



Foto: ARCADIS 2011

Die sanierte historische Eisenbahnbrücke an der Strecke Friedrichsdorf – Brandoberndorf



Der Dienstgehsteig vor ...



... und nach der Sanierung

Bundsgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauwerken, Berlin Fit für die nächsten 50 Jahre

Der Oberbau der historischen Eisenbahnbrücke an der Strecke Friedrichsdorf – Brandoberndorf wurde durch eine neue Fahrbahn instand gesetzt, die in Kombination mit dem Unterbau gleichzeitig als Abdichtung fungiert. Zementinjektionen und Anker verbessern die Festigkeit der Bausubstanz und sorgen für höhere Standsicherheit des gesamten Bauwerks. Die Instandsetzung der Brücke war für alle Beteiligten eine große Herausforderung. Die Arbeiten konnten nach den Vorgaben des Auftraggebers, dem Verkehrsverband Hochtaunus (VHT), nur bei laufendem Betrieb stattfinden. Für die Maßnahme stand lediglich ein Zeitfenster von drei vollen Tagen zur Verfügung.

Rita Jacobs |
Hans Joachim Rosenwald

Das Schicksal der Taunusbahn war längst beschlossen. Allein die betroffenen Kommunen im Hochtaunuskreis wollten sich damit nicht abfinden und gründeten einen Zweckverband mit dem Ziel, die Bahnverbindung zu erhalten. Für 1,40 Euro ging 1989 die 29,5 km lange Strecke zwischen Brandoberndorf und Bad Homburg/Frankfurt/M. in den Besitz des Zweckverbands über. Der Verkehrsverband Hochtaunus betreibt die Strecke seitdem und das mit Erfolg: Entgegen aller Prognosen ist die Zahl der Fahrgäste seit 1989 von 1.500 auf über 9.000 gestiegen. Moderne Züge mit hohem Komfort, Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit sorgen für hohe Attraktivität der einst totgesagten Strecke.

Der Hochtaunus ist damit ein Stück näher an den Ballungsraum Frankfurt und seine Arbeitsplätze gerückt.

Vor diesem Hintergrund ist das enge Zeitfenster zu verstehen, in dem die Instandsetzungsarbeiten an der etwa in der Mitte der Strecke angeordneten Brücke Hausen (Bahnkilometer 14,619) durchgeführt werden mussten. Im Sinne der Fahrgäste und seines guten Rufes wollte der Verkehrsverband die Ausfallzeiten auf ein Minimum reduzieren. Ein Teil der Arbeiten musste daher unter Betriebsbedingungen durchgeführt werden.

Das Bauwerk

Genauere Unterlagen über die eingleisige Eisenbahnbrücke sind nicht mehr vorhanden. Da 1895 erstmals Züge zwischen Bad

Homburg und Usingen verkehrten, ist jedoch davon auszugehen, dass sie gegen Ende des 19. Jahrhunderts gebaut wurde. Sie wurde als Drei-Feld-Gewölbebrücke konstruiert. Die drei Bögen haben eine mittlere Spannweite von 6,7 Metern. Dabei gründen die seitlichen Pfeiler rechts und links in einer Böschung und sind fast bis zur Kämpferlinie angeschüttet. Der mittlere Bogen des rund 6,5 Meter hohen und etwa 5,50 Meter breiten Bauwerks ist in voller Höhe unterfahrbar. Beidseitig der 25 Meter langen Brücke sind Dienstgehsteige vorhanden.

Die Pfeiler aus einer Bruchsteinmauerwerkschale sind im Inneren mit Steinmaterialien in unterschiedlich festem Verbund angefüllt. Die Gewölbebögen bestehen aus Ziegelmauerwerk; der Überbau aus Füllmauerwerk und einer Abdichtungsebene mit Entwässerung zu den Widerlagern und zum Gleisbett. Er ist im Bereich der Gewölberücken mit losem Steinmaterial verfüllt, das bei der Bestandserhebung durch die Firma Arcadis, die das Instandsetzungskonzept entwickelt hat, stellenweise vermörtelt vorgefunden wurde. Die Dienstgehsteige bestehen aus Stahlbeton.

Bereits 1973 und 2004/2005 wurden Instandsetzungsmaßnahmen am Überbau und an der Tragkonstruktion des Viadukts

durchgeführt. Dabei erhielt der Überbau eine neue Abdichtung, das Mauerwerk der Pfeiler und Gewölbe wurde verpresst. Aus dieser Zeit stammt auch die 5 Zentimeter dicke, bewehrte und rückverankerte Spritzbetonschale auf den Seitenflächen und den Gewölberücken, 2004/2005 wurden die Pfeiler zusätzlich über Anker gesichert.

Befund

Die Konstruktion zeigte deutliche Schäden aus Witterungseinflüssen und Durchfeuchtungen. Sichtbare Mörtelfugen waren zum Teil nicht mehr intakt, viele Pfeiler wiesen deutliche vertikale Überlastungsrisse auf. Netzartige Risse in den Spritzbetonschalen waren ebenso zu erkennen wie Wasserausstritte und teilweise Abplatzungen. Für Passanten und Verkehr drohte Gefahr durch eventuell herabfallende Mauerwerks- bzw. Putzteile. Unsicher waren auch die Dienstgehsteige. Sie wiesen vor allem an der Geländer-Verankerungen Abplatzungen, Gefügestörungen und Risse auf.

„Von oben durch defekte Abdichtungen eindringendes Wasser“, erklärt Projektleiterin Nicole Geb von Arcadis die Schäden, „hat dazu geführt, dass im Laufe der Zeit die Bindemittel ausgewaschen wurden. Dadurch wurde das Mauerwerksgefüge teilweise zerstört. Die Folge war eine Verringerung der Tragfähigkeit.“ Zwar habe eine 2008 erstellte Bestandsstatik ergeben, dass eine ausreichende Standsicherheit gegeben ist, langfristig sei aber von einer Beeinträchtigung der Tragfähigkeit auszugehen. Da mit fortschreitender Zerstörung des Mauerwerksgefüges während der Wintermonate zu rechnen war, sollte die Brücke so schnell wie möglich instand gesetzt werden.

Ziel des Instandsetzungskonzeptes war, die sichere Nutzung der Brücke für die nächsten 50 Jahre zu gewährleisten. Dies sollte durch Realisierung eines umfangreichen Maßnahmenkataloges geschehen, der im Detail folgende Arbeiten vorsah:

- Herstellung der Tragfähigkeit des Mauerwerks,
- neue Abdichtung des Überbaus,
- Verschließen von Klüftigkeiten und Wasserdichtheiten,
- Ausstemmen und Erneuern von geschädigten Fugen,
- Herstellung der ursprünglichen Ansicht mit gemauerten Gewölben.

Instandsetzung des Überbaus

Zur Abdichtung des Überbaus wurden im Vorfeld zwei Varianten diskutiert: Entfernung und Ersatz der alten Schottertröge durch neue sowie Aufbau einer neuen Ab-

dichtung bzw. Einbau einer festen Fahrbahn aus Ortbeton oder Fertigteilen. Da die erste Variante besonders im Hinblick auf den engen zeitlichen Rahmen kaum zu leisten war und wahrscheinlich erhebliche Schädigungen der vorhandenen Gefügestruktur die Folge gehabt hätte, kam die zweite Variante – die feste Fahrbahn aus Fertigteilen – zum Einsatz. Diese in Abstimmung mit dem Eisenbahnbundesamt entwickelte und realisierte Lösung sah vor, auf der vorhandenen Konstruktion ein neues Gleisbett aus Betonfertigteilen zu verlegen, die in Kombination mit einem entsprechendem Unterbau gleichzeitig als Abdichtung fungieren soll. Damit der enge Zeitplan eingehalten werden kann, war geplant, sämtliche vor Ort anfallenden Arbeiten mit frühesten Mörteln oder Betonen auszuführen.

Zur Ausführung der Arbeiten stand lediglich ein verlängertes Wochenende zur Verfügung. Entsprechend den Vorgaben des Verkehrsverband Hochtaunus wurde die Strecke Donnerstagabend gegen 21 Uhr gesperrt und am Montagmorgen um 4.30 Uhr – zunächst als Langsamfahrstrecke – wieder freigegeben. In der dazwischen liegenden Zeit arbeiteten 25 Mitarbeiter der Kasseler Spezialfirma w + s Bauinstandsetzung GmbH, einem Mitglied der Landesgüttegemeinschaft Betoninstandsetzung und Bauwerkserhaltung Hessen-Thüringen e.V., in drei Schichten rund um die Uhr an der rechtzeitigen Fertigstellung der Instandsetzungsmaßnahme.

Zunächst räumten sie die alten Gleise von der Brücke ab, beseitigten lose Verfüllungen und Steine und stellten ein Planum aus frühhochfestem stahlfaservergütetem Feinbeton zwischen 10 und 40 Zentimetern Dicke her. Die Frühfestigkeit betrug 25/N/mm² nach 4 Stunden, der Fasergehalt 0,15/9,00 mm langer Fasern ca. 70 kg/m³. Die Oberfläche wurde so hergestellt, dass die

Fahrbahn-Fertigteile ohne Toleranzen auf dem Planum verlegt werden konnte. Samstags erfolgte dann die Montage der Fertigteile des Gleisbettes. Die Elemente mit Abmessungen von 5,50 x 5,00 x 0,25 Metern waren bereits langfristig im Vorfeld von der w + s Bauinstandsetzung GmbH in Zusammenarbeit mit Railone (System Rheda 2000) im Stellwerk Usingen entsprechend dem Brückenradius millimetergenau vorgefertigt und gemäß ihrer späteren Position nummeriert worden. So konnte vor Ort die Montage in der richtigen Reihenfolge sichergestellt werden.

Nach Einbau, Ausrichtung und Befestigung der einzelnen Platten wurde am Sonntag frühhochfester, thixotropierter Mörtel mit einer Festigkeit von 25 N/mm² nach 4 h über eine druck- und mengengesteuerte Anlage zwischen Fertigteil und Planum eingepresst. Etwa 12 Stunden später konnte die Konstruktion mit der Stopfmaschine befahren und die Strecke am frühen Montagmorgen rechtzeitig wieder freigegeben werden. Ebenfalls aus Fertigteilen ausgeführt wurden die Dienststege, die jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt nach bereits erfolgter Freigabe der Strecke angebracht wurden.

Instandsetzungsarbeiten an Pfeilern und Gewölben

Nach Fertigstellung des Oberbaus erfolgte die Instandsetzung der Pfeiler und Gewölbe. Dabei wurde zunächst die Spritzbetonschale abgetragen. Die Arbeiten mussten wegen des angegriffenen Mauerwerks möglichst erschütterungsarm ausgeführt werden.

Die Tragfähigkeit des Mauerwerks sollte durch die Injektion einer Feinzementsuspension mit Trasszusatz wieder hergestellt werden. Dazu wurden in den Pfeilerkörpern und im Gewölbe Einpressbohrungen mit ca. 30 bis 40 Millimeter Durchmesser



Fertiggestellte Bahnstrecke – Blick nach Usingen

und bis zu maximal 2 Meter Tiefe angelegt. Der Bohrlochabstand betrug 50 Zentimeter. Die Voruntersuchungen hatten unter anderem ergeben, dass das Mauerwerk in Teilbereichen schlammartige Bestandteile enthält. Um den Kraftschluss durch das Injektionsgut nicht zu behindern, wurden die Bohrungen vor der Injektion gründlich gespült, wodurch auch Teile des Schlammes mit entfernt wurden. Aus Rücksicht auf den angegriffenen Zustand des Baukörpers erfolgte die Injektionen mittels einer druck- und mengengesteuerten Injektionsanlage über Quetschpacker mit einem niedrigen Druck von maximal 3 bar bei einer Verpressrate von 1 bis 3 l/min.

Zur Aufnahme von Querzugspannungen und um den inneren Zusammenhalt der Baustanz sicher zu stellen erfolgte zusätzlich

eine Vernadelung des Mauerwerks mit Gewindestangen aus A4-Material. Bei den Brückenpfeilern wurden insgesamt 6 Anker in der Quer- und 4 Anker in der Längsachse eingebracht.

Da eine Wiederherstellung der Mauerwerksoberfläche nicht mehr möglich war, entschloss man sich, eine verankerte, bewehrte, 10 Zentimeter dicke Spritzbetonschale einzubauen. Dazu wurde die Oberfläche staubarm mit einem Hochdruckwasserstrahl vorbereitet, geschädigte Fugen wurden ausgeräumt und mit Trass-Zementmörtel, Körnung 0 bis 2 Millimeter, im Trockenspritzverfahren verfüllt und geglättet. Ausgebrochene Mauerwerkssteine mussten ersetzt bzw. Fehlstellen mit Spritzbeton verfüllt werden.

Insgesamt konnte durch die Maßnahmen

eine konstante, deutlich verbesserte Festigkeit und damit eine höhere Standsicherheit des gesamten Brückenbauwerks erreicht werden. Umfangreiche und gründliche Vorbereitungen der Arbeiten und die darauf basierende hohe Qualität der Ausführung, die zusätzliche durch die dafür anerkannte Prüf- und Überwachungsstelle der Bundesgütegemeinschaft Instandsetzung von Betonbauteilen kontrolliert wurde, sorgten für große Terminalsicherheit und ermöglichten es, sämtliche Arbeiten planmäßig innerhalb eines Jahres abzuschließen. Die Güteüberwachung wurde gemäß der Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton durchgeführt.

► www.betonerhaltung.com



Unterpressarbeiten über das Einfüllstutzen-Kupplungsstück



Fertigteile für das Gleisbett



Einbau und Abziehen des Spritzbeton-Planums



Ausrichten der Gleisbett-Fertigteile