

BRÜCKE

Schräge Sache

Die neue Anaklia-Brücke in Georgien hat eine turbulente Entstehungsgeschichte. Von der ersten Idee bis zur Fertigstellung gab es diverse Hürden und Herausforderungen zu überstehen. Doch: Ende gut, alles gut.

TEXT: **Christine Ryll** | FOTOS: **CRP**



INDEX	32	39	40	42	43
	BRÜCKE	STECK- BRIEF	INTERVIEW	BAU- ABLAUF	FAZIT



„**A**ller Anfang ist schwer“, besagt ein kluges Sprichwort. Mancher Anfang jedoch ist unmöglich. So etwa jener der neuen Anaklia-Brücke in Georgien. Ihr von der Regierung des Landes vorgegebener Fertigstellungstermin anlässlich der Eröffnung eines Hotels ließ den Planern und den ausführenden Unternehmen so wenig Zeit, dass selbst die Zauberkünste eines Merlin dieser Aufgabe nicht gewachsen gewesen wären.

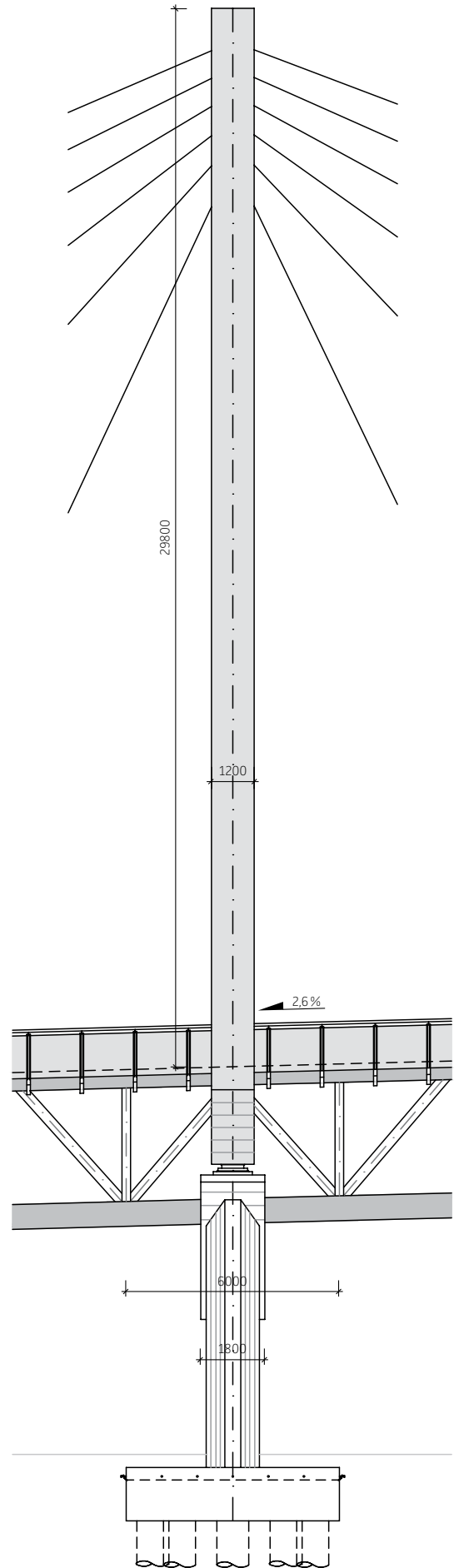
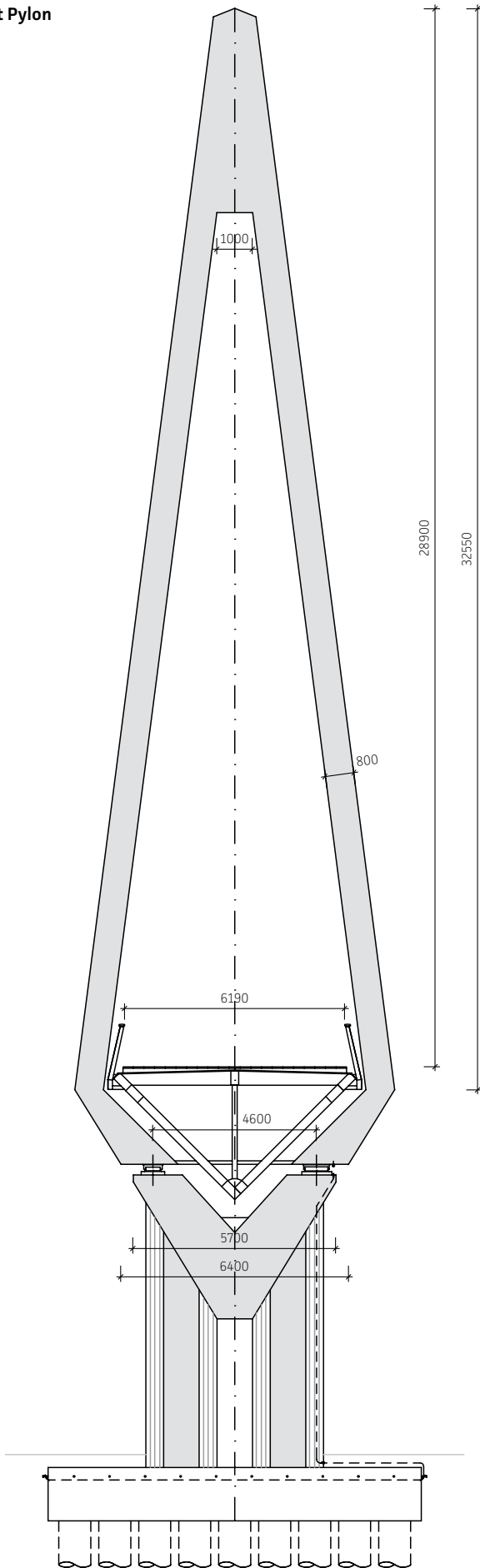
Mittlerweile steht die Anaklia-Brücke souverän an Ort und Stelle. Mit einer Gesamtlänge von 504 m ist sie eine der längsten Holzbrücken der Welt. Und auch eine der elegantesten: Zwei gevoutete Widerlagerbereiche mit je 48 m Länge und ein Schrägseilbereich mit den größten Spannweiten von 60 und 84 m gestalten einen grazilen Brückenkörper, der auch außerhalb von Georgien Furore machen dürfte. Seine Entstehung verdankt

dieser den touristischen Ambitionen von Micheil Saakaschwili, des ehemaligen Präsidenten des Landes. Er sah in dem Landstrich rings um Anaklia, den der Inguri auf seinem Weg zum Schwarzen Meer durchfließt, enormes Potenzial. Schwimmbäder und Sportplätze am Südufer, Strände und ein Park am Nordufer – so soll sich die Nutzung des Luftkurortes Anaklia laut Masterplan einmal darstellen. Die Verbindung über den Fluss garantiert jetzt schon die neue Brücke.

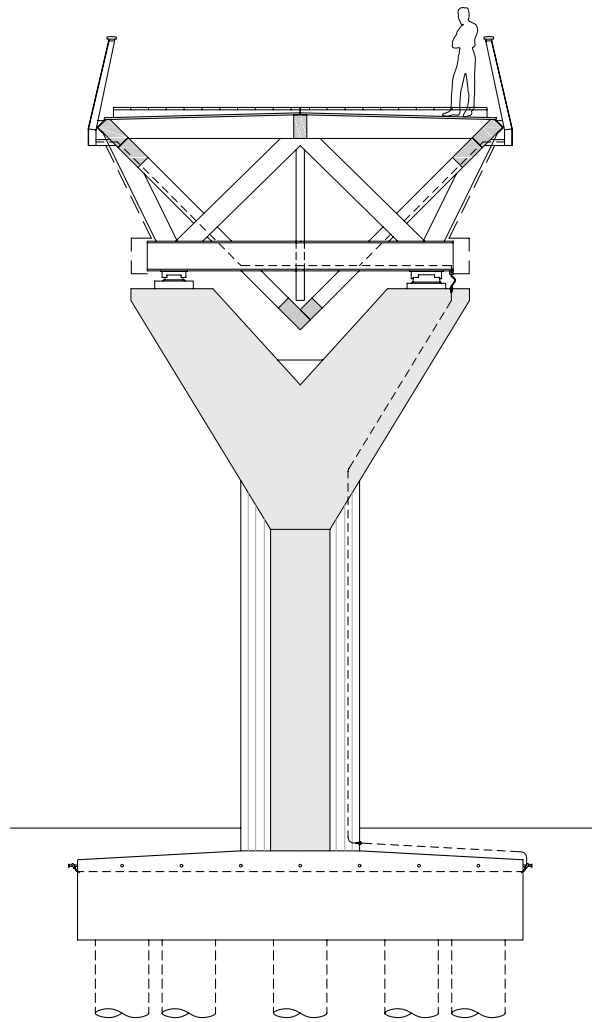
Versuchsreihe Brückenidee

Ursprünglich hatte das spanische Büro CMD Ingenieros, das den Masterplan für die gesamte Umgebung erstellt hatte, eine Hängebrücke mit 317 m Spannweite vorgesehen. Und zwar in Stahl. Doch diese Version überstieg den vorhandenen Kostenrahmen um das Fünffache.

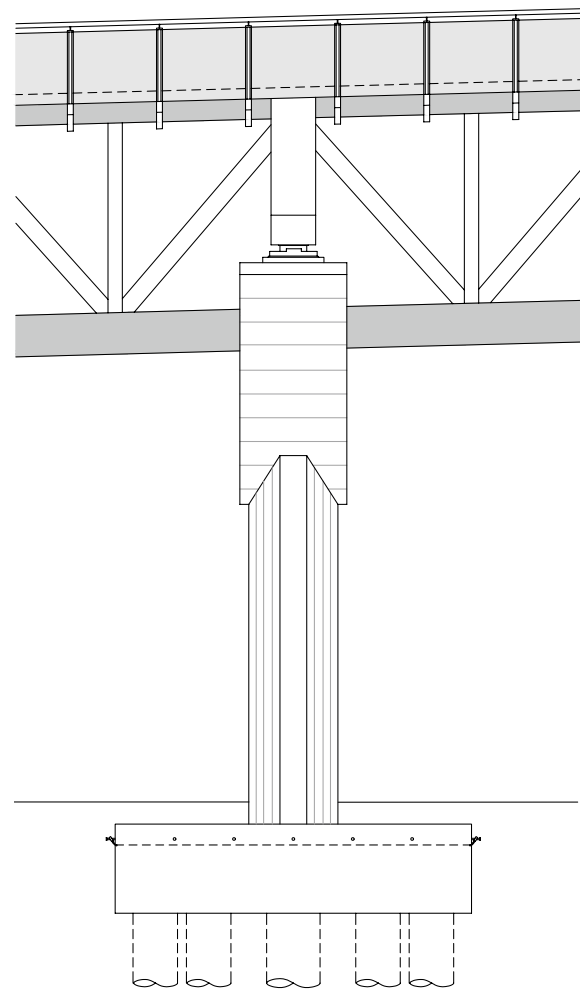
Schnitt Pylon



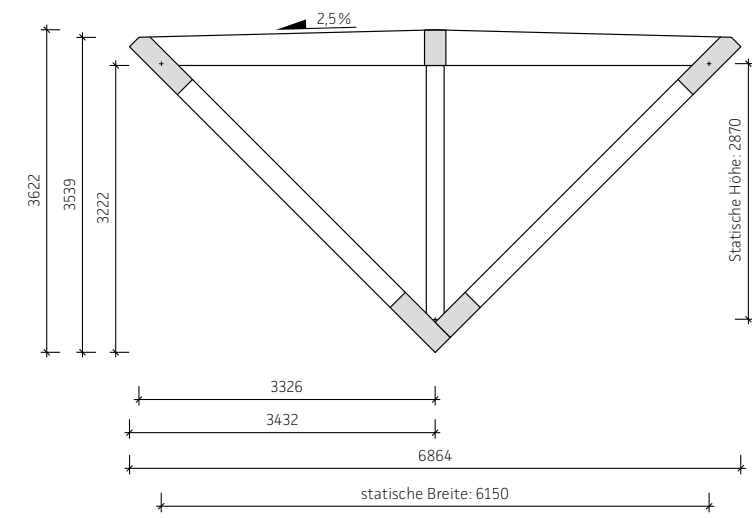
Querschnitt



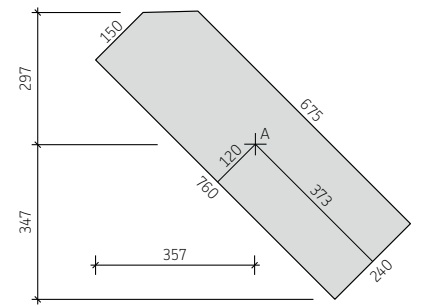
Längsschnitt



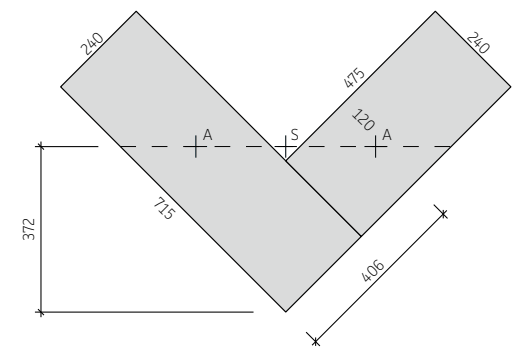
Querschnitt



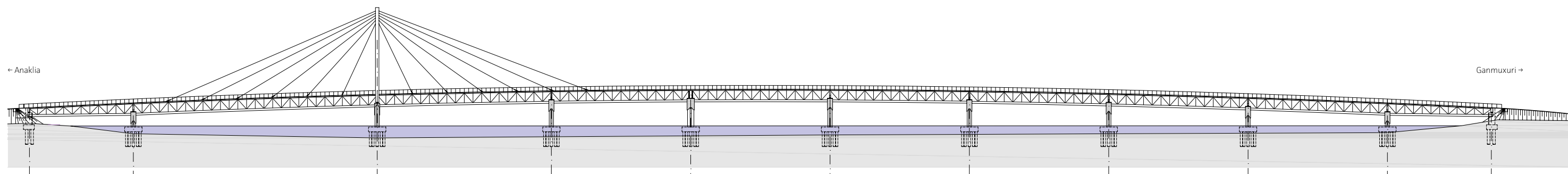
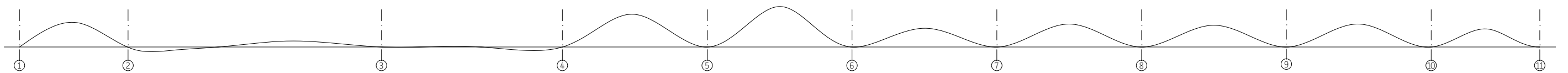
Obergurt



Untergurt



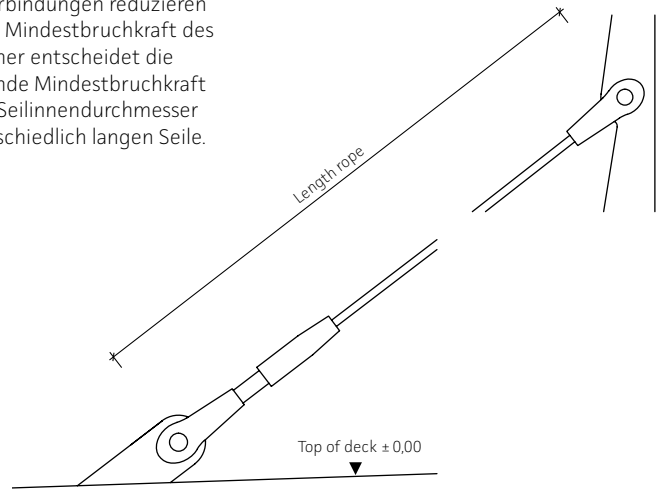
S: Schwerpunkt
A: Achse für Anschluss der Diagonalen und Pfosten





Seillänge im Detail

Seilendverbindungen reduzieren häufig die Mindestbruchkraft des Seiles. Daher entscheidet die verbleibende Mindestbruchkraft über den Seilinnendurchmesser der unterschiedlich langen Seile.



Also setzte die Regierung einen verantwortlichen Bauunternehmer ein, der bei seiner Online-Recherche das deutsche Planungsbüro Leonhardt, Andrä und Partner AG (LAP) entdeckte und sie um einen Alternativvorschlag bat. Ebenfalls über das Internet wurde mit Hess Timber ein potenzieller Leimholzhersteller ausfindig gemacht und mit LAP in ein Planungsteam integriert.

Auch dieser Entwurf, eine Hängebrücke mit Holzüberbau, erwies sich bei der Kalkulation als zu kostspielig. Die dritte, preisgünstigere Idee hingegen, ein klassischer Durchlaufträger in Holzbauweise, empfand der Auftraggeber als zu konventionell. Eine Seilkonstruktion sollte es schon sein, auch wenn diese Konstruktion angesichts der Rahmenbedingungen statisch gar nicht notwendig war und den Baupreis wieder etwas in die Höhe trieb.

Also schlugen die Planer der Anaklia-Brücke jenen Zwitter vor, der letztlich gebaut

wurde, und zwar auf Basis von 12 m langen Leimholzträgern, die in Deutschland gefertigt und vor Ort zu 48 m langen Brückensegmenten verleimt wurden. Als Gehbahn dienen Furnierschichtholzplatten, die ebenfalls aus Deutschland angeliefert und in Anaklia auf den tragenden Brückenkörper genagelt wurden.

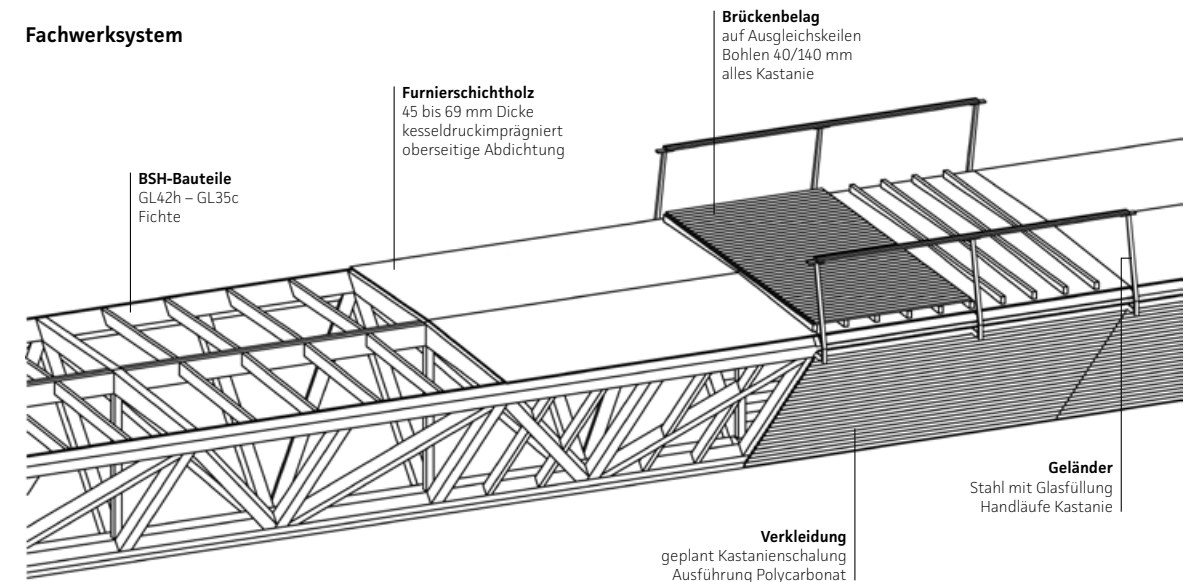
Unkonventionelle Lösung

Die Flanken der Konstruktion sollten laut ursprünglicher Planung eigentlich mit Kastanienholzbrettern verkleidet werden,

»Letztlich wurde ein Zwitter gebaut, bestehend aus gevouteten Widerlagerbereichen und einer Schrägseilkonstruktion.«

LENGTH		REDAELLI ROPES FULLY LOCKED COIL ST1570								
Stay No [/]	Length [m]	F _{perm. Load} [kN]	F _{Ed} ULS [kN]	chosen Type [/]	Dia [mm]	F _{rd} [kN]	weight [kg/m]	area [mm ²]	E-Modulus [MPa]	total weight [kg]
106	76,57	395	664	FLC 36	36	779	7,2	862	164.700	551
105	65,46	341	605	FLC 36	36	779	7,2	862	164.700	471
104	54,65	296	628	FLC 36	36	779	7,2	862	164.700	393
103	44,35	259	739	FLC 40	40	973	9,0	1.077	165.300	399
102	35,06	222	748	FLC 40	40	973	9,0	1.077	165.300	316
101	27,79	170	507	FLC 36	36	779	7,2	862	164.700	200
201	27,22	150	429	FLC 36	36	779	7,2	862	164.700	196
202	34,16	191	539	FLC 36	36	779	7,2	862	164.700	246
203	43,26	234	582	FLC 36	36	779	7,2	862	164.700	311
204	53,42	284	617	FLC 36	36	779	7,2	862	164.700	385
205	64,07	344	782	FLC 40	40	973	9,0	1.077	165.300	577
206	75,13	421	918	FLC 40	40	973	9,0	1.077	165.300	676
601										4.722

Fachwerksystem



STECKBRIEF Neubau einer Holz-Stahlbrücke in Georgien504 **METER
LÄNGE**

die im Land günstig besorgt werden können und als konstruktiver Regenschutz dienen sollten. Doch der Nachfolger von Präsident Saakaschwili fand das Fachwerk allerdings so beeindruckend, dass er es nicht verstecken wollte.

Als Lösung bot sich eine Verkleidung mit transparenten Polycarbonatplatten an. Sie schützt gegen Nässe und Feuchtigkeit, versteckt aber das dahinter liegende Skelett nicht, sondern lässt den Baukörper in seiner vollen Schönheit wirken.

Der Zeitplan allerdings wurde tatsächlich nicht eingehalten. Stattdessen bediente man sich eines Tricks. Zur Eröffnungsveranstaltung zimmerten Dutzende von Handwerkern einen provisorischen Steg. Der bereits fertige Pylon wurde provisorisch auf dem Pfeiler verankert und mit Stahlseilen bestückt, die zuvor in einer Seilbahn in der Türkei ihren Dienst getan hatten. Somit entstand eine perfekte Kulisse für einen perfekten Auftritt am Eröffnungstag der Anaklia-Brücke.

Ihren Abbau erledigte ein Sturm ein paar Tage danach – und schuf damit wieder Platz für die eigentliche Brückenkonstruktion, die Monate später hier montiert wurde und seither – sturmsicher und absolut zuverlässig – ihren Dienst tut und dabei auch noch wunderschön anzusehen ist. ■

BAUZEIT:

Mai 2011 bis Januar 2012

BAUHERR:

Staat Georgien

ENTWURF, LASTANNAHMEN, DETAILPLANUNG STAHLBAU:

Leonhardt, Andrä und Partner AG,
Beratende Ingenieure VBI AG
70469 Stuttgart
www.lap-consult.com

DETAILPLANUNG GRÜNDUNG, PFEILER UND WIDERLAGER:

Transproject
Tiflis, Georgien

DETAILPLANUNG HOLZBAU:

Fast + Epp GmbH
64293 Darmstadt
www.fastepp.com

WERKSTATTZEICHNUNGEN HOLZ- UND STAHLBAU:

Hess Timber GmbH & Co. KG
63924 Kleinheubach
www.hess-timber.com

MASTERPLAN:

CMD Ingenieros
E-46022 Valencia
www.cmdingenieros.com

GENERALUNTERNEHMER:

Caucasus Road Project (CRP)
Tiflis, Georgien

INTERVIEW

»Wir konnten einfach umsetzen, was wir uns vorgestellt haben.«

Der Bau der Anaklia-Brücke war mit vielerlei Herausforderungen und Besonderheiten verbunden. Projektleiter Peter Walser hat die Planung für die Anaklia-Brücke übernommen und die Bauarbeiten begleitet.

1 Herr Walser, die Anaklia-Brücke weist einige Besonderheiten auf, darunter die Verkleidung der BSH-Konstruktion. Aus welchem Material besteht sie?

Sie besteht aus transparenten Polycarbonatplatten. Ursprünglich war vorgesehen gewesen, Kastanienbretter zu verwenden. Dies wurde später verworfen. Da eine unverkleidete Brückenkonstruktion jedoch eine spezielle Kessel-druckimprägnierung benötigt hätte, die nachträglich nicht mehr aufgebracht werden konnte, entschied man sich für die transparente Alternative. So konnte man die Konstruktion sichtbar belassen und gleichzeitig den erforderlichen Witterungsschutz erzielen. Wegen des relativ niedrigen Salzgehaltes im Schwarzen

Meer war es ausreichend, die im Überbauquerschnitt liegenden und durch die Verkleidung geschützten Stahlteile des Holzbaus lediglich mit einer Feuerverzinkung mit einer Dicke von 85 mm zu versehen.

2 Auch die Fachwerkkonstruktion ist außergewöhnlich. Auffällig sind insbesondere die vor Ort verleimten Träger. Wie war dies möglich?

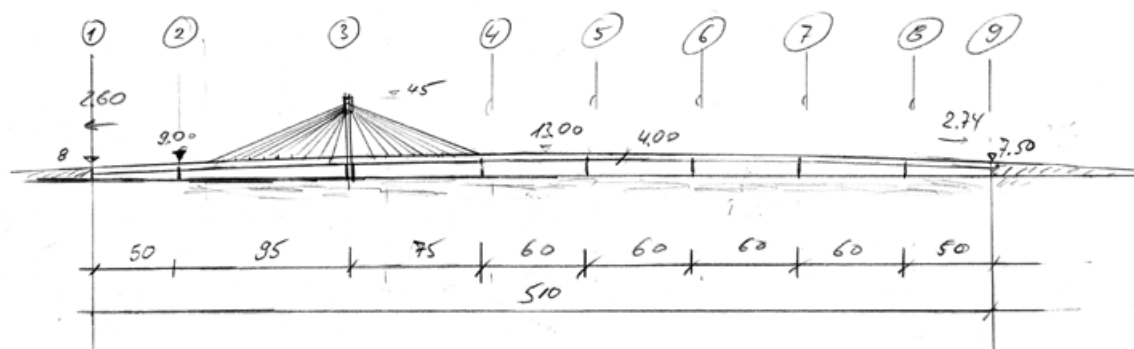
Der im Jahre 2010 von der Hess Timber patentierte „Hess Limitless-Montagestoß“ erlaubt die Herstellung von theoretisch unendlich langen Leimholzträgern durch Verleimung vor Ort. Damit war es möglich, die bis zu 48 m langen Gurte herzustellen, ohne die von mechanischen Verbindungsmitteln her bekannten Probleme der Verschieblichkeit und Verformung befürchten zu müssen. Insgesamt wurden 141 Stöße für die Herstellung vor Ort geplant.

3 Welches BSH kam zum Einsatz?

Verwendet wurde systematisch Brettschichtholz mit der hohen Festigkeitsklasse GL35c.



Dipl.-Ing. Peter Walser ist Projektleiter bei dem deutschen Ingenieurbüro Leonhardt, Andrä und Partner, Beratende Ingenieure VBI AG, in Stuttgart. Hier ist er seit fast 24 Jahren vorwiegend im internationalen Bereich tätig.



4 Wie wurde bei der Montage der Brücke gearbeitet?

Wegen des hohen Termindrucks und um eine hohe Qualität sicherzustellen, entschloss man sich bei Hess Timber, eine komplette Zimmerer-Werkstattausstattung für die Vormontage und notwendige vorbereitende Arbeiten nach Georgien zu exportieren. Die vor Ort zur Verfügung stehenden Werkzeuge und Hilfsmittel hätten diese Arbeiten andernfalls unnötig erschwert.

5 Es fällt bei dieser Brücke auf, dass keine Windverbände verbaut wurden. Wie haben Sie dieses Problem denn gelöst?

Wir haben eine horizontale Scheibe mit vor Ort vernagelten Furnierschichtholzplatten favorisiert. Dies ist eine elegante und unter den gegebenen Randbedingungen einfache Lösung für das Aussteifungssystem, ins-

besondere da die Lohnkosten in Georgien verhältnismäßig niedrig sind und viele lokale Arbeitskräfte für die Vernagelungsarbeiten zur Verfügung standen.

6 Herr Walser, dieses Projekt verlief insgesamt etwas unkonventionell. Gab es da auch Vorteile?

Ja, normalerweise ist man entwurfstechnisch sehr eingeschränkt. Dafür sorgen Prüftechniker und allerlei technische Vorschriften. Hier jedoch gab es keinen Prüfingenieur, kein Prüfzeugnis, keine Einschränkung. Wir konnten einfach umsetzen, was wir uns vorgestellt haben. Natürlich unter Berücksichtigung der technischen

Richtlinien. Ganz wichtig war hier die frühe Einbindung des Holzbauers mit seinem Detailplaner Fast + Epp. So konnten fertigungsbedingte Anforderungen direkt in die Planung einfließen. Dies trug zu einer kurzen Planungszeit bei und half, spätere Reibereien auf der Baustelle zu vermeiden. Solch ein Ergebnis ist nur mit einer engen Kooperation von Sachverständigen und Fertiggern ab der frühesten Planungsphase möglich. ■

KONSTRUKTION UND BAUABLAUF

Hohe Ingenieurskunst und die Zusammenarbeit von Herstellern und Handwerkern aus ganz Europa machten die Anaklia-Brücke möglich. Die Bauarbeiten erfolgten in den einzelnen Werken und vor Ort.

TEXT: Christine Ryll, Peter Walsler, Jochen Stahl



Die Anaklia-Brücke ist als zweifaches, in Brückenmitte geteiltes Mehrfeldsystem konzipiert. Im Detail besteht sie aus zwei gevouteten Widerlagerbereichen mit je 36 m Spannweite, sechs „Regelbereichen“ mit jeweils 48 m Länge und dem Schrägseilbereich mit den größten Spannweiten von 60 m und 84 m. Ihre Gesamtlänge beträgt 504 m.

Der Querschnitt des Überbaus stellt sich als räumliches Fachwerkssystem dar, mit zwei seitlich um 45 Grad geneigten Fachwerkträgern sowie einer horizontalen Scheibenkonstruktion aus Querriegeln und Holzwerkstoff-Platten am Obergurt. Kesseldruckimprägnierte Furnierschichtholzplatten dienen als horizontale Obergurtscheibe und Folienträger für die oberseitige Abdichtung der glasfaserverstärkten PVC-Bahn. Die BSH-Bauteile sind über Schlitzblech-Stabdübel-Verbindungen miteinander verbunden. Zum Anschluss von Riegeln und Klein-

bauteilen dienen Blechformteile und Anschlüsse mit geneigt eingedrehten Vollgewindespax. Die Furnierschichtholzplatten für die Gehbahn nagelten die Handwerker mit Nagelautomaten in Obergurte und Riegel. So vermieden sie Windverbände in der Obergurtebene, die die komplexen Anschlussgeometrien in den Knotenpunkten erschwert hätten.

Leimstoß vor Ort statt Sondertransport

Die Gradienten des Überbaus folgt einem Radius von 5.000 m. Das Raster des Fachwerkes beträgt 3 m. Um Sondertransporte aus Deutschland zu vermeiden, begrenzte das Holzbauunternehmen die Länge der einzelnen Leimträger auf ca. 13 m. Erst vor Ort fügten die Handwerker diese mit Leimstößen zu bis zu 48 m langen Brückensegmenten zusammen. Kopfplatten an den Segmentenden erleichterten einerseits den Ausgleich von Montagetoleranzen und halfen andererseits, die Fügung der Segmente mittels zweier Stahlteile zu realisieren. Die zweiseitigen Diagonalen am Segmentstoß wurden nachträglich in die Schlitzblechverbindung eingebaut. Im Bereich des Pylons mussten die Schrägseile in der Mitte des Überbauquerschnittes an den Fachwerkträger angeschlossen werden. Ein mittlerer Obergurt schließt die horizontalen Kräfte aus den Seilen mit dem Holztragwerk kurz. Die vertikalen Kräfte aus den Seilen überträgt ein Zugstabsystem, mit dessen Hilfe der Untergurt des Überbaus an die Schrägseile angehängt ist. W-förmige Stahlrahmen an den Pfeilern und den Widerlagern, an die der hölzerne Überbau mittels Schlitzblechen und Stabdübeln angeschlossen ist, nehmen die Lasten aus den Brückenlagern auf. Die dritte Achse markiert

TECHNISCHE DATEN

Gesamtlänge	504 m
Einzellängen Regelbereiche	48 m
Einzellänge Schrägseilbereich	60 und 84 m
Materialien	BSH, Furnierschichtholzplatten, Stahl, Polycarbonatplatten

FAZIT

ein Pylon in Diamantform. Die Beine bestehen aus luftdichten Stahlhohlkästen, die innen durch Blechsteifen ausgesteift sind. Ihre äußeren Abmessungen betragen 800×1.200 mm. Die Verbindung zum Holzüberbau erfolgt mit Schlitzblech-Stabdübel-Verbindungen.

Fundamente aus Bohrpfehlen

Die vollverschlossenen Seile verlaufen in einer zentralen Ebene. Mittels zweier kleiner Pressen und Gewindestangen wurden sie vom Überbau aus vorgespannt. Zwischen den Galvanverzinkten Drähten befindet sich Verfüllmaterial, außen eine werkseitige Beschichtung aus Wachs mit Aluminium.

Die als Stahlbetonpfeiler und -widerlager lagern auf bis zu 25 m langen Bohrpfehlen mit 900 mm Durchmesser. Das Risiko einer Auskolkung ist mit 2 m Kolk berücksichtigt. Die Bemessung dieses Unterbaus erfolgte durch das örtliche Büro Transproject.

Die Lagerspreizung beträgt 4,25 m an den Pfeilern und Widerlagern und 4,60 m am Pylon. In jeder Achse ist ein querfestes Lager angeordnet. In den Achsen drei (Pylon) und acht sind die beiden Überbauten längsfest gelagert. Der Lieferant sah zudem Kalottenlager mit C-förmiger Klammer als Schutz gegen abhebende Kräfte vor. Die Bemessung des Bauwerkes erfolgte nach Eurocode, wobei der Bauherr örtliche Gegebenheiten wie Windgeschwindigkeiten und Erdbebenspektrum vorgab. Die Bemessungswindgeschwindigkeit bei einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren für die 3-Sec-Böe liegt bei 41 m/s. Für

das Erdbebenspektrum setzten die Planer bei einer Wiederkehrperiode von 1.000 Jahren eine Fußpunkterregung von $1,2 \text{ m/s}^2$ an.

Stahl aus der Ukraine, Seile aus Italien

Das Baufeld führt über die Mündung des Flusses Inguri ins Schwarze Meer. Als erste Maßnahme schütteten die Bauarbeiter daher einen temporären Damm mit Schotterabdeckung auf. Eine 40 m breite Öffnung diente dem Abfluss des Wassers.

Von der Dammkrone aus stellte CRP mit lokalen Kräften zunächst die 900 mm Bohrpfehle her und montierte danach Pfeiler und Widerlager mithilfe einer durch einen Kran zu versetzenden Schalung. Die Stahlbauteile für die unteren Teile der W-Rahmen über den Pfeilern und den Pylon ließ der Bauherr in der Ukraine aus

Manche Projekte verbinden einfach. Zum Beispiel die Anaklia-Brücke. Sie verbindet zwei Ufer miteinander. Sie verbindet Leimholz mit Stahlbauteilen und Furnierschichtholzplatten sowie Poycarbonat. Sie verbindet hochtechnologisierte Fertigungs- und Montagethoden wie jenen einzigartigen Leimstoß der BSH-Träger mit rustikaler handwerklicher Fertigkeit wie dem Nageln von Platten für den Belag der Brücke. Sie verbindet eine etwas unkonventionelle Entstehungsgeschichte mit einem herausragenden Endprodukt. Und sie verbindet ganze Völker. Denn bei ihrer Entstehung haben unterschiedlichste Nationen mitgewirkt – um am Ende ein gelungenes gemeinsames Werk abzuliefern. ■

Stahl der Qualität S355 fertigen, im Werk grundbeschichten und mit Tiefladern zur Baustelle bringen. Die W-Rahmen wurden komplett angeliefert, der Pylon vor Ort zusammengesweißt. Das Einheben der Pylonschüsse erfolgte mittels Mobilkran von der Dammkrone aus. Die aus Italien angelieferten Lager und Seile wurden von Fachpersonal der Lieferanten installiert.

Die Leimholzträger und die verzinkten Schlitzbleche wurden wegen der geforderten Genauigkeit in Deutschland hergestellt. Vor Ort montierten die Handwerker die in Georgien produzierten Fachwerkgurte zusammen mit den anderen Fachwerkkomponenten und Stahlteilen am Boden bzw. auf dem Damm vor. Die weiteren Arbeiten erfolgten auf der auf den Pfeilern montierten Rohkonstruktion. Die Verkleidung der Gehbahn mit Paneelen aus Edelkastanie, die Montage des Glasgeländers und die Installation der Polycarbonatplatten übernahm Hauptunternehmer CRP selbst. Er und alle anderen Beteiligten mussten während der Bauarbeiten immer wieder mit Sturmfluten kämpfen. Den Rückbau des Dammes bewerkstelligte der Fluss selbst. ■