

Brückenbau und Baukultur

Die neue Elbebrücke Mühlberg

von Wolfgang Eilzer

In unserem dicht besiedelten Umfeld verdienen Brücken besondere Aufmerksamkeit, damit nicht nur technisch-wirtschaftlich optimale Bauwerke entstehen, sondern jede Brücke sich ebenso optimal in dieses Umfeld einfügt. Das verpflichtet die Bauingenieure über ihre technisch-konstruktiven Fähigkeiten und Kenntnisse hinaus auch die entsprechende Sensibilität zu entwickeln, die Gegebenheiten des jeweiligen Bauwerksstandortes in der Entwurfsphase gebührend zu berücksichtigen.

Einleitung

Brücken werden von den Menschen schon seit Jahrhunderten gebaut, um Flüsse zu queren, Stadtteile, Länder und Kulturen zu verbinden. Sie üben stets eine gewisse Faszination auf die Menschen aus, unabhängig davon, ob es sich um einen kleinen, schlichten Fußgängersteg oder um ein Bauwerk großer Spannweite handelt.

Brücken sind wesentlicher Bestandteil unserer Infrastruktur und Voraussetzung für zeitgemäße Mobilität. Sie prägen das Landschaftsbild oder eine Stadtansicht maßgeblich. Daher dürfen Brücken nicht nur als reine Zweckbauten betrachtet werden, die natürliche und künstliche Hindernisse überwinden. Sie be-

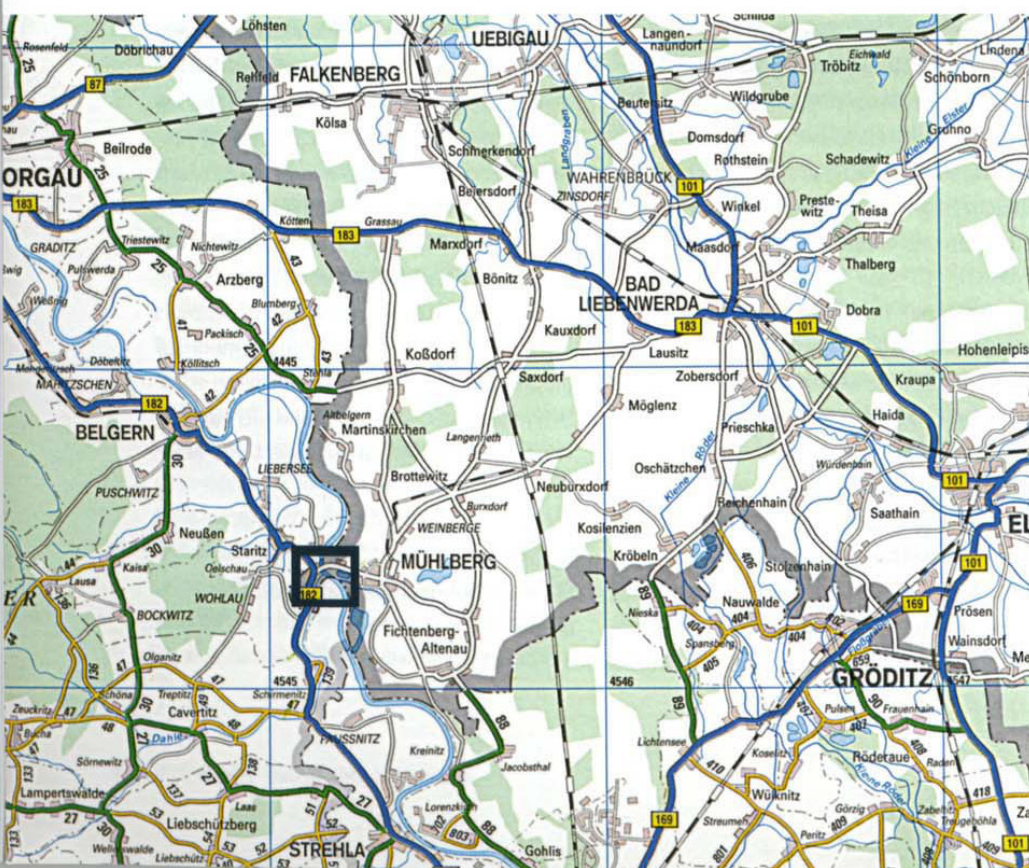
dürfen heute mehr denn je einer ausgewogenen und ansprechenden Gestaltung. Ästhetik, Gestaltung und das Erscheinungsbild in der Umgebung, handwerkliche Umsetzung und Qualität der Bauausführung sind Spiegelbild der baukulturellen Einstellung unserer Gesellschaft und der Innovationskraft von Planenden und Ausführenden. Brücken erreichen im Vergleich zu anderen Bauwerken in der Regel große Abmessungen und werden für eine lange Lebensdauer konzipiert. Deshalb müssen Gestaltung und Funktion gleichberechtigt nebeneinander stehen, wie dies anderen öffentlichen Bauwerken mit größter Selbstverständlichkeit zugebilligt wird. Gute Brücken entstehen aus fundiertem Wis-

sen, Erfahrung und Intuition in Verantwortung gegenüber der Natur, der Kultur und der Gesellschaft. Die notwendige Kombination dieser Fähigkeiten macht den Beruf des Bauingenieurs besonders, unterscheidet ihn von anderen Berufen, denn sie ermöglicht es, Bauwerke bzw. Tragwerke zu entwerfen, die über das Erforderliche und Wirtschaftliche hinaus einen wichtigen Beitrag zur Baukultur leisten. Gute Brücken vereinen die richtige Werkstoffwahl mit vorteilhafter Herstellung, einfacher Unterhaltung, mit Wirtschaftlichkeit, gelungener Einfügung in die Umgebung und der Wahrhaftigkeit der Form.

Da eine Brücke in erster Linie und vor allem ein Tragwerk ist, muss sich ihre Form ableiten aus dem Tragverhalten entwickeln und dieses widerspiegeln: Gestalt und Kraftfluss, Form und Konstruktion bilden eine untrennbare Einheit.

Unter Gestaltung von Brücken verstehen wir den ganzen, vom Bauingenieur durchgeführten Prozess der Formfindung und Formgebung unter Einbeziehung sämtlicher Randbedingungen und Vorgaben rechtlicher, technischer, verkehrlicher, geologischer, wirtschaft-

◀ Lageplan Mühlberg



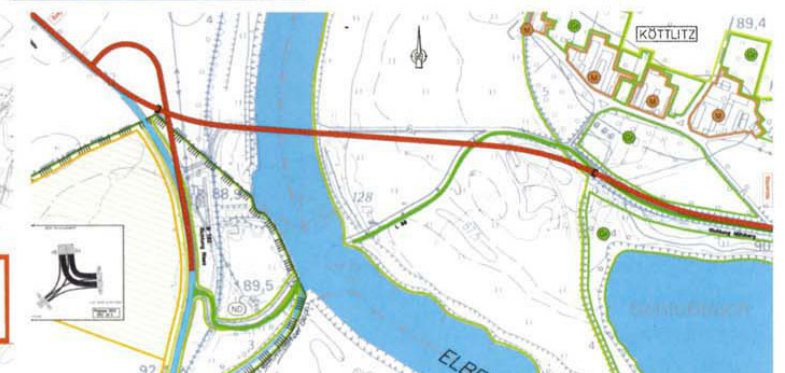
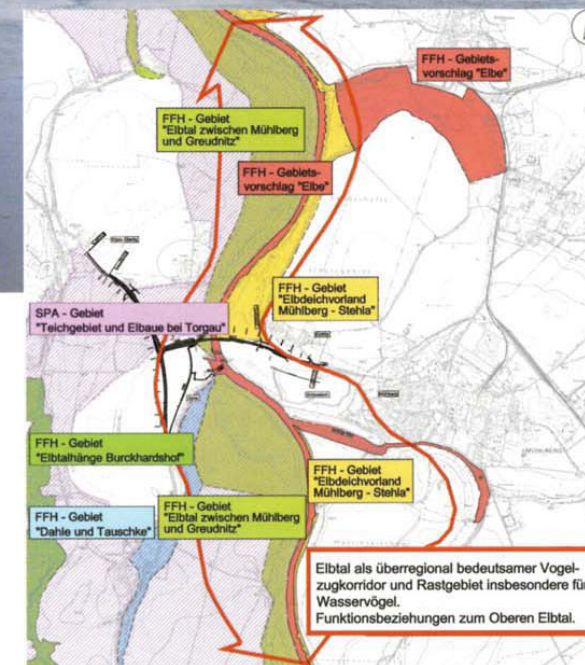
◀ Elbe bei Mühlberg

licher, landschafts- und umwelttypischer Art. Brücken sind so zu entwerfen und gestalten, dass sie die Umgebung, die sie notwendigerweise verbauen müssen, auch angemessen mit entsprechender Baukultur entschädigen. Die Verantwortung dafür trägt allerdings nicht allein der entwerfende Bauingenieur, es geht vielmehr um eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die nicht den Zufällen und der Willkür des Marktes, genauer der billigsten Lösung oder dem günstigsten Angebot überlassen werden darf.

Ideenfindung

Der Ort, an dem eine Brücke entstehen soll, setzt in erster Linie die Maßstäbe für den Entwurf. Der Entwerfende muss auf die Besonderheiten entsprechend eingehen, damit das

◀ FFH-Gebiete am Standort der Elbebrücke



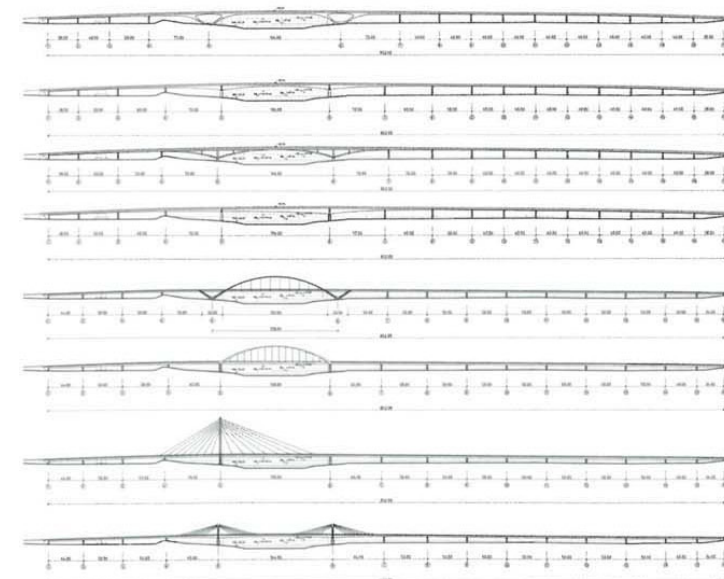
▲ Lageplan Vorentwurf

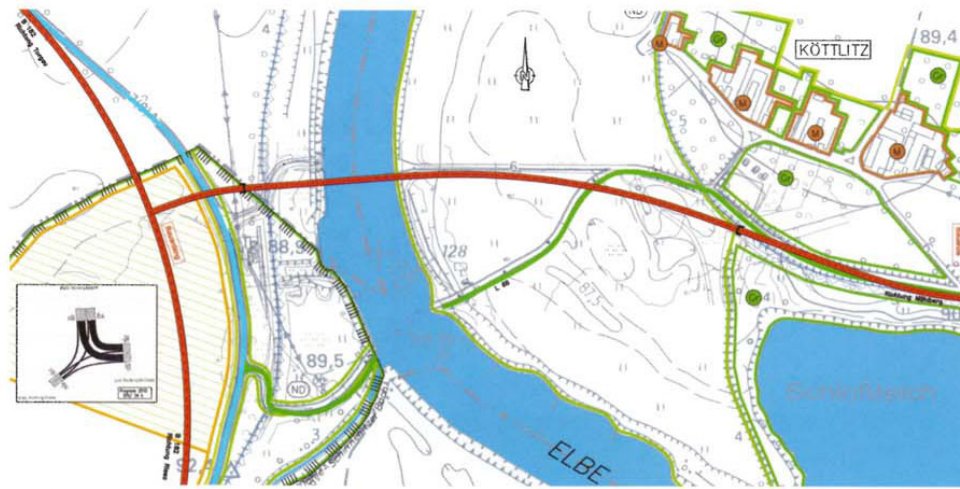
◀ Varianten

Bauwerk den jeweiligen Ort reflektieren kann, so dass im Ganzen und im Detail eine stimmige Lösung entsteht. Jede Brücke ist ein Unikat, sollte es zumindest sein, da der Ort, wo sie gebaut wird, einmalig ist.

Planung und Bau von Brücken lässt sich in verschiedene, aufeinander aufbauende Phasen unterteilen – von der Ideenfindung über den Entwurf bis zur Bauausführung und schließlich Fertigstellung des Bauvorhabens. Entscheidend für die spätere Qualität ist die Phase der Ideenfindung, d. h. die Vorplanung eines Bauwerkes.

In dieser Phase getroffene Entscheidungen legen fest, ob das Bauwerk die Kriterien Ästhe-

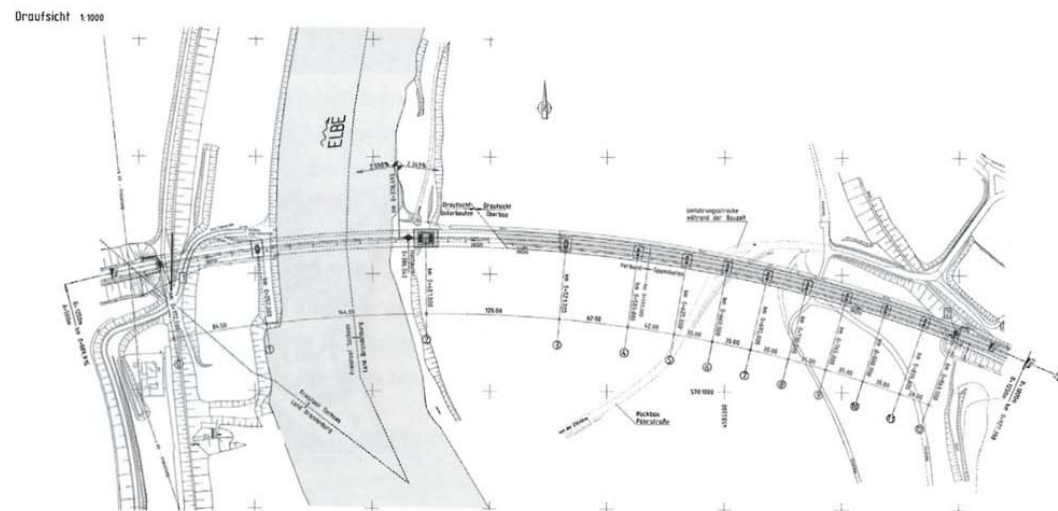
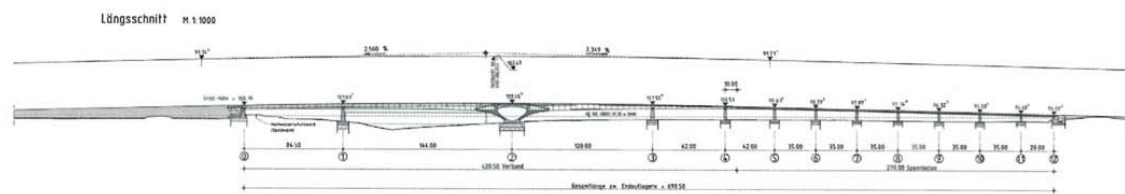




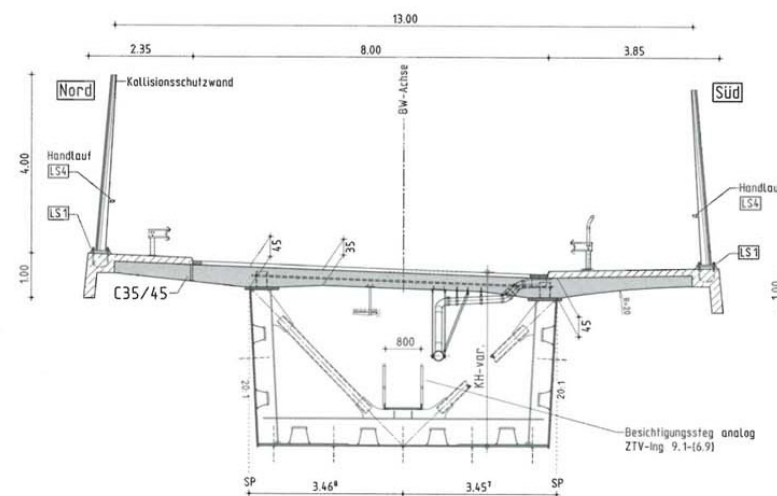
▲ Geänderte Ausbildung des Knotens linkselbisch



▲ Einhüftige Rahmenbrücke



▲ Längsschnitt und Draufsicht



▲ Regelquerschnitt Strombrücke

tik, Wirtschaftlichkeit, Realisierbarkeit, Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit optimal erfüllt wird und ob sich die Menschen später am Ort der Brücke wohlfühlen. Alle folgenden Phasen bauen auf der Vorplanung auf, Änderungs- und Anpassungsmöglichkeiten sind begrenzt.

Aus diesem Grund wurde bei der Planung der Elbebrücke Mühlberg eine umfangreiche Variantenuntersuchung mit verschiedensten Lösungsmöglichkeiten durchgeführt. Die unterschiedlichen Varianten wurden dabei nach einheitlichen Gesichtspunkten bewertet und miteinander verglichen.

Die Stadt Mühlberg liegt am nordöstlichen Ufer der Elbe in Brandenburg, ziemlich genau in der Mitte zwischen den sächsischen Städten Torgau und Riesa. Dort, ca. 20 km flussauf in Riesa und ca. 24 km flussab in Torgau, befinden sich auch die beiden nächstgelegenen Brücken. Dazwischen war der die Elbe querende Verkehr auf die drei Fähren in Strehla, Mühlberg und Belgern angewiesen. Allerdings konnten diese Fährverbindungen wegen Hoch- oder Niedrigwasser und bei Eisgang häufig nicht genutzt werden.

Erste Planungen zum Bau einer Elbebrücke bei Mühlberg stammen aus den 20er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Der Krieg verhinderte ihre Verwirklichung und es dauerte bis Anfang 2000, bevor die Idee einer festen Elbequerung bei Mühlberg vom Freistaat Sachsen und dem Land Brandenburg wieder aufgegriffen wurde.

Das Bauvorhaben liegt in einem sensiblen Landschaftsraum, geschützt durch mehrere europäische Schutzgebietsprogramme. Zudem erstreckt sich westlich der Elbe das großflächige Europäische Vogelschutzgebiet „Teichgebiet und Elbeaue bei Torgau“. Die Elbe selbst ist in diesem Gebiet ein europaweit bedeutender Zugvogelkorridor. Deshalb war im Ergebnis der Umweltplanung und Brutvogelkartierung zur Verhinderung von Vogelschlag gegen den Fahrzeugverkehr auf dem Brückenbauwerk eine beidseitige, 4 m hohe Kollisionsschutzwand anzuordnen. Die Querung der Elbaue erforderte weitere Maßnahmen, um mögliche Beeinträchtigungen für Pflanzenarten, die zum Teil auf der Roten Liste der Länder Brandenburg und Sachsen stehen, auf ein Minimum zu reduzieren.

Grundlage der Vorplanung für die Brücke bei Mühlberg waren die Vorgaben der Straßenplanung. Diese sahen eine Ausbildung des Verknüpfungspunktes der Elbebrücke mit der Bundesstraße B 182, wie im Bild auf der Seite 23 dargestellt, vor. Da die Trasse der Elbebrücke auch die B 182 überquert, führte dies zu einer hohen Gradiente mit einem Hochpunkt nahe der Strommitte.

Ziel der sehr umfangreichen Variantenuntersuchungen war es, ein Bauwerk zu entwerfen, dass sich trotz seiner großen Abmessungen und der großen Hauptstützweite harmonisch in die beschriebene Landschaft einfügt, einen hohen Wiedererkennungswert besitzt, ohne aufdringliche Dominanz, sich wirtschaftlich bauen und unterhalten lässt.

In einem ersten Bearbeitungsschritt wurden diejenigen Tragwerksarten ausgewählt, die grundsätzlich für ein Bauwerk dieser Größenordnung in Frage kommen. Die Abbildung auf Seite 23 unten zeigt die wesentlichen Varianten. Aus dieser ersten Variantenstudie kristallisierten sich als Vorzugslösungen ein beidseitig gevouteter Durchlaufträger, eine Stabbogenbrücke, ein überspannter Balken und ein Rahmenbauwerk heraus. Die Bewertung dieser Varianten nach den Gesichtspunkten Baukosten, Herstellung, Natur- und Landschaftsschutz, Betrieb, Unterhaltung sowie Gestaltung und Einfügung in die Landschaft ergab, dass ein symmetrisches Rahmenbauwerk mit 166 m Stützweite und Stahlverbundüberbau die geeignetste Lösung für die Querung der Elbe an dieser Stelle darstellt.

Im weiteren Planungsverlauf änderte sich die Lage der Achse und die Ausbildung des Knotenpunktes der Landesstraße L 66/Staatsstra-

ße S 21 mit der Bundesstraße B 182. Um die Planungslänge und -neigung zu minimieren, musste die Gradiente im Bereich des westlichen Widerlagers nahe der B 182 möglichst tief liegen (Bild ganz links). Mit dieser neuen, unsymmetrischen Gradiente über der Elbe musste die bisherige Vorzugslösung der symmetrischen Rahmenbrücke aus gestalterischen Gründen verworfen werden.

Da das Rahmenbauwerk wegen seiner kleinen Bauhöhe auf der Westseite und der guten Einhaltung aller Forderungen der Elbeschifffahrt, wie Lichtraumanforderungen und Stützenfreiheit des Mittelwassers, weiterhin die optimale Lösung darstellte, wurde diese Variante in Abstimmung mit dem Gradientenverlauf weiter entwickelt. Als Ergebnis dieses Planungsprozesses entstand für die Strombrücke über die Elbe die Vorzugslösung eines einhüftigen Rahmenbauwerks in Verbundbauweise und einer Stützweite von 144 m, das den unsymmetrischen Gradientenverlauf im Brückenbauwerk widerspiegelt.

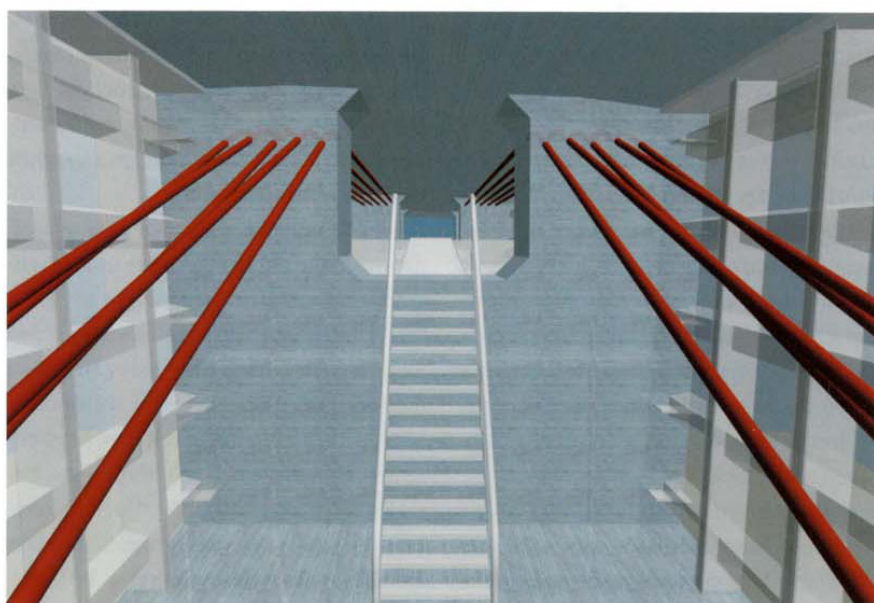
Entwurf und Ausführung

Das neue Brückenbauwerk überspannt die Elbe einschließlich der Polderflächen auf gesamter Länge, da der Bereich zwischen dem rechtselbischen und dem linkselbischen Deich zur Sicherung des Hochwasserabflusses freigehalten werden muss.

Das 690,50 m lange Bauwerk stellt statisch einen Durchlaufträger über 12 Felder dar, der von der Strombrücke mit Stützweiten von 84,50 m + 144 m + 120 m und 62 m und der über 8 Felder durchlaufenden Vorlandbrücke mit 42 m + 6 x 35 m und 28 m gebildet wird. Der Flusslauf der Elbe wird ohne Strompfei-



▲ Pfeiler Achse 2



▲ Vorspannung im Verbundhohlkasten

ler mit einer Stützweite von 144 m überspannt, bei Mittelwasser ist über der Elbe eine lichte Höhe von 11 m vorhanden. Im Grundriss verläuft die Brücke in einem Kreisbogen mit einem Radius von 1.250 m. Der Überbau der Strombrücke ist als Hohlkasten in Stahlverbundbauweise mit schlaff bewehrter Fahrbahnplatte ausgeführt. Die Konstruktionshöhe des Verbundüberbaus ist variabel, sie nimmt vom Widerlager Achse 0 von 3,5 m bis zur Achse 2 zu einer kräftigen, 10 m hohen Voute zu. Im Bereich dieser Voute wird der Überbau in zwei Stiele und ein Zugband aufgelöst. Die

Sprengwerkstiele in Achse 2 bilden einen Halbrahmen und sind durch den durchlaufenden Überbau als Zugband gekoppelt. Anschließend verringert sich die Konstruktionshöhe des Überbaus bis zum Übergang Massivquerschnitt auf 2,20 m. Sowohl aus ästhetischer als auch aus ingenieurtechnischer Sicht stellt die Auflösung des biegesteif angeschlossenen Pfeilers in Achse 2 die Besonderheit dieser Brücke dar. Die um circa 36 ° geneigten Stiele mit ihren ober- und unterseitig jeweils gegenläufig parabolisch gekrümmten Verlauf bilden zusammen mit dem Riegel des Überbaus eine breite, weithin sicht-

PROJEKTBETEILIGTE	
Bauherr	Land Brandenburg und Freistaat Sachsen
Vorhabenträger	Landesbetrieb Straßenwesen, Niederlassung Cottbus, Straßenbauamt Döbeln
Vorplanung, Entwurf und Ausschreibung	Ingenieurgesellschaft Leonhardt, Andra und Partner, Beratende Ingenieure VBI und VIC Brücken und Ingenieurbau GmbH
Landschaftsplanung	Plan T Planungsgruppe
Baugrundbeurteilung, Gründungsberatung	GBA Ingenieurgesellschaft
Gutachter SVB	Prof. Dr.-Ing. Ngugen Viet Tue, König und Heunisch Planungsgesellschaft
Bauausführung	ARGE Elbebrücke Mühlberg Dywidag Bau GmbH/Strabag AG
Subunternehmer Stahlbau	Eiffel, Lauterbourg
Ausführungsplanung	Kinkel und Partner GmbH, Dr. Schütz Ingenieure
Prüfingenieure	Prof. Dr.-Ing. Graße, Prof. Dr.-Ing. Schubert
Bauüberwachung	EHS beratende Ingenieure für Bauwesen

bare Öffnung, die in der Öffentlichkeit inzwischen als „Auge von Mühlberg“ bezeichnet wird. Sie bestimmt das Erscheinungsbild der Brücke maßgeblich. Der Verbund-Überbau geht nahtlos in die Rahmenstiele über. Dabei wird unter Traglasten die Druckkraft von ca. 90 MN aus den Rahmenstielen mit der Zugkraft im Überbau kurzgeschlossen. Die Zugkraft im Überbau nimmt etwa zur Hälfte die im Hohlkasteninnern geführte externe Vorspannung auf. Die andere Hälfte verteilt sich im Normalbereich anteilig auf die Stahlquerschnitte des Bodenblechs einschließlich der Steifen, der Stege, der oberen

Flansche sowie der schlaffen Längsbewehrung der Fahrbahnplatte.

Die Doppelverbundplatte im Überbau in Achse 2, die Verbundrahmenstiele, die Betongelenke und die Bereiche unterhalb der Betongelenke der Stummelpfeiler wurden in selbstverdichtendem hochfesten Beton der Festigkeitsklasse C 55/67 ausgeführt, da die Herstellung mit Rüttelbeton bereits im Entwurf als sehr schwierig eingestuft wurde. Da die Anwendung des selbstverdichtenden und hochfesten Betons im Brückenbau nicht geregelt war, wurde für die betontechnologischen und bemessungsrelevanten Fragen ein Gutachter eingeschaltet. Betongelenke sind gekennzeichnet durch eine außerordentlich hohe Belastbarkeit und Verformungsfähigkeit. Betongelenke eignen sich hervorragend, um den Kraftfluss in Bauwerken zu steuern und Zwangsbeanspruchungen wirkungsvoll zu reduzieren. Bei der Mühlberger Brücke weist die Gelenkhalbsfläche des Betongelenks Abmessungen von 40 cm x 5 m auf, die Stielquerschnittsfläche im direkten Anschluss an das Gelenk hat Abmessungen von 1,60 x 5,50 m.

Um die Betonierbarkeit der Betongelenke und der Rahmenstiele mit ihren hohen Bewehrungsgraden nachzuweisen, wurde ein Probekörper hergestellt, der in Form, Bewehrungsanordnung und Bewehrungsgrad dem tatsächlichen Bauwerk entspricht. Nach dem Erhärten wurde der Probekörper aufgeschnitten, um eventuelle Hohlstellen und das Betongefüge genauer untersuchen zu können. Es zeigte sich, dass der Beton die Bewehrung in allen Bereichen sehr gut umhüllt, Fehlstellen wurden nicht festgestellt.

Die erfolgreiche Herstellung des Probekörpers lieferte den Beweis, dass die Betongelenke aus SVB bei diesem Bauwerk im Hinblick auf den Umgang mit den zur Verfügung stehenden innovativen Werkstoffen die richtige Wahl war. Da auch der Bereich der Stummelpfeiler unterhalb der Betongelenke einen hohen Bewehrungsgrad aufwies, wurden die beiden Köpfe der Stummelpfeiler ebenfalls mit SVB hergestellt.

Die Stahlkonstruktion des Verbundüberbaus wurde über Land mit Mobilkran auf Hilfsjochen hergestellt. Im Bereich der Elbe wurde ein circa 70 m langes Mittelteil des Überbaus eingeschommen und mittels Litzenhebern eingeschoben.



▲ Betonage Probestück

▼ Aufgeschnittenes Probestück



▼ Bewehrung Stumpfpfeiler und Betongelenk





▲▲ Stahlbaumontage

▲ Einheben des Mittelteils

Zusammenfassung

Die Elbebrücke Mühlberg überzeugt sowohl in gestalterischer Hinsicht als auch durch technische Neuerungen in besonderem Maße. Das Bauwerk findet sowohl national als auch international eine große Anerkennung.

Eine besondere Auszeichnung wurde dem Bauwerk am 15. März 2010 in Dresden zuteil, als es mit dem Deutschen Brückenbaupreis 2010 in der Kategorie Straßen- und Eisenbahnbrücken ausgezeichnet wurde. Von der Jury wurde die Wahl wie folgt begründet: „Mit der

neuen, 700 m langen Elbebrücke bei Mühlberg wurde eine schwierige Aufgabe hervorragend gelöst. Das inzwischen als Auge von Mühlberg bekannte Bauwerk überzeugt mit seiner Kombination aus schlichter Eleganz und innovativer Konstruktionsidee. Dank der im Strombereich dadurch möglichen Stützweite von 144 m erfüllt die neue Elbequerung auch die ökologischen Vorgaben optimal.“ Auch beim Preis des Deutschen Stahlbaues 2010 erhielt das Bauwerk eine Auszeichnung und die Institution of Structural Engineers

hatte die Elbebrücke Mühlberg zusammen mit zwei anderen Bauwerken für den Structural Award 2009 in der Kategorie Transportation Structures nominiert.

Autor:

Dipl.-Ing. Wolfgang Eilzer,
Geschäftsführender Gesellschafter,
Leonhardt, Andrä und Partner, GmbH

Literatur

- [1] Leonhardt, Fritz: Brücken: Ästhetik und Gestaltung. Deutsche Verlags-Anstalt, 1990.
- [2] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Straßenbrücken Ingenieur Bau Kunst in Deutschland, 2002.
- [3] Schlaich, Jörg: Zur Gestaltung von Ingenieurbauten oder Die Baukunst ist unteilbar. Bauingenieur, Heft 2, 1986, S. 49–61.
- [4] Bögle, Annette; Schlaich, Mike: Lehre im Bauingenieurwesen – Ganzheitliches, werkstoffübergreifendes Entwerfen und Konstruieren. Beton- und Stahlbetonbau 105, 2010, Heft 10, S. 622–630.
- [5] Eilzer, Wolfgang: Das Auge der Elbe – Straßenbrücke über die Elbe in Mühlberg. Deutsche Bauzeitschrift 8/2010, S. 30–35.
- [6] Eilzer, Wolfgang: Planung und Ausführung der Elbebrücke Mühlberg. Tagungsband Deutscher Stahlbautag 7.–8. Oktober 2010 in Weimar, S. 17–23.



Fertiges Bauwerk das „Auge von Mühlberg“

VBI

IDEEN ENTWICKELN ZUKUNFT REALISIEREN

MIT UNABHÄNGIGEN PLANERN UND BERATERN
VERBAND BERATENDER INGENIEURE VBI

DER VBI IM INTERNET WWW.VBI.DE

BUDAPESTER STR. 31
10787 BERLIN
TEL. 0 30/2 60 62 - 0
FAX 0 30/2 60 62 - 100
WWW.VBI.DE
E-MAIL VBI@VBI.DE