

Bau der neuen Waschmühltalbrücke und Ausbau und Ertüchtigung der alten Waschmühltalbrücke

1. Der Verkehrsweg

Die Bundesautobahn A6 ist eine wichtige Ost-West Verbindung und verbindet den Süden Deutschlands mit Tschechien und Frankreich. Sie führt von der französisch-deutschen Staatsgrenze bei Saarbrücken nach Waidhaus an der deutsch-tschechischen Staatsgrenze. Der Streckenabschnitt bei Kaiserslautern wurde im Dritten Reich mit einem Vorkriegsquerschnitt von 4 Fahrstreifen ohne Standstreifen gebaut. Heute hat die A 6 zwischen den Anschlussstellen Kaiserslautern Ost und Kaiserslautern West noch den alten Vorkriegsquerschnitt. Sie wird aber im Bereich bei Kaiserslautern mit ca. 70.000 Kfz / Tag belastet. Diese 6,15 km lange Strecke stellt dadurch ein äußerst stauanfälliges Nadelöhr dar.

Die beiden in diesem Bereich liegenden Großbrücken - Waschmühltalbrücke und Lautertalbrücke - sind aufgrund ihres hohen Alters äußerst instandsetzungs- bzw. erneuerungsbedürftig. Deswegen wurde festgelegt, den Streckenabschnitt zwischen den Anschlussstellen Kaiserslautern Ost und Kaiserslautern West 6-streifig zu erweitern, die Waschmühltalbrücke auszubauen und die Lautertalbrücke zu erneuern.

2. Die bestehende Waschmühltalbrücke

Die Waschmühltalbrücke ist eine Steinbogenbrücke, die von 1934 bis 1937 unter Mitwirkung des Stuttgarter Architekten Professor Paul Bonatz errichtet wurde. Sie ist ein herausragendes Beispiel für die Gestaltung von Autobahnbrücken dieser Zeit und wirkt auch in heutiger Zeit ansprechend. Aus diesem Grund steht sie seit 1984 unter Denkmalschutz. Prägende Gestaltungsmerkmale sind die schlichte Bogenform, die rote Sandstein-verblendung und das Licht- und Schattenspiel durch den Lichtspalt zwischen beiden Bauwerken.

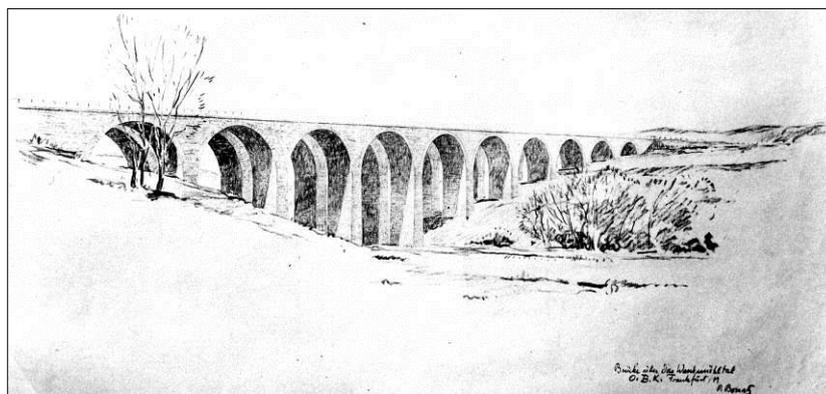


Abb. 1: Zeichnung der Waschmühltalbrücke von Paul Bonatz

Die Fahrbahnen befinden sich auf zwei getrennten, parallel laufenden Brückenteilen mit einem lichten Abstand von 4 m. Die Brücken bestehen je aus 10 Bögen mit lichten Weiten von 18,75 m. Die Gesamtlänge des Bauwerkes beträgt 265 m, sie hat eine maximale Höhe über Grund von 32 m. Die Bögen sind in die konisch nach oben zulaufenden Pfeiler eingespannt, die aus einem Stampfbetonkern und einer Verkleidung aus bossiertem roten Sandstein bestehen. Die

Bögen selbst sind mit dem gleichen Sandstein verkleidet, die Bogenstärke beträgt im Kämpfer 1,40 m und im Scheitel 0,80 m.

Infolge der mangelnden Wasserdichtigkeit der Fahrbahnen und des Mauerwerks sind wesentliche Teile der Traggewölbe durchnässt. Der Bestand wird durch eindringendes, im Winter salzhaltiges Wasser gefährdet.

3. Die neue Waschmühltalbrücke

3.1 Planung

Aufgrund der engen Fahrbahnen und des schlechten Bauwerkszustandes ist zum Ausbau folgender Bauablauf erforderlich:

Zur Aufnahme der Fahrtrichtung Saarbrücken wird ein neues Bauwerk neben der bestehenden Waschmühltalbrücke errichtet. Während dieser Arbeiten verläuft der Verkehr wie gewohnt auf der bestehenden Brücke. Anschließend wird der gesamte Verkehr in einer 4+0 Führung auf die neue Waschmühltalbrücke gelegt und das alte Bauwerk kann umfangreich instandgesetzt werden. Zur Instandsetzung wird auf beide Bogenreihen eine gemeinsame Betonplatte für die Fahrbahn aufgelegt. Durch diese durchgehende Fahrbahntafel verschwindet der heutige Lichtspalt zwischen beiden Bogenreihen. Dadurch wird ein wesentliches Gestaltungsmerkmal verändert.



Abb. 2: Wirkung des Lichtspaltes

Die Planungen für den Ausbau begannen in den 1980er Jahre. Sie scheiterten jedoch an den denkmalpflegerischen Aspekten. Erst in den 2000er Jahren konnte eine Zustimmung des Denkmalschutzes durch die Zusage von mehr Einfluss bei der Bauwerksgestaltung erreicht werden.

An die neu zu bauende Brücke neben der bestehenden Waschmühltalbrücke waren hohe Ansprüche an die Gestaltung, an die Einbindung in die Landschaft und an den Umgang mit dem denkmalgeschützten Bauwerk zu legen. Aus diesem Grund wurde 2006 ein einstufiger Realisierungswettbewerb für die Brückenplanung nach den Regeln der „Grundsätze und Richtlinien für Wettbewerbe der Raumordnung, des Städtebaus und des Bauwesens (GRW)“ durchgeführt. Das Preisgericht unter dem Vorsitzenden Joachim Naumann vom BMVBS kürte einen Siegerentwurf, der umgesetzt wurde und im Nachfolgenden beschrieben ist.



Abb. 3: Siegerentwurf des Wettbewerbs (Ing.-Büro Leonhardt, Andrä und Partner)

Zur Anpassung an die bestehende Waschmühltalbrücke ist die neue Brücke möglichst transparent gestaltet. Das Baudenkmal soll möglichst wenig beeinflusst oder verdeckt werden. Indem die neue Brücke jeweils drei Bogenachsen überspannt, einen schlanken Überbau hat

und auf dünnen Stützen ruht, ist die ungestörte Betrachtung des Baudenkmals sichergestellt. Die neue Brücke stellt ein überzeugendes Pendant zum alten Bauwerk dar.

Der Siegerentwurf wurde mit geringen Änderungen umgesetzt.

3.2 Brückensystem

Die neue Waschmühltalbrücke ist eine 4-feldrige Stahlverbundbrücke mit jeweils 2 Stützen pro Auflagerachse. Sie hat eine Gesamtlänge von 265,50 m und eine Breite von 22,40 m. Die Stützweiten betragen 45,40 m, 2 x 68,10 m, 45,90 m.

Bei dem für den Überbau der neuen Waschmühltalbrücke angewendeten Tragprinzip handelt es sich um eine „extradosed Bridge“. Dieses neue Brückensystem wurde 1988 von dem französischen Ingenieur Mathivat für einen Sondervorschlag des L'Arrêt-Darré Viaduktes entwickelt, der jedoch nicht zur Ausführung kam. Die Idee wurde von japanischen Ingenieuren aufgegriffen und ab 1990 in mehr als zwei Dutzend Brücken in Japan umgesetzt. Die Bezeichnung leitet sich aus dem englischen Wort „extrados“ für „Gewölberücken“ ab. Dieser Begriff zeigt auch die statische Wirkung: Extradosed Bridges sind Brücken mit oben liegender Voute, die jedoch aus flachen Seilen bestehen. Es sind Brücken mit externen, aus dem Querschnitt herausgeführten Spanngliedern bzw. Seilen. Damit wird das Tragverhalten einer Schrägseilbrücke mit dem von einer Balkenbrücke kombiniert. Die Seile wirken wie eine außerhalb des Überbaus liegende Vorspannung und so spannen sie den Überbau der Brücke vor (Tragverhalten einer Balkenbrücke) und außerdem tragen sie den Überbau von einem Mast aus (Tragverhalten einer Schrägseilbrücke).

Dieses neue Brückensystem kann auch als „überspannten Durchlaufträger“ bezeichnet werden. Damit werden recht schlanke Überbauten möglich. Diese statische Folge wird für die Gestaltung der neuen Brücke maßgebend. Der Überbau der Waschmühltalbrücke hat eine Schlankheit von 1:40.

3.3 Überbau

Der Überbau besteht aus biegesteifen Haupt- oder Versteifungsträger, der im Bereich der Auflagerachsen eine zusätzliche Überspannung aus Stahlzuggliedern und einem Stützenmast erhält.

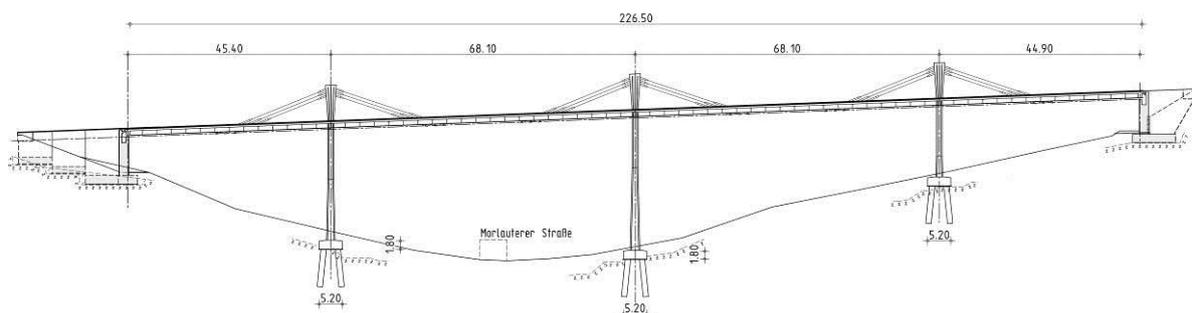


Abb. 4: Längsschnitt

Die beiden Hauptträger sind außen liegende dichtgeschweißte Hohlkästen aus Stahl der Güte S 355. Sie haben eine Breite von 1,50 m und eine Höhe von 1,65 m. Die Zugglieder werden durch Parallellitzenbündel der Güte St 1570/1770 gebildet, die an ihrem oberen Ende an dem Stützenmast fest und am unteren Ende an den Hauptträgern nachstellbar verankert sind. Die Parallellitzenbündel wurden als Schrägkabelsystem ausgeführt. In Querrichtung sind in einem Abstand von 3,24 m Querträger aus Stahl der Güte S 355 angeordnet, auf denen eine 35 cm dicke Beton-Fahrbahnplatte aufliegt, die im Verbund mitwirkt. Die Querträger sind mit den Längsträgern biegesteif verschweißt. Die Betonplatte wirkt nur in Querrichtung im Verbund.

Somit ist problemlos jederzeit ein Austausch der Fahrbahnplatten ohne große Eingriffe möglich.
 Der Überbau ist biegesteif an die Stützen angeschlossen. Nur an den Widerlagern sind Kalottenlager angeordnet.

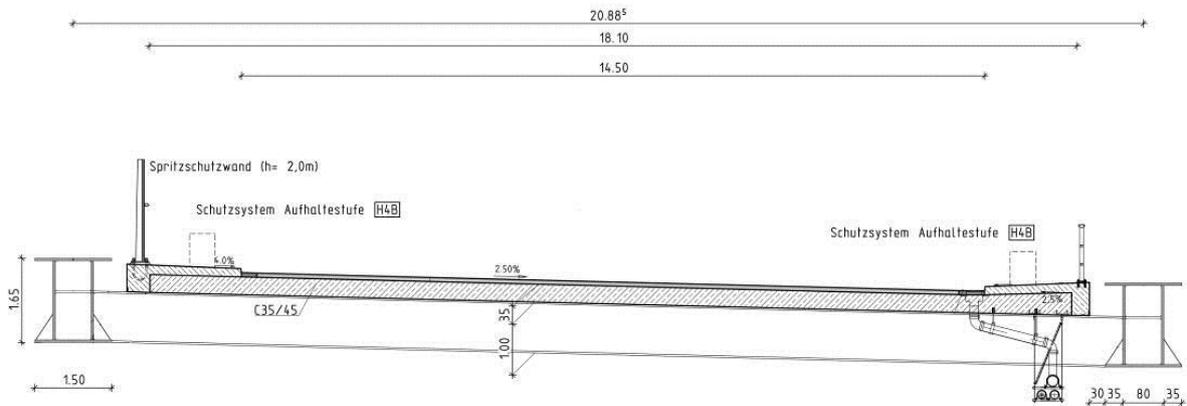


Abb. 5: Regelquerschnitt

3.4 Pfeiler und Maste

Die Stahlbetonpfeiler bilden sowohl in Längs- als auch in Querrichtung zusammen mit dem Überbau einen biegesteifen Rahmen.

Die unterhalb des Überbaus aus Stahlbeton ausgeführten Stützen sind oberhalb des Überbaus als stählerne Maste fortgesetzt. Durch diese Materialtrennung wird die Funktionsweise des „überspannten Durchlaufträgers“ deutlich, die aus einem biegesteif durchlaufenden Hauptträger besteht, der durch Zugglieder aus Stahl an dem Stützenmast verankert, zusätzlich unterstützt und gehalten wird. Konsequenterweise wird diese Einheit - Hauptträger, Mast, Seile - aus demselben Material (Stahl) gefertigt.

Die Maste haben eine Höhe von 8 m über der Fahrbahn und bestehen aus zwei ausgesteiften Blechen, die sich nach unten verjüngen. Diese Form unterstreicht den pendelstabartigen Charakter des Mastes.

Der Mastkopf hat am oberen Ende eine Breite von 2,45 m, so dass die Zugänglichkeit von oben für die Montage und für die Wartung möglich ist. Unterhalb des Überbaus sind die Stützen aus Stahlbeton erstellt, um neben den gestalterischen Gründen auch um eine wirtschaftliche Lastabtragung zu erreichen.

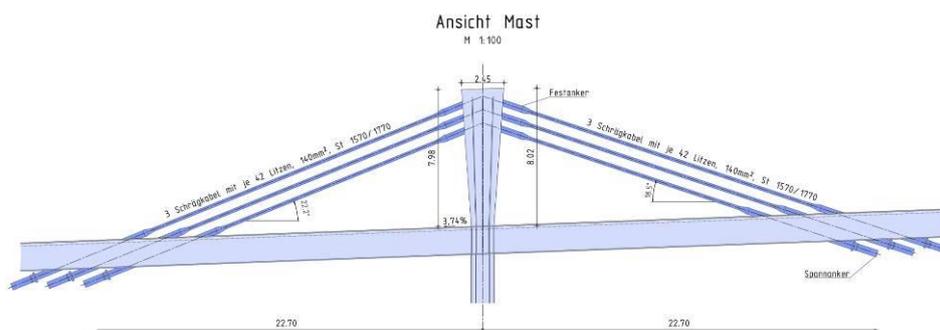


Abb. 6 und 7 Mast und Stütze

Die Stützen weisen dabei in Querrichtung einen konstanten Querschnitt von 1,60 m auf, während der Querschnitt in Längsrichtung variabel ist. Diese Variation orientiert sich an der bestehenden „Waschmühltalbrücke“, die im oberen Bereich ebenfalls konstant ist und nach unten hin in ihrer Dimension zunimmt. Diese Querschnittszunahme findet ihre Begründung auch in der zunehmenden Momentbeanspruchung zur Einsparung hin.

Für die Konstruktion wesentlich ist die biegesteife Verbindung der Maste und des stählernen Überbaus mit den Betonstützen. Sie erfolgt über zwei einbetonierte Ankerbleche. Diese werden im unteren Teil mit Verbundmitteln zur Kraftübertragung versehen. Als Verbundmittel wird eine Kombination von Betondübeln und Kopfbolzendübeln vorgesehen. Beim statischen Nachweis sind nur die Kopfbolzendübel berücksichtigt. Die konstruktiv zusätzlich vorgesehenen Betondübel sind in einem Durchmesser ausgeführt, der eine ähnliche Verbundmittelsteifigkeit gewährleistet. Ziel der zusätzlichen Betondübel ist es eine Laststeigerung des Überbaus über die derzeitigen Bemessungsvorschriften an diesem nicht verstärkbaren Bereich zu gewährleisten.

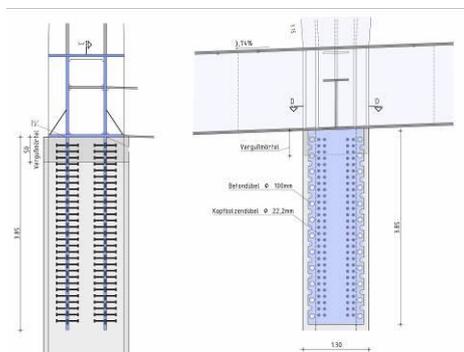


Abb. 8 Verankerung Mast und Stütze

3.5 Parallellitzenbündel

Für die Seilabspannungen standen grundsätzlich 2 Systeme zur Auswahl: Die Verwendung von vollverschlossenen Seile stellt ein erprobtes und bewährtes Bauverfahren dar. Hierfür gibt es eine allgemein bauaufsichtliche Zulassung.

Aufgrund von Vorteilen beim Einbau und der Unterhaltung wurde jedoch schon bei der Ausschreibung im Amtsentwurf Parallellitzenbündel gewählt. Für dieses Verfahren gibt es jedoch noch keine Zulassung, so dass eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) erforderlich war. Grundlage dieser Zustimmung waren umfangreiche Versuche und Materialprüfungen auf Grundlage der fib-Richtlinien 30 („Recommendations for the Acceptance of Stay Cable Systems using Prestressing Steels“ der „federation internationale du beton“). In der Ausschreibung wurde dem Auftragnehmer aufgegeben, sämtliche Voraussetzungen für die notwendige Zustimmung im Einzelfall zu schaffen. Da der Nachunternehmer bereits ähnliche Zustimmungen für die Ziegelgrabenbrücke und die Rheinbrücke Wesel erreicht hatte und somit viel Erfahrung vorlag, konnte eine ZiE zeitgerecht erteilt werden.

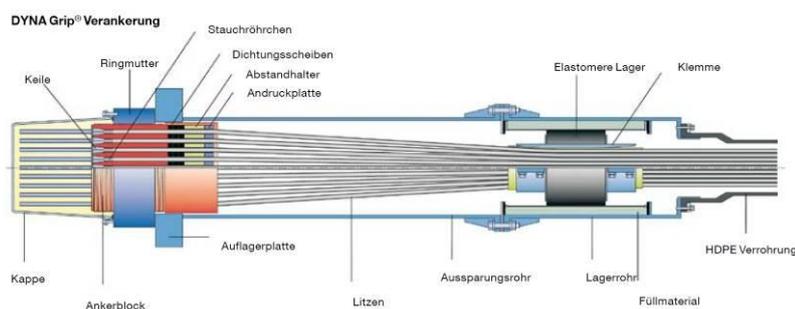


Abb. 7: Parallellitzenbündel des Systems DYNA Grip

Zur Ausführung kommen Parallellitzenbündel des Systems DYNA Grip (Fa. DSI) mit 36 Seilen aus je 42 Litzen \varnothing 15,7 mm. Die 7 drahtigen Litzen sind verzinkt und der Drahtzwischenraum ist mit Wachs ausgefüllt. Die Litzen selbst sind mit PE ummantelt. Als äußere Ummantelung des gesamten Litzenbündels dient ein HDPE Rohr. Am Ankerkopf werden die einzelnen Litzen in einer Ankerplatte mit Keilen befestigt. Auf den Ankerabschluss an beiden Enden wird je eine mit Fett verpresste Stahlkappe aufgesetzt.

Die Seile verlaufen harfenförmig von den Masten in die Hauptträger. Die Verankerungen der Hauptträger liegen etwa in den Drittelpunkten der Feldlängen. Dies ist ein Charakteristikum der extradosed Bridges.

3.6 Überbaumontage

Nach Herstellung der Unterbauten wurden die Hauptlängsträger mittels Hubmontage in ihre endgültige Lage gebracht. Dazu wurden bis zu 40 m lange Längsträgerstücke auf eine Stütze gehoben, exzentrisch aufgelagert und mit einer Abspannung am kurzen Kragarm gehalten. Anschließend wurden die Längsträger miteinander verschweißt und die Querträger eingehängt und ebenfalls eingeschweißt. Dadurch entsteht ein biegesteifes Trägergerüst. Anschließend wird mit konventioneller Schalung die Beton-Fahrbahnplatte in mehreren Abschnitten eingebaut. Erst danach erfolgt der Einbau der Parallellitzenbündel.

4. Ausbau und Ertüchtigung der alten Waschmühlalbrücke

4.1 Planung

Die beiden alten Bogenbrücken mit einer Länge von 265 m mit einem lichten Abstand von 4 m bildeten früher die beiden Richtungsfahrbahnen Mannheim und Saarbrücken. Nach dem Neubau der parallelen Brücke wurden die bestehenden Brücken zu einer Richtungsfahrbahn vereinigt. Dazu war es erforderlich über beide Bogenbrücken eine gemeinsame Stahlbetonfahrbahnplatte zu legen.

4.2 Ausbau und Ertüchtigung

Die neue Fahrbahnplatte liegt im Brückenbereich flächig auf beiden Bestandsbauwerken auf. Bis auf den Festpunkt in der Mitte des nördlichen Teilbauwerks und die Querfesthaltung in den Widerlagerachsen ist die Fahrbahnplatte schwimmend auf einer Gleitfläche aufgelagert. Die Fahrbahnplatte hat eine Länge von ca. 230,00 m, eine konstanten Breite von 21,15 m und hat in Querrichtung eine veränderlichen Dicke zwischen 40 cm und 84 cm auf. Der 4,00 m breite Zwischenraum zwischen den Bestandsbauwerken wird von der Fahrbahnplatte frei überspannt.

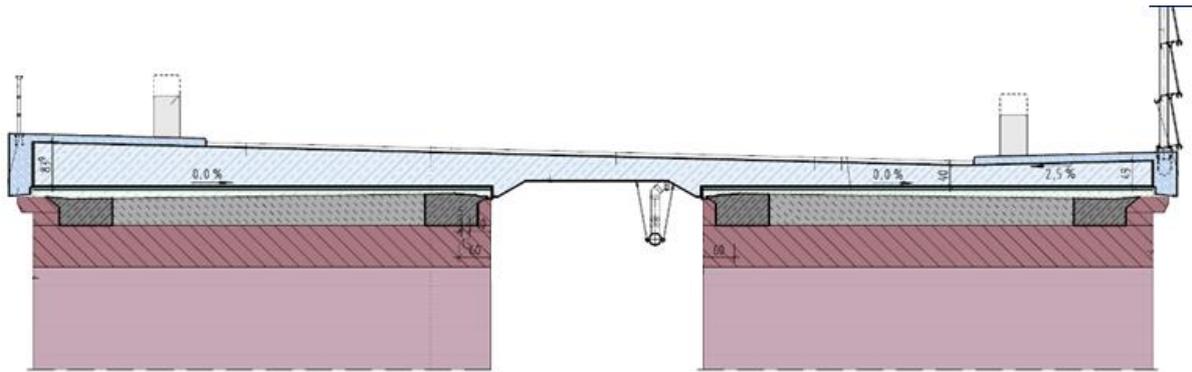


Abb. 8: Stahlbetonfahrbahnplatte über den bestehenden Bogenbauwerken

Nach dem Abbruch der vorhandenen Fahrbahnplatte und Kappen wurde zunächst ein unbewehrter Betonausgleich mit einer Feinbetonschicht mit hohen Ebenheitsanforderungen aufgebracht. Darauf wurde eine Gleitfolie aufgebracht, die Schwind- und Temperaturbewegungen der Fahrbahnplatte zwängungslos ermöglichte. Lediglich im Bereich der inneren Bogenränder wurden wegen der dort lokal auftretenden Pressungsspitzen Streifengleitlager mit einer höheren zulässigen Druckspannung angeordnet. Eine unplanmäßige Auflagerung der Fahrbahnplatte auf dem Bogenrand wird durch das Einlegen einer Weichstoffplatte aus Zellkautschuk ausgeschlossen. Auf der verlegten Gleitfolie wurde unmittelbar nach Einbau als Schutz gegen mechanische Beschädigungen zunächst eine dünne unbewehrte Betonschicht aufgebracht. Darauf kam die neue Stahlbetonplatte. Die Gesimskappen stehen seitlich 15 cm über das bestehende Sandsteingesims über. Zwischen den Wartungswegen und der Fahrbahn sind auf den Brückenkappen Schutzzeineinrichtungen angeordnet. Der seitliche Brückenabschluss erfolgt mit einem Stahlholmgeländer.

Da die Flächengleitlager und Streifengleitlager keine genormte Bauweise ist und keine Zulassungen besitzen, musste für die Verwendung eine Zustimmung im Einzelfall erteilt werden.

5. Zusammenfassung

Die neue Waschmühltalbrücke besteht aus einem neuen und innovativen Bauwerk, das technisch schwierig ist und in Anpassung an das bestehende Bauwerk höchsten Ansprüchen genügen muss. Besonders innovativ sind das Tragsystem einer extradosed Bridge, die Ausführung mit einem System aus außenliegenden Hauptträgern, Querträgern, Maste und Pfeiler und der Einsatz von Parallellitzenbündel.

Die beiden Bogenbrücken der alten Waschmühltalbrücke wurden durch das Aufbringen einer gemeinsamen Stahlbetonfahrbahnplatte ausgebaut und ertüchtigt. Eine besondere Anforderung bestand in der Planung und Ausführung der Ausdehnungsmöglichkeit der Platte.