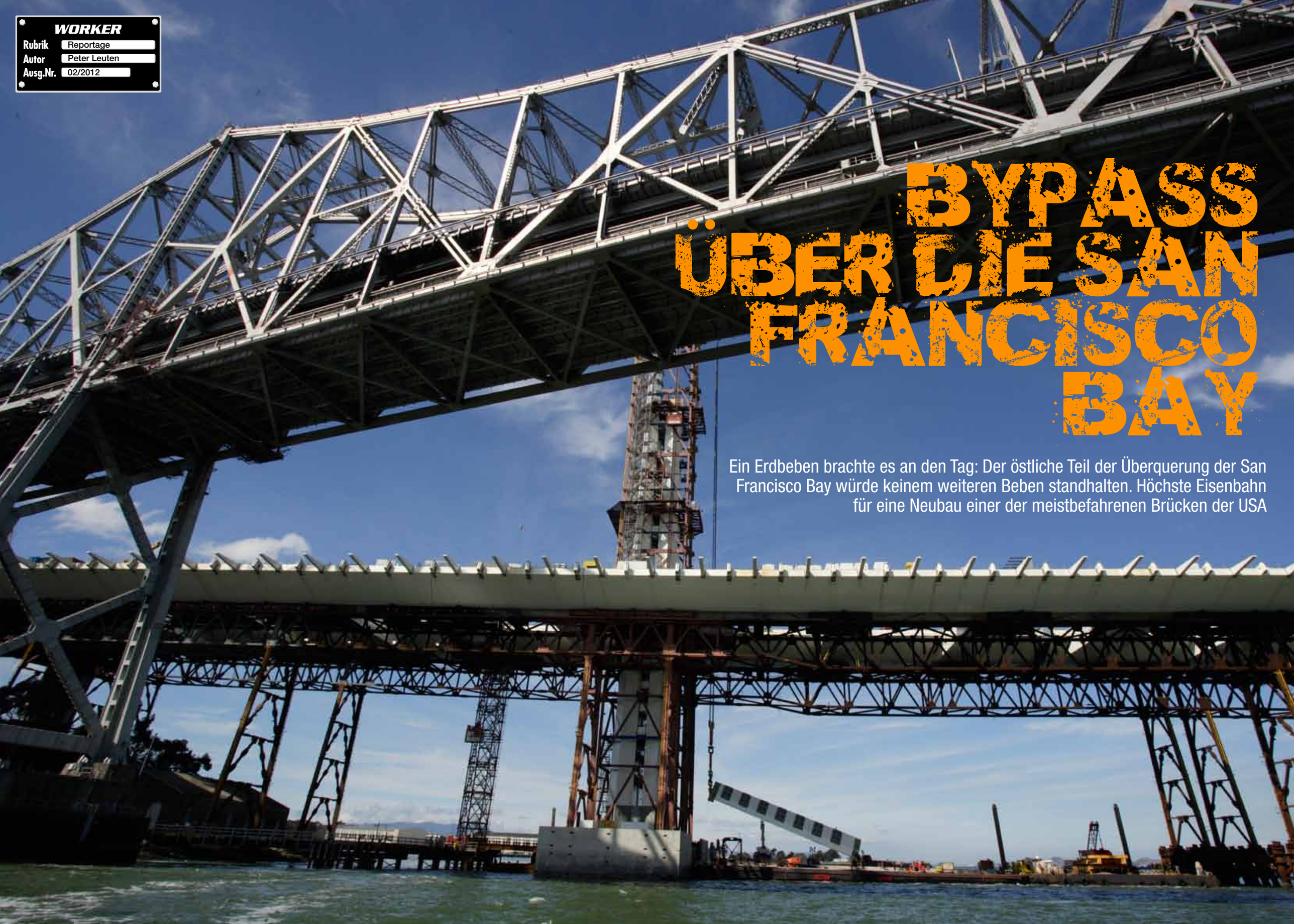
WORKER
Rubrik Reportage
Autor Peter Leuten
Ausg.Nr. 02/2012



BYPASS ÜBER DIE SAN FRANCISCO BAY

Ein Erdbeben brachte es an den Tag: Der östliche Teil der Überquerung der San Francisco Bay würde keinem weiteren Beben standhalten. Höchste Eisenbahn für eine Neubau einer der meistbefahrenen Brücken der USA

KAISER VON AMERIKA

1849 nach San Francisco gekommen und wenige Jahre später nach einer missglückten Börsenspekulation völlig mittellos, gab sich Joshua Abraham Norton der Illusion hin, er wäre Kaiser von Amerika. Diese Wahnvorstellung gipfelte in regelmäßig über die Tagespresse veröffentlichten kaiserlichen Dekreten, in denen er seine Untertanen wissen ließ, was ihm gut für sein Volk dünkte. 1872 wies er den Bau einer Brücke über die San Francisco Bay an

KAISERLICHES DEKRET

„Wer nicht hören will muss Fühlen"; nach diesem Grundsatz bewährter Deutscher Pädagogik handelte im Jahr 1872 im fernen San Francisco ein gewisser Joshua Abraham Norton und erteilte, versehen mit seinem Siegel und datiert vom 17. September, den Befehl der „Festnahme beider Räte der Stadtväter durch die Armee, sollten sie sich weiter widersetzen." Diese hatten nämlich seine kurz zuvor erlassene Weisung ignoriert, im Namen der Bürger von San Francisco „finanzielle Mittel zur Prüfung des Brückenprojekts von Oakland (nach San Francisco; Anm. d. Red) und ebenso für einen Tunnelbau bereitstellen und feststellen, welches Projekt das bessere sei."

Norton, 1811 in England geboren und 1820 mit seinen Eltern nach Südafrika ausgewandert, war 1849 mit einem Startkapital von 40.000 US-Dollar in San Francisco erschienen um sein Glück als Unternehmer zu suchen. Nachdem er sein Vermögen 1857 mit einer missglückten Spekulation an der Börse verloren hatte, ernannte er sich zwei Jahre später am 17. September in diversen Briefen an die ortsansässigen Zeitungen selbst zum „Kaiser Norton I.", dem „Kaiser der Vereinigten Staaten" und „Schutzherrn von Mexiko". Folgerichtig machte er kurze Zeit später seinen Erlass publik, in dem er feststellte, dass es nach der Machtübernahme durch einen Monarchen keine andere gesetzgebende Gewalt mehr geben dürfe und demnach der US-Kongress als überflüssig aufzulösen sei.

Trotz oder vielleicht eher wegen seines skurrilen Verhaltens, seines Auftretens mit blauer Uniform, goldenen Schulterstücken und Kastorhut, dank seines Humors und seinen in schöner Regelmäßigkeit jeweils über die Tagespresse veröffentlichten „kaiserlichen Weisungen in Staatsangelegenheiten" erlangte Joshua Abraham Norton in San Francisco eine enorme Beliebtheit. Mehr als 120 Jahre nach seinem Tod wurde dem Kaiser eine enorme Ehre zu Teil:

SPÄTE EHRUNG EINES ORIGINALS

Am Donnerstag, dem 14. Dezember 2004 sprach sich das San Franscisco Board of Supervisors dafür aus, den Nebau des östlichen Teils der San Francisco - Oakland Bay Bridge nach dem Mann zu benennen, der als erster die Vision einer derartigen Verbindung geäußert hatte: Joshua Abraham Norton. Ob es nun einer ausgeprägten visionären Kraft oder schlicht einer sehr speziellen Sicht auf die Realität zuzuschreiben ist: Ein Brückenschlag über die annähernd acht Kilometer breite San Francisco Bay war in den 1870er Jahren noch ein utopisches Unterfangen, dass außer Kaiser Norton I. niemand öffentlich zu propagieren wagte. Erst sechzig Jahre später nahmen die Planungen für eine derartige Brücke konkrete Formen an. Eröffnet wurde sie am 12. November 1936, sechs Monate vor der berühmten Golden Gate Bridge.

DIE ALTE SAN FRANCISCO BAY BRIDGE

Die Streckenführung erfolgte über die in der Bucht gelegene Insel Yerba Buena Island, wodurch sich ein zweigeteilter Brückenzug ergab. Für die der San Francisco zugewandten westlichen Teil entschieden sich die Ingenieure für den Bau einer Hängebrücke ähnlich der Golden Gate Bridge. Da es hier jedoch eine Entfernung von rund 3,2 Kilometern zu überspannen galt (zum Vergleich: die Golden Gate weist eine Länge von 2737 Metern auf), wagte man sich nicht an die Konstruktion einer einzigen Brücke sondern entschied sich für eine Doppelung einer klassischen Hängebrücke.

Doch es ist der östliche 3101 Meter lange Teil der Bay Bridge, der die Ingenieure vor kaum lösbare Aufgaben stellte: Kaum mehr als hundert Meter von Yerba Buena Island entfernt taucht der tragfähige Felsuntergund unter dicken Schlammschichten ab, die in Richtung Oakland immer mehr an Mächtigkeit gewinnen. Hier musste eine möglichst leichte Konstruktion er-

Stück für Stück wächst der vierteilige stählerne Pylon in die Höhe. Er trägt eine der spektakulärsten Brückenbauten unserer Zeit: eine selbstverankerte Hängebrücke.
Diese hochkomplexe Konstruktion dient jedoch nicht allein dem Renommee der Supermacht; sie reagiert auch auf die vor Ort herrschenden geologischen Bedingungen.

BRÜCKENSCHLAG MIT REKORDEN

richtet werden, deren Last auf möglichst viele Stützen zu verteilen war. Daher nahm man es in Kauf, den östlichen Brückenzug – abgesehen von einer einzigen größeren Stahlfachwerkbrücke mit 427 Metern Hauptstützweite – aus 35 einzelnen Brückenfeldern, ebenfalls in Stahlfachwerkbauweise, zu errichten. Mit Ausnahme der 119 Meter hohen Auslegerbrücke direkt bei Yerba Buena Island, deren Pfeiler noch direkt im Fels verankert werden konnten, sind alle weiteren Brückenfelder über einer „schwimmenden Pfahlgründung“ errichtet: Das heißt, siebzehn der stählernen Pfeiler des verbleibenden 2363 Meter langen Brückenzuges stützen sich jeweils auf bis zu 26 Meter lange in den Schlamm eingerammte Eichenstämme, die indessen den Felsuntergrund gar nicht erreichen.

KNAPP VORBEI AM SUPER-GAU

Und genau hier beginnt die Geschichte der mittlerweile fast fertiggestellten Neukonstruktion: Am 17. Oktober 1989 bebte in der Region die Erde: Das Loma-Prieta-Beben mit einer Stärke 7,1 auf der Richterskala ließ ein 15 m langes Teilstück des Oberdecks der East Bay Bridge auf das untere Deck herunterstürzen, welches sodann ebenfalls einige Meter absackte.
Mehr als dreißig Jahre hatten Fachleute diskutiert, dass ein lokales großes Beben in der St. Andreas- oder in der weitaus gefährlicheren Hayward-Spalte die große Auslegerbrücke des östlichen Brückenzuges zerstören würde. Ohne zu konkreten Schritten zu gelangen. Und nun war mit einem Mal die Standfestigkeit des gesamten Brücke in Frage gestellt. Eine erste Bestandsaufnahme ergab im gesamten Raum der San Francisco Bay ein enormes Ausmaß an Schäden; und das, obwohl des Epizentrum des Bebens 110 Kilometer südlich von San Francisco lag. Schäden gab es vor allem dort, so zeigte sich bei einer genaueren Analyse, wo auf weichem Erdreich oder auf aufgeschütteten kleinen Buchten gebaut worden war, oder auf Sand und Schutt, der bei dem San-Francisco-Erdbeben von 1906 angefallen und mit Wasser durchsetzt und aufgeweicht war. Das verhieß auch für die Nahe Oakland gelegenen Felder der Bay Bridge nichts Gutes.
Es grenzt an ein Wunder, dass es bei dem Einsturz dieses einzelnen Brückenfeldes nur ein einziges Todesopfer gab. Ein Kollaps des Hauptfelds der Brücke würde in der Rush Hour sicher zu tausenden Toten führen. Die Brücke ist eine der Hauptschlagadern im gesamten Verkehrsnetz des Großraums San Francisco. Pro Tag fahren ca. 274.000-280.000 Fahrzeuge über die Brücke. Sie wird massiv genutzt und ist trotz ihrer fünf Fahrspuren für jede Richtung überaus stauanfällig, dass Verkehrsunfälle oft mehrere Stunden den Verkehr lahmlegen, selbst wenn der Unfall schnell geräumt werden kann.
Außergewöhnlich schnell, nur ein Monat nach dem verheerenden Beben, wurde die Bay Bridge nach ihrer Reparatur wieder für den Verkehr frei gegeben. Direkte Folge des Bebens war jedoch eine umfassende Analyse der Bebensicherheit der Bay Bridge, die bei den westlichen Hängebrücken umfassende Nachrüstungen zur Folge hatte.

VORSORGE FÜR DEN ERNSTFALL

So wurde der gesamte Brückenzug bislang von rund 350.000 Nieten zusammengehalten. Da Niete glühend eingeschlagen werden mussten, waren diese Verbindungselemente nicht gehärtet. Untersuchungen zeigten, dass diese Niete bei relativ kleinen Scherkräften versagten. Deshalb wurden fast alle Niete herausgetrennt, die Löcher präzise nachgebohrt und durch Gewindeschrauben und Muttern aus hochfestem Stahl ersetzt.

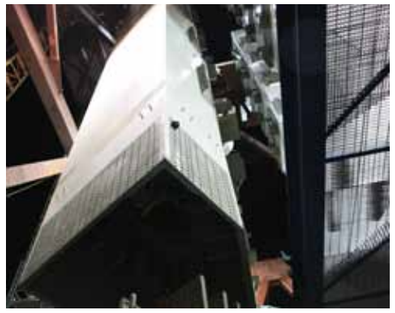
Überdies wurden die beiden westlichen Hängebrücken mit 96 hochmodernen Öldruck-Dämpfern ausgestattet und auf Rollen gesetzt, so dass die Fahrbahn im Falle einen Bebens frei schwingen kann. Die 1999 begonnenen Arbeiten schlugen mit vergleichsweise moderaten 170 Millionen US-Dollar zu Buche. Die Nachrüstungen für die östliche, viel verwundbarere Bay Bridge wurden hingegen nur zum Teil ausgeführt. Auch hier wurden neue Niete eingesetzt und beweglich gelagerte diagonale Brückenfeldverstärkungen eingebaut. Es unterblieb jedoch die umfassende Verstärkung der Hauptträger oder der Ersatz der bisherigen Stahlstützen durch solche aus Beton. Denn die Standfestigkeit des so genannten „Retrofits“ der Eastern Bay Bridge wurde in einem vom Army Corps of Engineers erstellten Report ernsthaft in Frage gestellt.
Eine eingehende ökonomische Prüfung im Jahr 1999 ergab zudem, dass eine neue Brücke (unter Berücksichtigung allerdings bereits damals überholter Preise für Beton und Stahl) nur wenige 100 Mio. Dollar teurer wäre, aber wesentlich länger – 75 bis 100 Jahre – halten würde anstatt der geschätzten weiteren 30 Jahre bei einer Sanierung der alten Brücke. Zudem war vorauszusehen, dass ein Neubau auch wesentlich weniger Kosten im Unterhalt verursacht. Die öffentliche Hand entschied deshalb, das gesamte östliche Segment durch einen Neubau zu ersetzen.

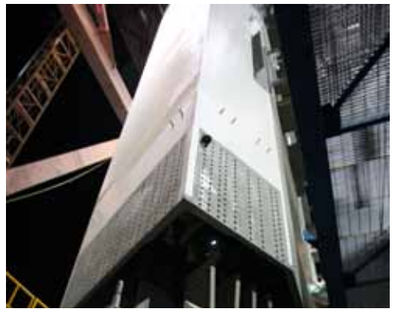
DER NEUBAU

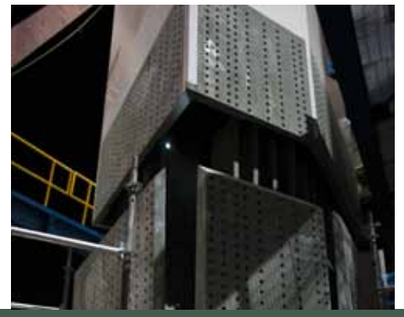
Am 29. Januar 2002, mehr als ein Jahrzehnt nach dem Beben, begann das zuständige California Department of Transportation die Detailplanung des Ersatzes der East Bay Bridge. Ein Expertenteam unter Einbeziehung der Coast Guard erarbeitete verschiedene Optionen für den Bau der neuen Brücke. Die Komission kam darin überein, die Oakland zugewandte, über den

Das Gegengewicht am kürzeren, Yerba Buena Island zugewandten Teil es Brückendecks mit den Führungen des um die Brückenenden geschlagenen Tragkabels

HIGH-TECH IM BRÜCKENBAU







relativ seichten Teil der Bucht geführte, rund 2100 Meter lange Zufahrt zur Hauptbrücke, den so genannten Skyway, als Spannbetonkonstruktion zu errichten. Er wurde als doppelt geführter Viadukt mit Stützweiten von 160 Metern konzipiert und sollte im Freivorbau mit Fertigteilsegmenten erstellt werden.

Die Fundamentierungsarbeiten für dieses Betonviadukt verdienten indessen besondere Beachtung. Weil die Fundamente des Skyway wie vormals bei der alten Brücke nicht tief genug geführt werden konnten, um festen Felsuntergrund zu erreichen, mussten sie in den tieferen Schlammschichten der Bucht Halt finden, die unter jenen weichen Schlammablagerungen liegen, welche auf die ungehemmte Goldwäsche im späten Neunzehnten Jahrhundert zurückgehen. Damals während des Goldrausches in Kalifornien wurde der beim Durchspülen der Erdreiches anfallende Schlamm einfach in die zahlreichen Flüsse der Kalifornischen Tiefebene gepumpt und gelangte so in die San Francisco Bay. Doch auch die tieferen Schichten weisen für den Lasteintrag der Brücke mittels konventioneller Bohrpfähle keine ausreichende Festigkeit auf. Daher bohrte man innerhalb sehr tief niedergebrachter Spundwände gegeneinander gekreuzt röhrenförmige Pfähle mit großem Durchmesser in den Grund. Schließlich wurde der Boden innerhalb der Spundwände mit Beton ausgegossen und im Anschluss mit dem Betonieren der eigentlichen Pfeiler begonnen.

In etwa zeitgleich mit dem Beginn der Gründungsarbeiten für die Brücke schrieb das California Department of Transportation einen Architektenwettbewerb für eine Brücke mit „markantem und eindrucksvollem, einzigartigem Aussehen“ aus. Die Vertreter der örtlichen Behörden staunten nicht schlecht, als sie zur Sichtung der eingegangenen Angebote schritten: Ein einziger Entwurf war eingereicht worden und dessen Ausführung sollte mit Kosten von ungefähr 1,4 Milliarden US-Dollar in etwa doppelt so teuer werden, wie die bisherigen internen Schätzungen vorsahen, die von einem nötigen Budget von 780 Millionen US-Dollar ausgingen. Beim Nachrechnen fiel den Verantwortlichen allerdings wie Schuppen von den Augen, dass sie bei ihren eigenen Schätzungen mit völlig überholten Materialpreisen hantiert hatten. 2004 hatte der rasante Preisanstieg für Stahl und Beton längst eingesetzt; China allein schluckte im laufe des Jahres rund vierzig Prozent der weltweiten Beton-Produktion!

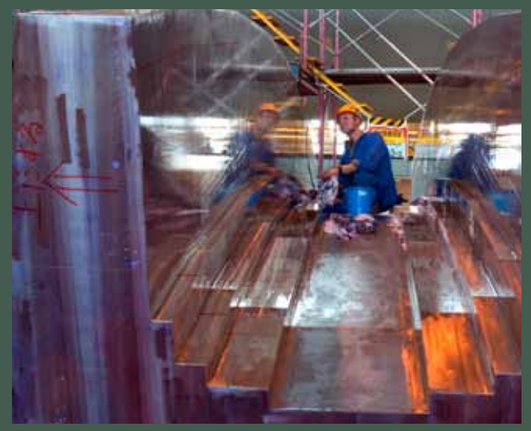
EINE BRÜCKE, DIE IHRESGLEICHEN SUCHT

Andererseits setzte die vorgeschlagene Konstruktion, eine selbstverankerte Hängebrücke, ein sehr aufwändiges Bauverfahren voraus, was seinen Teil zum Kostenanstieg beitrug. Doch eine derartige Hängebrücke würde mit einer Länge von 624,385 Metern und einer Hauptspannweite von 385 Metern weltweit ihres gleichen suchen. Was so gesehen zunächst vor allem der Forderung nach einer „bemerkenswerten“ Brücke zu gehorchen scheint, entpuppt sich bei näherer Betrachtung indes als höchst intelligente Konstruktion die im Lichte der geologischen Gegebenheiten ein Maximum bietet: Diese Konstruktion ermöglichte es nämlich einerseits dank ihrer großen Hauptspannweite, auch größeren Schiffen die Fahrrinne östlich Yerba Buena Island zu befahren und konnte andererseits mit ihrem Hauptturm sicher im Fels auf dem Grund der Bucht verankert werden. Bei einer konventionellen Hängebrücke hingegen hätten die östlichen Enden der Tragkabel in einem massiven schweren Bloch verankert werden müssen, der im tiefen Schlamm in der Mitte der Bucht keinen Halt gefunden hätte.

Bei einer selbstverankerten einhüftigen Hängebrücke wird die vom Gewicht des Brückendecks verursachte horizontale Komponente der Zugkräfte in den Tragkabeln dagegen nicht

INFORMATION

Über den auf dem Hauptpylon der spektakulären neuen Eastern Bay Bridge vorgesehen Kabelsattel laufen die Tragkabel der Konstruktion. Dieses riesige unglaublich präzise zu fertigende Gussteil bestellte der Amerikanische Bauherr in Japan. In den USA gab es kein Unternehmen, dass in der Lage gewesen wäre, dieses Teil in der geforderten Qualität zu fertigen. Daher wurde die Erlaubnis erteilt, die „USA-first“-Restriktion zu umgehen. Die Aufnahmen zeigen den Guss, den Transport und die Enbearbeitung des gigantischen Teils in Japan.



TISCHLEIN WECHSELDICH

in Ankerblöcke und damit ins umgebende Erdreich eingeleitet, sondern im Brückenüberbau, also letztlich die Fahrbahn rückverankert. So konnte der Haupt-Lasteintrag über den Pylon dank der asymmetrischen Ausführung des Bauwerks in Richtung der Insel orientiert werden, wo tragfähiger Untergrund dicht unter der Oberfläche liegt. Doch andererseits hat die Bauform der Brücke zur Folge, dass der Brückenüberbau starken kompressiven Kräften ausgesetzt ist und dementsprechend stabil ausgeführt sein muss. Außerdem ist die Konstruktion erst nach Fertigstellung selbsttragend. Während der gesamten Bauphase muss der Brückenüberbau von einer Hilfskonstruktion getragen werden. Überdies muss wegen der asymmetrischen Form der Brücke ein zusätzliches Gewicht am kürzeren Ende, ein massiger Betonblock, der an den stählernen Brückenüberbau montiert ist, die Brücke im Gleichgewicht halten.

BYPASS AUF ZEIT

Konnte auf der Oakland-Seite der Bay parallel zu den Auffahrten zur alten Brücke einfach ein neuer Skyway begonnen werden, mussten die Fahrspuren der neuen Brücke auf Yerba Buena Island in den gegebenen doppelstöckigen Tunnel einmünden. Das verlangte, um zwei parallel geführte Trassen in zwei übereinander angeordnete Trassen zu überführen, nicht allein die Anlage entsprechender Überwerfungsbauten sondern auch eine freie Zufahrt zum Tunnel. Dieser Raum wurde bislang jedoch von der alten Brücke eingenommen. Einzig mögliche Lösung für dieses Problem: Ein Bypass. Was als Schlussfolgerung so schnell aufdrängt, ist hingegen in der Praxis ein ungemeien komplexes und aufwändiges Unterfangen: Es setzt die Erstellung mehrerer Temporärbauten und eine minutiös getaktete Abfolge ineinandergreifender Einzelschritte voraus. So musste zunächst auf Höhe der Insel südlich der alten in Ost-West-Richtung verlaufenden Brücke eine mehrere hundert Meter lange Ersatzbrücke gebaut werden, auf die der Verkehr während der Demontage dieses Teilstücks der alten Brücke umgeleitet werden konnte. Nachdem dieser Bypass fertiggestellt war, galt es, diesen an die alte Brücke anzuschließen.

Dies geschah – man denke an das alljährliche Aufbauen der Carrera-Bahn in der Weihnachtszeit – durch die Verschiebung eines einzelnen geraden Brückenkompartiments der alten Brücke nach Norden während zugleich ein südlich der Brücke erstelltes gebogenes Kompartiment in den Brückenzug eingeschoben wurde, um so die alte Brücke mit dem temporären Bypass zu verbinden. Der „fliegende“ Umbau der bestehenden Brücke wurde 2007 während eines Wochenendes vollzogen; pünktlich zur Rush Hour am Montag morgen rollte der Verkehr wieder.

Südlich der alten Brücke entstand auf Hilfsstützen ein neues Verbindungsteil während das alte Teil nach Norden verfahren wurde

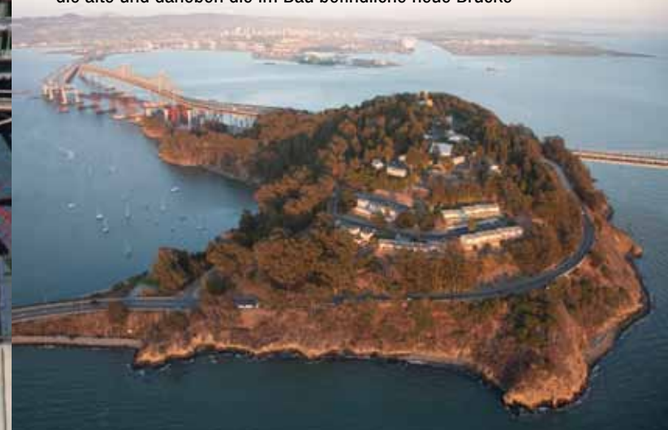
Das neue Verbindungsteil leitet den Verkehr auf die provisorische Umfahrung um; die alte Tunnelzufahrt wird abgebrochen

DER TERMINATOR

War man im März 2003 zu Baubeginn von geschätzen 2,6 Milliarden $ Baukosten ausgegangen, lag die Schätzung zum Beginn der Vorarbeiten für die Hauptbrücke rund zwei Jahre später im Juni 2005 schon bei 6,2 Milliarden $. Wegen der immensen Bedeutung dieser Brücke war man in San Francisco und Oakland davon ausgegangen, dass hierfür Mittel des Staates Kalifornien zur Verfügung stehen. Der steckte jedoch schon Jahre vor der Finanzkrise in tiefroten Zahlen. So schaltete sich Terminator Schwarzenegger ein und ließ Ende 2004 durch sein Büro verlautbaren, dass er aufgrund der absehbaren Kostenetwicklung das Konzept der Hauptbrücke zu den Akten gelegt habe.

Seine Empfehlung lautete, die Brücke nach dem Muster der zu diesem Zeitpunkt schon weit vorangeschrittenen Arbeiten an der Auffahrt als Viadukt zu Ende zu bauen. Was er dabei nicht bedacht hatte, war jedoch, dass die Hängebrücke bereits bis ins letzte Detail durchgeplant war; eine Neuprojektierung sowie ein dafür nötiger temporärer Baustopp dagegen zusätzliche Kosten verursachen und damit den Einspar-Effekt dieser Maßnahme drastisch reduzieren würden. Zudem schaltete sich die Coast Guard ein, denn die Fertigstellung als Viadukt hätte die Fahrrinne östlich Yerba Buena Island für deren Schiffe unpassierbar gemacht. Ein über ein Jahr schwelender Konflikt zwischen Gouverneur und den lokalen Behörden entwickelte sich. Während Schwarzenegger auf seinem Nein beharrte stiegen die Kosten für die Verzögerung innerhalb eines Jahres auf 83 Millionen $. Schließlich einigte man sich auf einen Kompromiss, der beinhaltete, dass für das Befahren der neuen Brücke in westlicher Richtung künftig eine Maut zu berechnen sei.

Überquerung mit Zwischenstopp auf Yerba Buena Island. Links die alte und daneben die im Bau befindliche neue Brücke



THE BIG ONE WIRD KOMMEN...

Die Untersuchungen nach dem Einbruch eines Brückenträgeres der Eastern Bay Bridge während des Loma-Prieta-Bebens förderten eine brutale Wahrheit zu Tage: Die Brücke wäre bei einem erneuten Beben hochgradig einsturzgefährdet. Daraufhin wurden etliche Teile deralten Brücke ersetzt – schließlich musste sie noch einige Jahre halten. Hier zu sehen eine nunmehr beweglich ausgeführte Verbindungsstelle des für diesen Brückenteil typischen Stahlfach-

SCHLUSSSPURT

Nach all diesen Verzögerungen konnte im Herbst 2005 auch mit dem Bau der Hängebrücke begonnen werden. Anfang Oktober diesen Jahres wurde das letzte Segment der Fahrbahn eingebaut. Doch noch ruht die ganze Brücke auf einer Hilfskonstruktion. Unmittelbar darauf starteten die Ingenieure mit dem „Spinnen“ des Tragkabels. Ohnehin schon ein komplizierter, höchst anspruchsvoller Prozess, kam in diesem Fall die besondere Konstruktion der Hängebrücke zum Tragen: Auch wenn der unbedarfte Autofahrer zwei Kabel zu sehen glaubt, handelt es sich in Wahrheit um ein einziges Umlaufendes Kabel, das jeweils vom Hauptpylon zu einer Seite der freien Brückenenden verläuft, von da unter der Fahrbahn hindurch geht und an der anderen Seite wieder den Weg zum Pylon einschlägt. Von dort geht es dann zum gegenüberliegenden Ende der Brücke.

Mittels einer wie eine Achterbahn auf Schienen geführten Spinnvorrichtung wird so Litze für Litze um die Brücke geschlungen, bis am Ende ein rund 75 cm dickes Tragkabel entstanden ist. Nach Fertigstellung des Tragkabels steht sodann der zweite Arbeitsschritt an, der diese Brücke von gewöhnlichen Hängebrücken unterscheidet: Deren Kabel werden von vorne herein zwischen zwei Kabelankern verspannt. Bei einer selbstverankerten Hängebrücke reicht indessen die durch den Spinnvorgang erzielte Spannung nicht aus; das Tragkabel muss vielmehr durch das Anheben des Kabelsattels auf dem Hauptpylon per Hydraulikzylinder unter Spannung gesetzt werden. Erst dann kann das Brückendeck mittels zahlreicher senkrechter Kabel eingehängt und danach die Hilfskonstruktion unter der Fahrbahn abgebaut werden.

Ebenfalls verursacht durch die konstruktionsbedingte Abfolge der Bauschritte können erst nach der Fertigstellung des Kabels die letzten Verbindungsstücke der Hängebrücke zur übrigen Konstruktion eingesetzt werden.

ERDBEBENSICHERHEIT

Als Auslöser für den Neubau wurden der Konstruktion der neuen Eastern Bay Bridge unterschiedliche Szenarien von Beben in der St. Andreas- oder in der Hayward-Spalte zu Grunde gelegt. Die Hauptforderung sieht vor, dass der gesamte Brückenzug einem lokalen Beben bis zur Stärke von 8,5 auf der Richter-Skala standhalten muss. Das führte zu einer Reihe besonderer konstruktiver Lösungen. So war man bei der Analyse von Beben-Schäden an Highways mittels seismischer Simulationen am Computer einem Problem auf die Schliche gekommen: Gerät infolge eines Bebens der Brückenträger (respektive die Fahrbahn) in Schwingung, dann schwingt die gesamte Überkonstruktion; mithin vollführt jeder Pfeiler der Brücke am Auflagepunkt des Überbaus zwangsläufig die gleiche Bewegung. Genau das ist das Problem: Während ausreichend lange Pfeiler an ihrem Ende durchaus eine seitliche Auslenkung von etwa 60 Zentimetern verkraften, führt die gleiche Bewegung bei erheblich kürzeren Pfeilern aufgrund der nunmehr wesentlich größeren Biegekräfte bereits zum Versagen. So unterliegt des gesamte Skyway der Maßgabe einer einheitlichen Stützenlänge. Die „kürzeren“ Pfeiler sind somit in der gleichen Tiefe gegründet wie die langen Pfeiler und können in entsprechend tiefen Schächten frei schwingen.

Gleiches gilt für die Hauptbrücke. Deren 160 Meter hoher stählerner Pylon besteht aus vier einzelnen Schäften, die einerseits für mehr Stabilität bürgen, als ein einziger wesentlich voluminöserer Pylon, andererseits ist hier die Gefahr einer ernsthaften Beschädigung infolge eine Überdehnung weitaus geringer. Während bei der Konstruktion der einzelnen Schäfte eher eine hohe Festigkeit im Vordergrund stand, sind die in regelmäßigen Abständen eingebauten Verbindungsstege, der vier Schäfte so ausgelegt, dass sie großen auftretenden Kräften durch Verformung ihre Energie rauben. Aufgrund dessen lassen sie sich leicht demontieren. Fahrbahn und Hauptpylon haben keine direkte Verbindung und zudem hat man dem Brückenüberbau im Falle eines Bebens einen stattlichen Freiraum zur Bewegung zugestanden, damit er nicht mit dem Pylon kollidiert.

HIGH-TECH LAND OHNE FERTIGUNG?

Zeigte sich in dieser Hinsicht das High-Tech-Land USA von seiner besten Seite, wirft ein anderer Aspekt eher ein zumindest ernüchterndes Licht auf die Großmacht jenseits des Atlantiks: So sahen sich die Bauherren der Bay Bridge gezwungen, bei der Vergabe einzelner Leistungen die „Made in America“ Restriktionen außer Kraft zu setzen. Und das nicht einmal wegen einer möglichen Kostenersparniss bei Materialeinkäufen; für viele der benötigten Bauteile fanden sich in den USA schlichtweg keine Fertigungsstätten, die sich der Komplexität der Fertigung oder der Größe der Teile gewachsen zeigten. So wurde die Fertigung der Teile für den Pylon und den stählernen Überbau der Hängebrücke (aus Kostengründen) nach China vergeben; das 450 Tonnen schwere Gussteil des an der Spitze des Pylons benötigten Kabelsattels wurde in Japan produziert. Auch die geschweißten Umlenkungen des einzigen umlaufenden Trägerkabels, die an der Unterseite der Fahrbahnenden montiert sind, wurden in Japan produziert

INFORMATION

Die Skyline von San Francisco mit dem westlichen Teil der Bay Bridge. Diese Hängebrücke ist nach einer umfassenden Modifizierung für ein starkes Beben gewappnet

Spektakuläre Aktion: Die tausende Tonnen schwere Brücke wurde angehoben, um sie mit neuen Lagern auszustatten

Schwachpunkt der gesamten Brücke: die Verbindungsniete. Sie wurden durch Schrauben aus gehärtetem Stahl ersetzt

Moderne Schwingungsdämpfer unterbinden ein Aufschaukeln der Konstruktion während eines Bebens