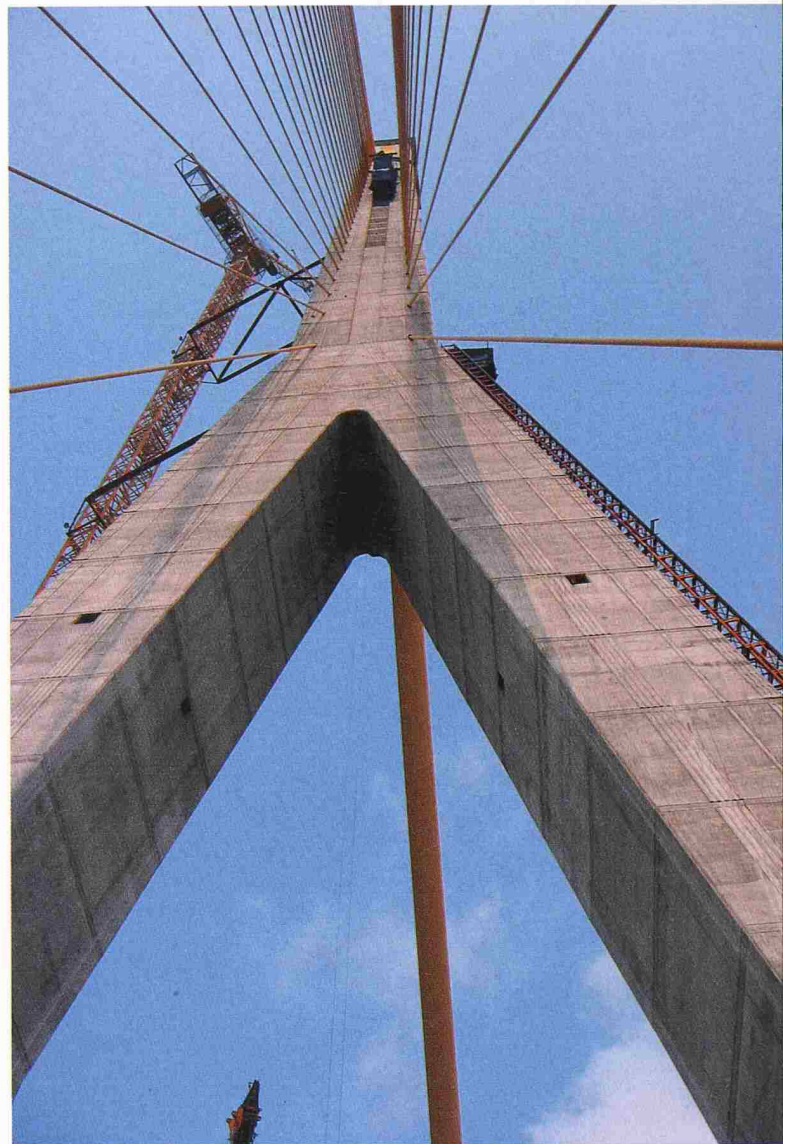
Im Mai dieses Jahres wurde die Rama-VIII-Schrägseilbrücke (benannt nach dem Vorgänger und verstorbenen Bruder des thailändischen Königs) über den Chao Praya River in Bangkok dem Verkehr übergeben. Eine ausgeklügelte Koordination der Arbeitsabläufe ermöglichte ihre Fertigstellung innert lediglich drei Jahren.

Die neue Brücke ist die jüngste Überquerung des Chao Praya River ins Zentrum von Bangkok und soll den täglichen Verkehrsstau auf der nahen Pinklao-Brücke reduzieren helfen. Sie verfügt in jeder Richtung über zwei Fahrspuren, eine separate Fahrspur für Motorräder sowie einen Gehsteig. Die 475 m lange Schrägseilbrücke, die den Fluss mit einer Hauptspannweite von 300 m überquert, ist asymmetrisch, mit einem einzelnen Pylon, der auf der Thonburi-Seite des Flusses am Ufer platziert ist (Bild 1). Damit ist sie eine der längsten Einzel-Pylon-Schrägseilbrücken der Welt. Gebaut wurde sie von einer Unternehmer-Arbeitsgemeinschaft bestehend aus einer thailändischen, einer chinesischen und einer Schweizer Bauunternehmung.

Pylon und Fahrbahnplatte

Der 159 m hohe Pylon in Form eines umgekehrten Y besteht aus Beton und weist hohle Kastenquerschnitte auf. Die äusseren Dimensionen betragen an der Spitze 5×7 m, bei der Kreuzung der Beine $7,5 \times 7$ m. Die Konstrukteure haben eine untypische Anordnung der Schrägseilverankerungen gewählt, indem sie diese sowohl für die Haupt- als auch für die Nebenspannweite in der zwei Meter dicken, flussseitigen Wand des Pylons platzierten (Bild 2). Dadurch werden die lokalen Biegemomente und Schubkräfte direkt aufgenommen. Andererseits garantiert die Hohlkastenausbildung die notwendige Steifigkeit und Stabilität für den hohen Turm.

Der Fahrbahnquerschnitt besteht in der Hauptspannweite aus Stahlrahmen und vorgefertigten Betonplatten. Die Brückenunterseite wird aus ästhetischen und

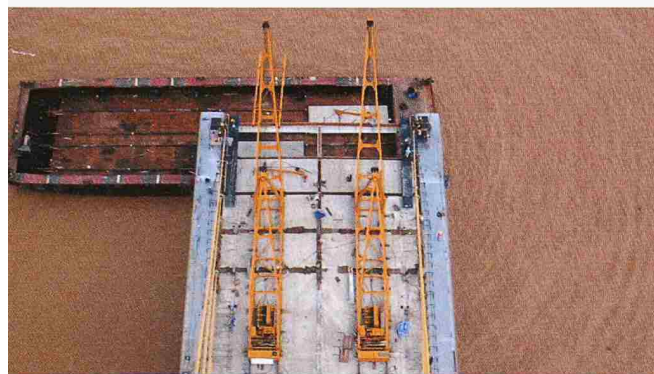


1

Ansicht der fast fertig gestellten Brücke flussaufwärts. Rechts die City von Bangkok. Die Hauptspannweite misst 300 Meter, die gesamte Länge der Brücke 475 Meter (Alle Bilder: Roy Lengweiler)

2

Pylon (äussere Abmessungen in der Mitte: $7,5 \times 7$ Meter) mit zwei Meter dicker flussseitiger Betonwand, in der die paarweisen Hauptschrägseile (oben im Bild) und auch die Rückhaltekel (unten, in einer Ebene) verankert sind



3, 4 und 5

Arbeitsschritte innerhalb eines 3-tägigen Montagezyklus:
**Anheben der eingeschifften Stahlrahmen (Gewicht 60 Tonnen).
 Montieren und Spannen der Hauptschrägseile. Einschiffen und
 Verlegen der vorfabrizierten Fahrbahnplatten auf dem Stahlrah-
 men und Vergiessen der Fugen zwischen den Fahrbahnplatten.
 Nachspannen der Schrägseile**

6

**Rechts: Längsschnitt mit Ansicht der Schrägseile. Rechts die
 halbfächerförmig angeordneten, paarweisen Hauptschrägseile,
 links die Rückhalte-kabel in Harfenanordnung. Der Abstand der
 Hauptschrägseil-Verankerungspunkte neben der Fahrbahn
 beträgt jeweils zehn Meter (Grafik: BBR)**

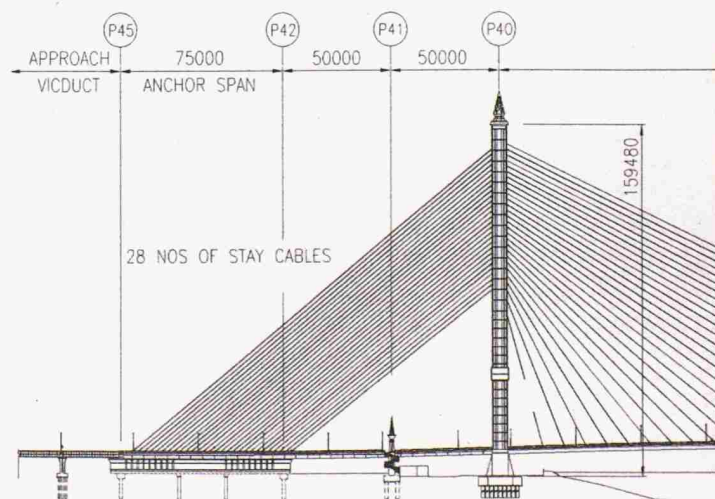
aerodynamischen Gründen mit Faserverbundwerkstoff-
 Paneelen verkleidet.

Die rückseitige Spannweite besteht aus zwei 50 m
 langen Ortbeton-Kastenträgern sowie aus dem 75 m
 langen Teilstück, in dem die Rückhalte-Spannkabel ver-
 ankert sind (Bild 6).

Bauprozess

Die Hauptspannweite wird mit der Freivorbaumethode
 erstellt und die Montagearbeit unterteilt in typische
 Montagezyklen, aus denen ein Baufortschritt von
 jeweils 10 m fertiger Fahrbahn resultieren. Jeder Zyklus
 ist unterteilt in mehr als 30 Arbeitsschritte. Zuerst wer-
 den Stahlrahmen von 29 x 10 m Grösse und 60 Tonnen
 Gewicht eingeschifft und angehoben. Nach der Monta-
 ge der zwei Hauptschrägseile (die den neu angefügten
 Stahlrahmen stützen) und des einen Rückhalteschräg-
 seils auf der anderen Seite des Pylons werden die vier
 vorfabrizierten Fahrbahnplatten aus Beton mit einem
 Gewicht von je 30 Tonnen versetzt und die Fugen ver-
 gossen (Bilder 3 bis 5).

Im Streben nach einem effizienten Bauablauf führten
 die beteiligten Firmen (Schrägseile, Fahrbahn und
 Konstruktionsingenieur) eine Optimierungsphase
 durch. Dabei wurde versucht, die Anzahl der parallel
 möglichen Arbeitsschritte zu maximieren, diejenige der
 hintereinander folgenden jedoch zu minimieren. Zu-
 sätzlich mussten die gewöhnlich starken Monsun-
 Regenfälle, die gewisse Arbeitsschritte erschweren,
 berücksichtigt werden. Es gelang schliesslich, einen
 Arbeitsrhythmus einzurichten, der es erlaubte, einen
 vollständigen Zyklus in drei Tagen abzuwickeln. Im
 Spitzenmonat konnte so ein Baufortschritt von 90 m
 erreicht werden, und die gesamte Bauzeit für die
 Hauptspannweite von 300 m betrug lediglich fünf
 Monate. Dabei hat sich im Rückblick gezeigt, dass die
 Installation der Schrägseile entgegen anfänglicher
 Befürchtungen im Bauprozess nie kritisch war.



Schrägseile

Die 56 Hauptschrägseile sind in 28 Paaren halbfächerförmig angeordnet und zwischen 65 m und 325 m lang. Jedes besteht aus 15 bis 29 hochfesten siebendrahtigen Stahllitzen von je 15 mm Durchmesser. Die Hauptschrägseile sind mit ihren unteren Endpunkten an den Rändern der Fahrbahn verankert. Die 28 Rückhalte-kabel hingegen liegen in einer vertikalen Ebene in der Mitte der Fahrbahn und sind harfenförmig angeordnet. Sie werden in einem Ankerbalken gehalten, der in der Mitte der Fahrbahn verläuft. Er ist, um den hochhebenden Kräften der Rückhalte-kabel zu widerstehen, teilweise mit Ballast gefüllt.

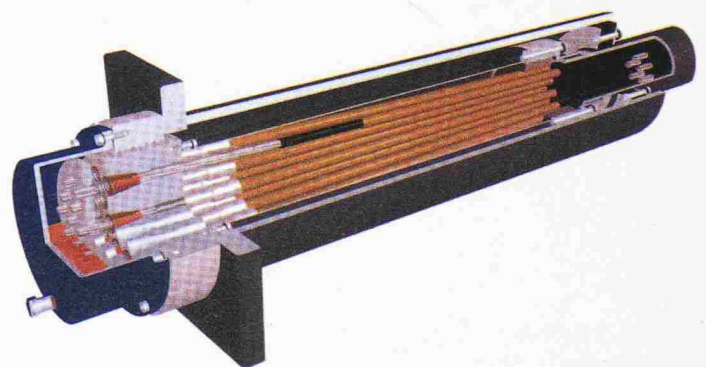
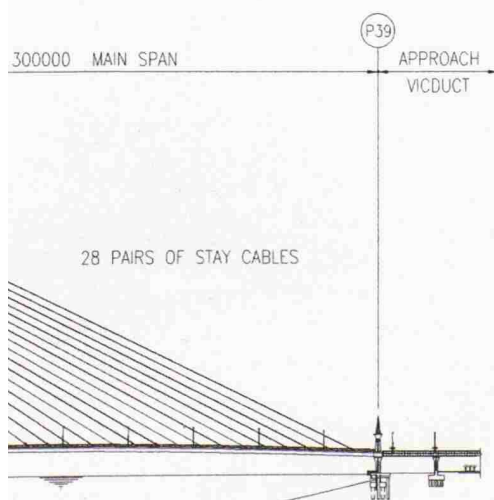
Für die Schrägseile wurde ein Multi-Litzen-System gewählt, das auf der Baustelle Litze für Litze zusammengebaut wird (Bilder 7 und 8). Die hochfesten Litzen sind gewachst und mit PE beschichtet. Jedes Seil ist in den Ankerköpfen individuell gesichert durch dreiteilige Keile. Bild 9 zeigt den Aufbau der Verankerung mit Ankerplatte, Ankerkopf und einem Stahlrohr. In diesem werden die Litzen zu einem kompakten Kabel gebündelt, indem jede in einem separaten Führungsröhrchen läuft. Der Hohlraum zwischen den PE-Führungsröhrchen wird mit Vergussmörtel gefüllt. Diese Technik erlaubt es, die Ankerteile in der Fabrik zusammenzustellen und sie vorgängig im Pylon einzubetonieren bzw. in der Stahlstruktur der Fahrbahn zu integrieren. Die Schrägseilhüllen hingegen bleiben unverfüllt, damit die Litzen später einzeln ausgewechselt werden können.

Die Schrägseile werden mit der so genannten «Unstressed Length»-Methode installiert und gespannt. Dabei werden alle Litzen eines Kabels mit einer Genauigkeit von ± 2 mm abgelängt. Beim Installieren und Spannen werden die Litzen dann (jede einzeln) auf exakt die gleiche Länge gezogen. Es hat sich in Versuchen gezeigt, dass die resultierenden Spannkraften bei diesem Verfahren höchstens 1,5 % von einem vorgegebenen Mittelwert abweichen. Zulässig wären Abweichungen bis 2,5 %.



7 und 8

Die Schrägseile werden Litze für Litze eingezogen. Ein Schrägseil besteht aus 15 bis 29 Litzen mit einem Durchmesser von je 15 mm. In Bild 7 hängt das leere Hüllrohr noch ungespannt durch



9

Verankerung der Schrägseile. Die Litzen werden einzeln in der Ankerplatte verankert, mittels Führungsröhrchen gebündelt und gehen dann über den Dämpfer in die gelben Hüllrohre. Links sind die Verankerungskeile sichtbar, die die Litzen in der Ankerplatte festhalten (Grafik: BBR)

Dämpfungselemente für Schrägseile

Verglichen mit anderen Brücken sind bei der Rama VIII relativ kleine Hüllendurchmesser vorgesehen, was, zusammen mit an der Aussenseite helixförmig angeordneten Rippen, das Risiko von unerwünschten, Wind-Regen-induzierten Schwingungen verringert. Darüber hinaus werden in allen Spannkabeln Dämpfer installiert. Es kommen zwei Typen zum Einsatz:

- Typ Standard Neopren Donut für die kurzen Hauptschrägseile und alle Rückhalteketten
- Speziell entwickelte Sylo-Dämpfer für die langen Hauptschrägseile.

Für die Berechnung der Dämpfungsfähigkeit wird ein Kabel von 269 m als typisch ausgewählt. Gemäss den spezifizierten Anforderungen, die auch lokalen Gegebenheiten Rechnung tragen, soll der äquivalente viskose Dämpfungskoeffizient des Kabels 0,34 % betragen, was einem logarithmischen Dämpfungskoeffizienten von 2 % entspricht. Im Labor und auf der Baustelle werden diese Werte überprüft und mittels Versuchen viskose Dämpfungswerte im Bereich zwischen 0,25 % und 0,55 % ermittelt.

Damit und mit den oben genannten Massnahmen kann auf sekundäre Seilverspannungen verzichtet werden.

Roy Lengweiler, Projektmanager für die Rama-VIII-Brücke, BBR Systems Ltd. (Partnerunternehmen in der Arbeitsgemeinschaft). royleng@ksc.th.com.
Eric Kaufmann, Entwicklungs- und Projektgenieur Schrägseile, BBR-Systems Ltd.

Ankertest

Am CTL Laboratory in Chicago wurde für das Projekt ein Test gemäss den PTI Recommendations for Stay Cable Design durchgeführt. Spezifiziert wurde ein Seil mit 73 Litzen und einer nominalen Bruchkraft von 19 500 kN. Die Versuchsparameter lauteten:

- Obere Lastgrenze: 45 % von Streckgrenze (UTS = 797 MPa (119,5 kN/Litze)
- Ermüdungsstressamplitude: 160 MPa (24,0 kN/Litze)
- Lastwechsel: 2 Millionen Zyklen mit 1,0 Hz

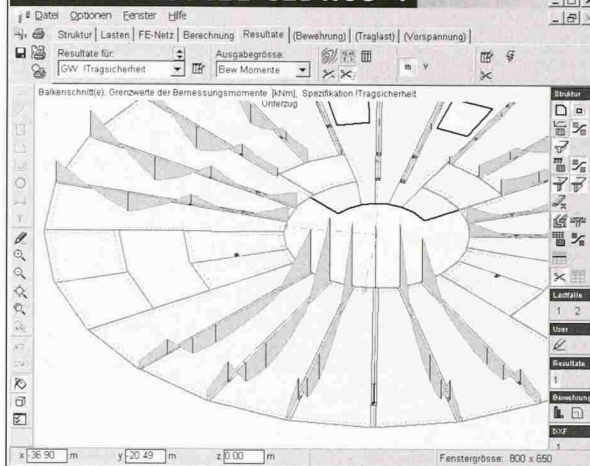
Akzeptanzkriterien:

- Nicht mehr als 2 % der Einzeldrähte dürfen versagen, also höchstens 10 von total 511 Drähten (73 Litzen zu je 7 Drähten).

- Kein Versagen irgendeiner Komponente der Verankerung.
- Im abschliessenden Zugfestigkeitstest sollte das Versuchskabel eine Mindestzugfestigkeit aufweisen von 95 % der garantierten Zugfestigkeit, was 18 400 kN entspricht. Diese Anforderungskriterien wurden in den Tests alle erfüllt. Es gab keinen Drahtbruch im Ermüdungsversuch, kein Versagen in der Verankerung, und im abschliessenden Zugversuch wurden 98 % der garantierten Zugfestigkeit erreicht.

Leistungsfähige und benutzerfreundliche Software für den Bauingenieur

ZUM BEISPIEL CEDRUS-4



CUBUS AG | EGGBÜHLSTRASSE 20 | POSTFACH 8052
ZÜRICH | TEL 01 305 30 30
FAX 01 305 30 35 | E-MAIL cubus@cubus.ch
INTERNET <http://www.cubus.ch>

EIN KLARES + VIELFÄLTIGES LICHT- WERKZEUG: RHO

«red dot – best of the best»
und «DesignPlus» 2002

LRG. Licht + Raum AG
Hinterer Schermen 44
CH-3063 Ittigen
Tel. +41 (0)31 924 77 88
Fax +41 (0)31 924 77 80
LRG@bluewin.ch

LICHT+RAUM
EINLEUCHTENDE KONZEPTE

Wenn die Zeit drängt

Zwei in Dimension und Aufgabenstellung ganz unterschiedliche Brückenprojekte haben uns in der vorliegenden Ausgabe von tec21 beschäftigt. Wobei ihnen doch etwas gemeinsam ist: Beide mussten unter grossem Termindruck fertig gestellt werden und zeigen exemplarisch die zunehmende Wichtigkeit des Faktors Zeit im Bauprozess. Terminsteuerung und -überwachung gehören zu denjenigen Teilaufgaben der Planung, denen heute ein immer grösseres Gewicht zukommt.

Unser erster Beitrag handelt von der Bahnlinie, die vom Engadin über den Berninapass hinunter ins Puschlav führt und auf dieser Reise bautechnisch schwierige Rutschhänge durchquert. Bereits in den 60er-Jahren wurde ein Tunnel infolge von Hangbewegungen eingedrückt und musste daraufhin ersetzt werden. Bei verschiedenen Brücken machten sich Zwängungen bemerkbar, die durch langsam talwärts rutschende Widerlager entstanden. So hatte sich auch die Steinbogenbrücke Cavagliasco II von blossem Auge sichtbar aufgewölbt, und zwar so weit, dass geplant war, sie im Herbst dieses Jahres zu ersetzen. Die Planungsarbeiten dazu waren auch bereits im Gange, als sich im Sommer die Ereignisse zu überstürzen begannen. Die schon längere Zeit vorhandenen Risse in der Brücke hatten sich in kurzer Zeit stark ausgeweitet. Die Überfahrt wurde schliesslich so gefährlich, dass am Abend des 15. Juli eine Total-sperrung angeordnet werden musste. Keine leichte Entscheidung am Anfang der Hochsaison, wo dies für die Rhätischen Bahnen einen wöchentlichen Einnahmehausfall von rund 400 000 Franken bedeutete. Eine schnelle Lösung, irgendeine, musste gefunden werden. Wie in praktisch unzugänglichem Gebiet und in kurzer Zeit die über 30 Meter lange Eisenbahnbrücke abgebaut und durch eine neue, längere ersetzt wurde, lesen sie ab Seite 6. Nur drei Wochen nach dem Unterbruch, am 5. August, konnte der Bernina-Express den fahrplanmässigen Betrieb wieder aufnehmen.

Unter völlig andersartigen äusseren Bedingungen wurde ebenfalls dieses Jahr eine neue Brücke über den Chao Praya River ins Zentrum von Bangkok fertig gestellt. Sie ist mit einer Hauptspannweite von 300 Metern eine der längsten Schrägseilbrücken der Welt und konnte nach einer Bauzeit von nur drei Jahren im Mai dem Verkehr übergeben werden. Dank einem ausgeklügelten Arbeitsablauf wurde ein sehr schneller Baufortschritt erzielt. Nur gerade drei Tage dauerte ein Zyklus, der die Brücke dem anderen Ufer im freien Vorbau um jeweils zehn Meter näher brachte. Die Litze-für-Litze-Montage der Schrägseile, die Massnahmen zur Dämpfung von Schwingungen, das Einschiffen der Fahrbahnteile – mehr darüber in unserem Bericht ab Seite 13.



Aldo Rota

6 Die Brücke aus der Kiste

Einsatz einer eingemotteten Militär-Notbrücke an der Berninalinie

Roy Lengweiler, Eric Kaufmann

13 Neue Schrägseilbrücke in Bangkok

Erstellung einer Brücke von 300 m Spannweite in nur drei Jahren

24 Magazin