

Schweizerische Bauzeitung

TEC21

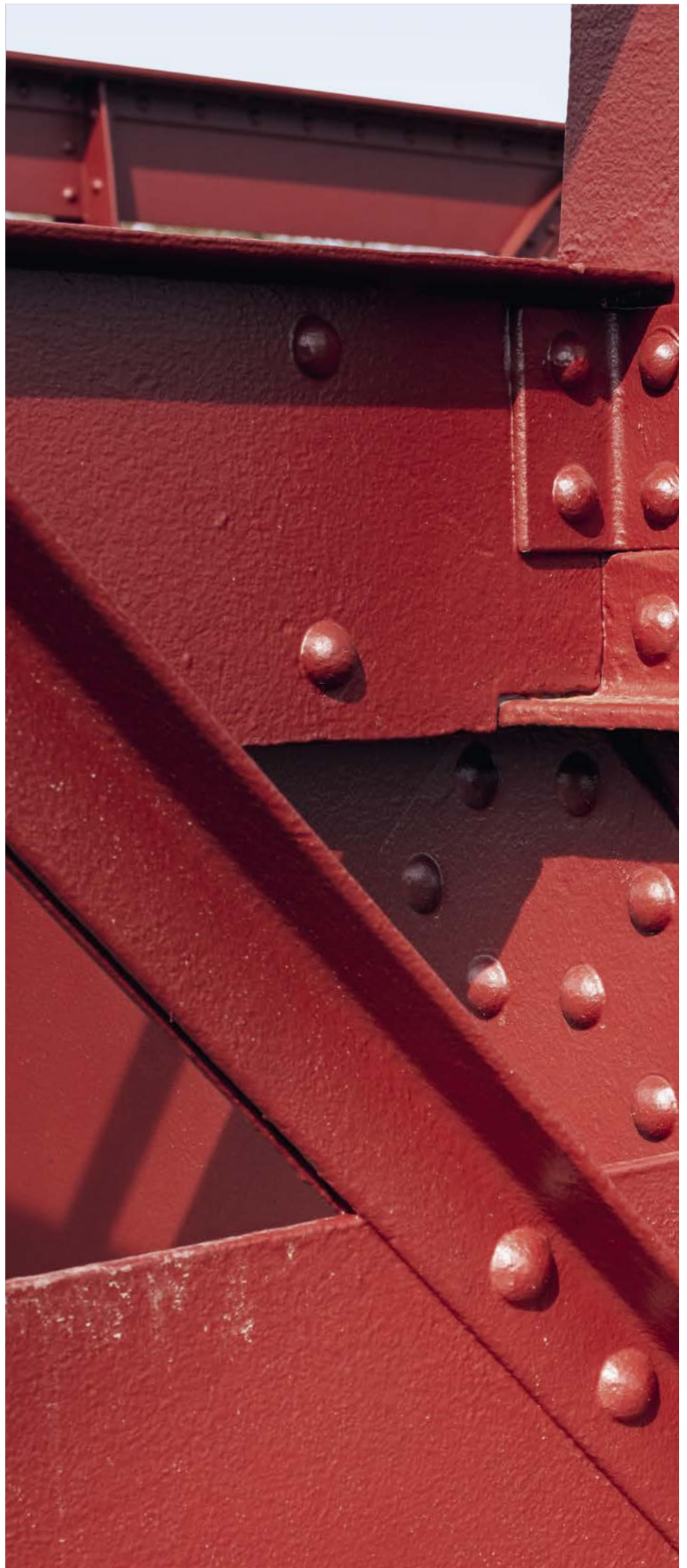
10. September 2021 | Nr. 27

(Nicht) neu
genietet

**Instandsetzung zweier historischer
Vorbrücken aus Eisen**

Klosterbrücke Wettingen:
komplett zerlegt

Thurbrücke Eschikofen:
Substanz konserviert



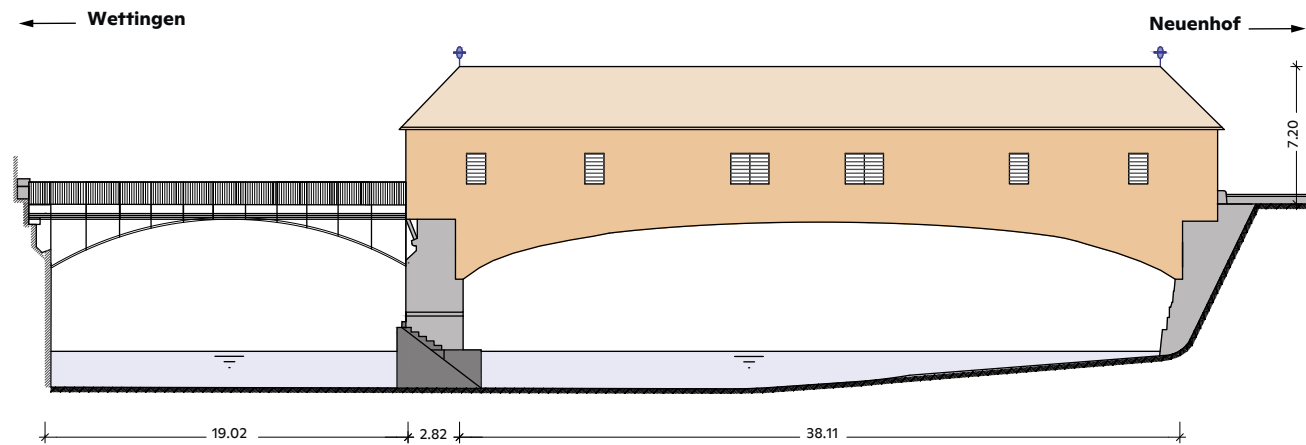


Sie ist eine der letzten historischen Holzbrücken im Kanton Aargau und im Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz aufgeführt: die 1819 erbaute Brücke auf der Klosterhalbinsel, die Neuenhof und Wettingen verbindet. Nun wurde die Konstruktion instand gesetzt.

Komplett zerlegt

Das denkmalgeschützte Duett aus einer Holz- und einer genieteten Eisenbrücke über die Limmat zwischen Neuenhof und Wettingen erhielt eine drastische Verjüngungskur. Die Ingenieure von Staubli, Kurath & Partner liessen die Eisenbrücke dafür in ihre Einzelteile zerlegen.

Text: Clementine Hegner-van Rooden



Von Wettingen führt zunächst die rund 20 m lange und 5.4 m breite **Eisenbrücke von 1887** über die Limmat und im Anschluss die 3.8 m hohe und 5.2 m breite **Holzbrücke von 1819**. Die mit einem Walmdach gedeckte, 38 m lange Holzbrücke wird dem Laufener Zimmermann und Baumeister Blasius Balteschwiler (1752–1832) zugeschrieben.

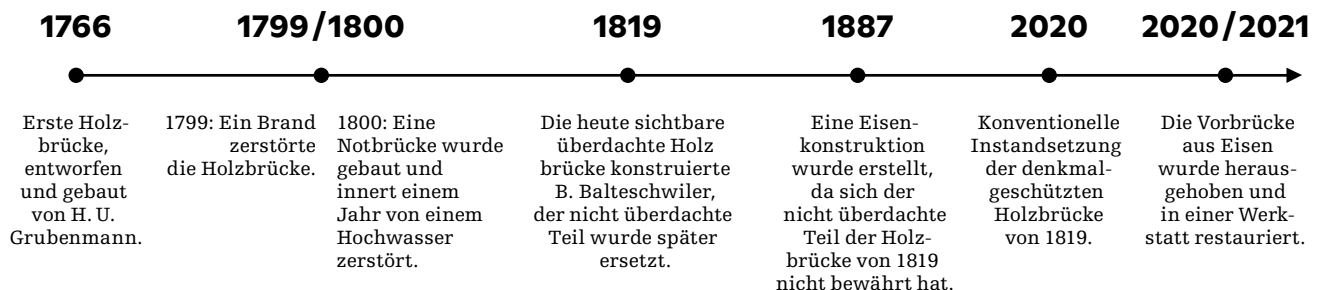
Sie ist ein besonderer Ort: die Klosterhalbinsel in der Limmatschleife bei Wettingen im Aargau. Das 1227 hier gegründete Kloster war über Jahrhunderte ein Ort der Stille und der Einkehr. Für die Verbindung zwischen Wettingen und Neuenhof sorgte ab dem 13. Jahrhundert ein Fährtbetrieb über die Limmat, aus dem das Kloster grossen Nutzen zog.¹ 1766 beauftragte der damalige Abt Kaspar Bürgisser den bekannten Teufener Zimmermann Hans Ulrich Grubenmann (1709–1783) mit dem Bau einer 61 m langen Holzbrücke. Sie war bereits ein Jahr später fertig – inklusive Zollhaus.² Grubenmann konstruierte diese gedeckte und verschaltete Brücke aus zwei verzahnten und geschraubten Holzbögen, die sich aus je sechs aufeinander gelagerten Balken aus Tanne zusammensetzten. Diese Bögen trugen die Fahrbahn und das Dach über verschraubte Zangenpfosten. Die Zeitgenossen bezeichneten diese mutige Konstruktion über eine so grosse Spannweite als Wunderwerk der Technik.³ 35 Jahre später steckten die französischen Truppen diesen beeindruckenden Bau in Brand, als sie von den Österreichern unter Erzherzog Karl zurückgedrängt wurden.² Die danach erstellte Notbrücke fiel innert Jahresfrist einem Hochwasser zum Opfer, sodass man sich in den Jahren danach wieder mit einem Fährtendienst behelf.

Als Zeitzeuge zum Denkmal

Erst 1819 errichtete man eine neue, aus zwei Jochen bestehende Brücke mit einem Mittelpfeiler in der Limmat. Das linksufrige Joch entspricht der noch heute erhaltenen Konstruktion: eine gedeckte Holzbrücke aus einem Hänge- und einem Sprengwerk. Das rechtsufrige Joch bestand ursprünglich aus einem einfachen, nicht überdachten Sprengwerk, das aufgrund der Witterungsschäden 1886/87 durch eine genietete Eisenkonstruktion mit unten liegendem Bogentragwerk ersetzt wurde. Die Eisenbrücke ist aus Flusseisen⁴ gefertigt. Ihr Tragwerk bilden vier Fachwerkbögen, die mit vertikalen und in der Bogenebene liegenden Windverbänden ausgesteift ist. Für den Oberbau wurden Zoreseisen⁵ verwendet, überdeckt mit Stampfbeton.

Sowohl die Holzkonstruktion als auch die Stahlfachwerkbrücke gehören zu den Letzten ihrer Art im Kanton Aargau. Entsprechend steht die Brücke seit 1971 unter kantonalem Denkmalschutz, ist im Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) geführt und wird als national bedeutende Verbindung eingestuft. 1970 war sie von einer Kantons- auf eine Gemeindestrasse zurückgestuft worden, weil eine neue Stahlbetonbrücke als Kantonsstrassenführung schräg über dem historischen Bauwerk erstellt worden war.

Brücke Wettingen





Die Holzbrücke ① mit ihrer Vorbrücke aus Eisen ② zwischen Neuenhof und Wettingen diente noch bis zum Bau einer neuen Stahlbetonbrücke ③ als Kantonsstrasse. Im Hintergrund ist die SBB-Brücke ④ auf der Strecke Baden–Zürich erkennbar.

Heute dient die Verbindung ausschliesslich dem Fuss- und Veloverkehr – die Bauwerke sind Teil des regionalen Wanderwegnetzes – sowie den wenigen Unterhaltsfahrzeugen.

Klassische Instandsetzung der Holzbrücke

Doch am denkmalgeschützten Kulturobjekt nagte der Zahn der Zeit. Aufgrund der undichten Dacheindeckung war die Holztragkonstruktion verfault, und an der Eisenbrücke zeigten sich stark korrodierte Bauteile. 2017 brach ein Obergurt der Holzbrücke, und sie musste notgespriesst werden. Um die historisch und baukulturell wertvolle Substanz der Holzbrücke und ihrer Vorbrücke aus Eisen zu erhalten, war eine vollumfängliche Instandsetzung erforderlich. Die Schäden am Holz- und Eisentragwerk sollten behoben, der Fahrbahnbelag, die Fassadenhaut und das Dach erneuert werden. Das beauftragte Ingenieurbüro Staubli, Kurath & Partner musste dabei alle Massnahmen mit der Kantonalen Denkmalpflege abstimmen.

Die Arbeiten erfolgten in zwei Etappen, wobei man als Erstes die Holzbrücke instand setzte und restaurierte. Die Eisenbrücke stellte dabei die Zugänglichkeit sicher, denn die Neuenhofer Seite ist für den Antransport von Materialien und Maschinen nicht geeignet. Von Mai bis November 2020 arbeitete man an der Holzbrücke, dabei erhielt sie ihr ursprüngliches Aussehen zurück: Man ersetzte gebrochene Gurte, tauschte Sparren aus und reparierte das Sprengwerk sowie die Hängepfosten stellenweise, zudem säuberte man das Dach und erneuerte, wo nötig, die Ziegellattung mit darüber liegenden alten Biberschwanzziegeln (Einfachdeckung), brachte über den Portalen neue Giebel-

krönungen an und rüstete die komplette Konstruktion mit einem Blitzschutz aus. Der Ersatz der schadhafte Bauteile des Windverbands im Dach und unterhalb der Fahrbahn erfolgte mit Weisstanne, und für die Schindeln der Aussenverkleidung kamen statt der bislang verwendeten Eternitschindeln neu Holzschindeln zum Einsatz, wie sie ursprünglich am Original zu finden gewesen waren. Die vorhandenen Stahlverstärkungen unter den Bindern wurden mit Korrosionsschutz und Farbanstrich behandelt. Der neue Fahrbahnbelag, bestehend aus 60 mm dicken Eichenholzbohlen, ist mit feuerverzinkten Nägeln an den unteren Längsträgern befestigt. Der Zimmermann verlegte sie in zwei Schichten und einem 45°-Winkel (untere und obere Lage 90° verdreht zueinander) zur Fahrtrichtung. Den dadurch redundant gewordenen unteren Windverband behielt man mit Rücksicht auf Balteschwilers ursprüngliche Idee bei und restaurierte ihn.

Ungewöhnliches Vorgehen bei der Eisenbrücke

Während der zweiten Etappe von Januar 2021 bis September 2021 liess die Bauherrschaft die Eisenbrücke renovieren. In der Regel würde man dies vor Ort tun: Man haust die Tragkonstruktion ein, lässt sie sandstrahlen und mit einem neuen, allenfalls mehrschichtigen Korrosionsanstrich versehen (vgl. «Substanz konserviert», S. 29).

Nicht aber bei dieser Eisenbrücke. Eine umfassende Überprüfung des 130-jährigen Tragwerks attestierte einen desolaten Zustand der Bauteile – auch statisch relevanter Elemente. Vor allem im Bereich der vier vorhandenen Entwässerungsöffnungen fand man

starke Korrosionsschäden – sowohl Kontakt- als auch Spaltkorrosion, insbesondere in den Kontaktflächen von mehreren zusammengenieteten Elementen. Es stellte sich die grundsätzliche Frage, die sich nur im einvernehmlichen Dialog zwischen Ingenieuren und Denkmalpflegern beantworten liess: Durfte die Eisenkonstruktion für ihre Instandsetzung komplett ausgetauscht werden?

Gemäss den Leitsätzen, die die Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege 2007 publizierte, ist ein historisch wertvoller Bestand so zu erhalten und eine Brücke so zu bewahren, dass die Spuren ihres Alters weiter ablesbar bleiben. Historische Elemente sollen nicht ersetzt, sondern instand gesetzt und störende Elemente späterer Eingriffe rückgebaut werden, um der Erscheinung des Denkmals Rechnung zu tragen. Für die Restaurierung sind ausserdem Materialien und Techniken zu verwenden, die sich bei historischer Bausubstanz bewährt haben. Heiko Dobler, Bauberater der kantonalen Denkmalpflege Aargau, erläutert, dass auch bei der Eisenbrücke in Wettingen vor allem der maximale Substanzerhalt im Vordergrund stand.

Doch nach Abwägen zahlreicher Argumente entschied man sich für die Zerlegung der Brücke, was letztlich auch bedeutete, dass alle Niete – ein wesentlicher Teil des historischen Bauwerks – verloren gingen. «Das nahm man bewusst in Kauf, denn man gewann dadurch eine dauerhaft vor Korrosion geschützte Brücke», ergänzt Eduard Schiebelbein, projektierender Ingenieur von Staubli, Kurath & Partner.

Den Ausschlag für die Zerlegung gab nicht ein einzelnes Argument, sondern eine Vielzahl von teilweise kontrovers diskutierten Kriterien. Als Erstes musste ein Ausbau der 22.5 t schweren Eisenkonstruktion in einem Stück überhaupt erst möglich sein – das war im Gegensatz zu vielen anderen Bauwerken hier der Fall. Die Brücke war für das Anheben und den Transport kurz, schmal und stabil genug. Zweitens besteht die Gefahr, dass bei einem neuen Anstrich weiterhin einige Stellen rosten – insbesondere in den Nietverbindungen zwischen den Metallteilen, wo Feuchtigkeit liegen bleibt und Sauerstoff eindringen kann. Ein Korrosionsschutzanstrich ist nicht diffusionsdicht, das Eindringen von Wasser und Luft kann allein mit einem Anstrich langfristig nicht verhindert werden. Besonders bei statisch relevanten Elementen wie den Knotenblechen, den Zug- und den Druckgurten sowie im Bereich der Lager sollten die Korrosionsprozesse wirksam gestoppt und unterbunden werden. Gerade im Lagerbereich – die Lager bestehen aus Grauguss – kann die Spaltkorrosion ihre Sprengwirkung entfalten, was zu einem spröden Versagen der Lager führen kann. Der Stahlbauer wäre vor Ort zudem nicht an alle Stellen herangekommen.

Also wurde die Eisenbrücke von Wettingen zunächst ins aargauische Villmergen transportiert, wo sie auf dem Werkstattgelände eines Sandstrahlwerks fachgerecht auseinandergelagert wurde. Alle Einzelteile wurden angeschrieben und alle rund 7500 Niete mit dem Presslufthammer ausgeschlagen. Bauteile, die durch die Korrosion stark beschädigt oder bereits grösstenteils

zerstört waren – so beispielsweise die Obergurtflansche der Bogenträger unterhalb der Zoresbleche –, wurden durch bauähnliche Teile aus Baustahl S235 ersetzt. Die anderen liess man im Werk vorsichtig sandstrahlen und spritzverzinken. Auf diese Grundierung folgten eine Zwischenbeschichtung und ein Deckanstrich aus Eisenglimmerfarbe. Danach wurden die Bauteile ins zugerichte Baar in die Nähe der Werkstatt des Stahlbauers transportiert und dort neu vernietet – mit neuem, in der Werkstatt in Uerzlikon in Handarbeit angefertigtem Nietmaterial. Mit der Vernietung behält das Bauwerk sein ursprüngliches Erscheinungsbild und sein originales statisches System. Nach der Vernietung erfolgte der abschliessende Korrosionsschutzanstrich über die gesamte Konstruktion.

Ein Abwägen von Argumenten

Die Instandsetzung von denkmalgeschützter Bausubstanz war an Bedingungen geknüpft. So müssen die Niete eine hohe Qualität haben und vor allem gekonnt eingepasst werden. Im Gegensatz zu früher wird der Grossteil der Niete heute hydraulisch gepresst. Dadurch erreicht man eine lückenlose Füllung der Nietlöcher mit dem glühenden Nietmaterial. Nur vereinzelte Niete werden mit Pressluft geschlagen. Ihre notwendige Länge wird vorgängig bestimmt, in Abhängigkeit von der Anzahl der zusammenzunietenden Bleche. So wird sichergestellt, dass jede Niete ausreichend Material für die vollständige Füllung des Nietlochs und die korrekte Ausbildung der Nietköpfe hat. Erst dadurch



Teilersatz des Obergurts bei der Holzbrücke. Um einen ausreichenden Brandschutz zu gewährleisten, ist eine unauffällige Sprühflutanlage unter der Fahrbahn und eine Brandmeldeanlage in der Dachkonstruktion eingebaut.



Die Unternehmung hob die Eisenbrücke in einem Stück an und transportierte sie zur Instandsetzung zunächst ins Sandstrahlwerk und dann weiter in die Werkstatt des Stahlbauers.



Die Konstruktion wurde vollständig in ihre Einzelteile zerlegt. Die ursprünglich verwendeten Niete gingen dadurch verloren und mussten ersetzt werden.

erhalten die Verbindungen ihre notwendige Güteklasse. Die radikale Zerlegung des Bauwerks in einer Werkstatt ist auch der Erkenntnis geschuldet, dass der Ursprungszustand nicht vollumfänglich erhalten werden kann. Die Spuren von Instandsetzungen durften bei diesem Bauwerk sichtbar sein, denn auch sie sind – entsprechend der Leitsätze – Teil der Historie. Letzten Endes ist eine Instandsetzung von historischen und denkmalgeschützten Brücken stets ein Abwägen von Argumenten, ein Gewichten von notwendigen Massnahmen und ein Priorisieren von Anforderungen. •

Clementine Hegner-van Rooden, Dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin BR und Korrespondentin TEC21; clementine@vanrooden.com



Klosterbrücke Wettingen

Bauherrschaft
Einwohnergemeinden
Wettingen und Neuenhof

Gesamtplaner / Bauleitung
Staubli, Kurath & Partner,
Zürich

**Denkmalpflegerische
Begleitung**
Heiko Dobler,
Kantonale Denkmalpflege
Cornel Doswald,
Fachberater IVS

Metallarbeiten
Moritz Häberling, Uerzlikon

Tiefbau / Baumeister
Aarvia Bau, Wettingen

Mauerwerksarbeiten
Hächler, Wettingen

Malerarbeiten
Giuliani, Wettingen

Brandschutzanlage
Zentex Brandschutz/
Siemens Schweiz

Holzbau / Fassadenarbeiten
Fleischmann Holzbau,
Würenlos, Wagner
Bedachungen + Fassaden,
Wettingen

Gerüstbau
Pama, Zetzwil

Anmerkungen / Literatur

1 Diese Fähre gewährleistete zusammen mit der Limmatbrücke von Baden den Übergang der Hauptstrassen zwischen Zürich und der Westschweiz über die Limmat, weil das linke Limmatufer in diesem Bereich schwierig zu passieren war. Da Zürich seit dem Mittelalter keine Brücke über die Limmat oberhalb von Baden dulden musste, konnte das Kloster die Fähre jahrhundertlang nicht durch eine Brücke ersetzen. Erst 1766 erhielt es die Bewilligung.

2 Badener Neujahrsblätter, 1934, zehnter Jahrgang, «Die Limmatbrücke beim Kloster Wettingen».

3 Schweizer Ingenieur und Architekt, SIA-Tag 1987 Aarau, 150 Jahre SIA, «Brücken im Aargau – Brücken von der Römerzeit bis 1940», Dr. sc. Techn. J. Killer, dipl. Bauing. ETH/SIA, Baden, S. 634-645.

4 Der Begriff «Flusseisen» wurde im 19. Jahrhundert geprägt, um das damals noch allgemein verwendete, im Puddelverfahren hergestellte Schmiedeeisen von dem neuen, im Bessemer- bzw. Thomas-Verfahren oder in einem Siemens-Martin-Ofen erzeugten flüssigen Eisen zu unterscheiden. Dieses Flusseisen wurde später, im frühen 20. Jahrhundert, dann Stahl genannt. Früher bezeichnete Stahl nur eine kleine Gruppe von Spezialprodukten mit einem Kohlenstoffgehalt von 0.4% bis 1.2%, die schmied- und schweisbar und vor allem härtbar waren. Alle anderen Produkte aus gefrischtem Roheisen wurden als schmiedbares Eisen, Schmiedeeisen oder Frischeisen bezeichnet.

5 Zoreseisen (auch: Z-Eisen) waren von dem französischen Ingenieur Charles Ferdinand Zores in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelte Eisenprofile zur Verwendung in den Tragwerken verschiedener Eisenkonstruktionen. Sie waren in Frankreich sehr verbreitet und dienten als eiserner Brückenbelag, der die Fahrbahnträger überdeckte und die Unterlage des Schotter, des Betons oder des Pflasters für die eigentliche Fahrbahn bildete.

Substanz konserviert

In Eschikofen überspannt ein Brückenensemble die Thur und ihre Vorlandbereiche. Nachdem 2007 die Holzbrücke instand gesetzt worden war, folgten nun die beiden Eisenbrücken. Die Ingenieure von Conzett Bronzini Partner schrieben die über 185-jährige Brückengeschichte weiter.

Text: Clementine Hegner-van Rooden

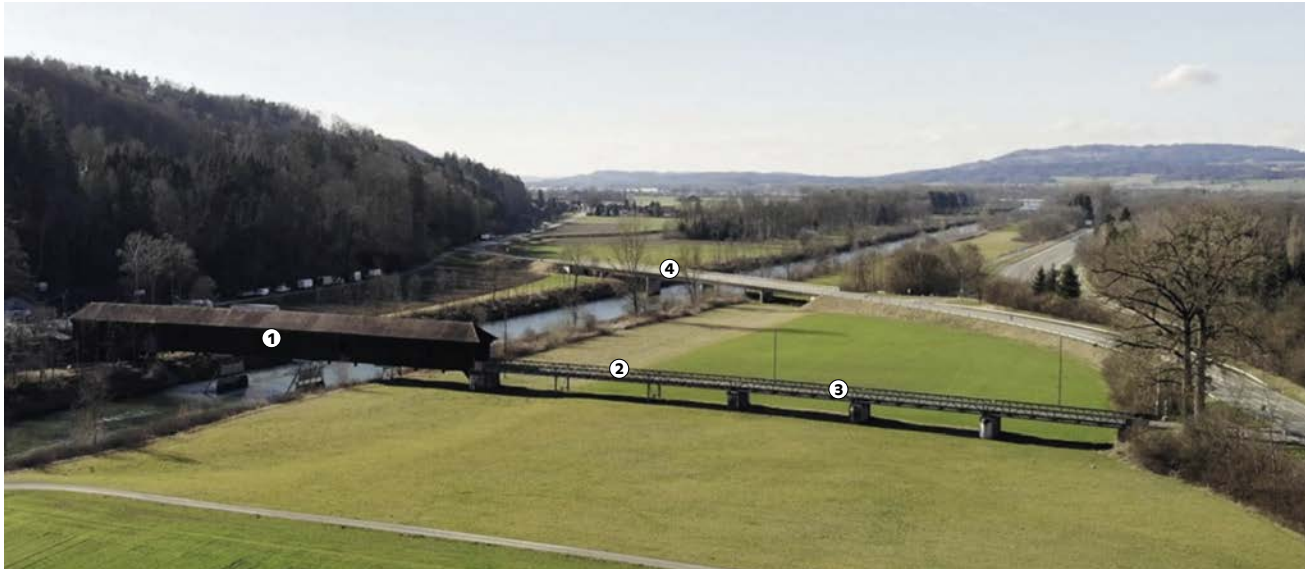
E

in Zeugnis der Brückenbaukunst der vergangenen knapp 185 Jahre – das sind die drei Teilstücke der Thurbrücke Zollhaus Eschikofen. Sie bestehen aus einer Holzbrücke und zwei Eisenbrücken aus verschiedenen Epochen. Dieser Übergang über die kanalisierte Thur ist das älteste Bauwerk auf dem Thurgauer Kantonsstrassennetz. Er war von 1837 bis Mitte des 20. Jahrhunderts die wichtigste Ver-

kehrsverbindung im Thurgau – bis 1954 schleuste die Brücke den Ost-West-Verkehr über ihr Fahrdeck. Erst der Bau einer Stahlbetonbrücke 250 m weiter flussabwärts entlastete die historische Brückenkonstruktion. Die Brücke ist im Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz als Objekt von nationaler Bedeutung eingestuft, weil sie viel historische Bausubstanz enthält, aber auch, weil sie die verkehrsspezifische und gesellschaftliche Entwicklung reflektiert.



Die Thurbrücke zwischen Eschikofen und Wigoltingen war von 1837 bis Mitte des 20. Jahrhunderts die wichtigste Verkehrsverbindung im Thurgau. Sie ist im Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz verzeichnet.



Bis ins Jahr 1954 rollte der Thurgauer Ost-West-Verkehr über die Holzbrücke ① und die beiden Vorlandbrücken aus Eisen ②, ③. Erst mit dem Bau der Stahlbetonbrücke ④ wurde die historische Brücke 1954 entlastet. Heute dient sie als Übergang für den Fuss- und Veloverkehr.

Brücken als Teil der Flusslandschaft

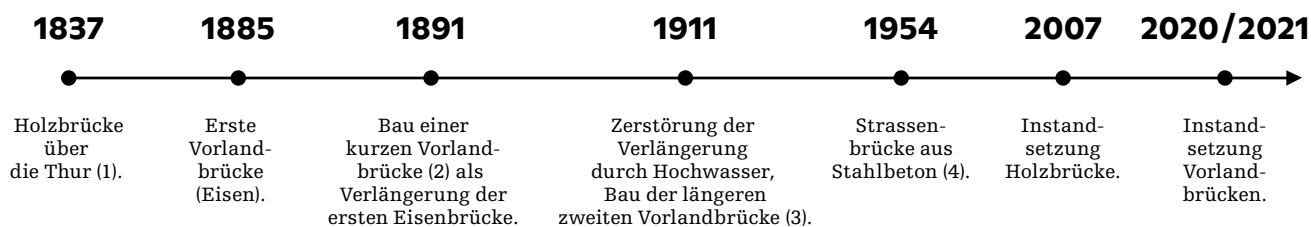
Da die Brückengeschichte eng mit den Hochwassern der Thur verknüpft ist, zeichnen sich in der Konstruktion und der Einbettung in die Landschaft die wasserbaulichen Aspekte ab. So ermöglichte der Bau der Holzbrücke 1837 die gestreckte Linienführung der für den Kanton Thurgau wichtigen Strasse Winterthur–Frauenfeld–Weinfelden–Bodensee, und entsprechend der Bedeutung dieser Route wurde die Hochwassersicherheit der Brücke im Lauf der Zeit mit dem Bau von Vorlandbrücken sukzessive verbessert. Acht Jahre nach dem Hochwasser vom 10. Juni 1876 (dem zweithöchsten zwischen 1664 und heute) und vier Jahre nach dem zweitstärksten Thur-Hochwasser des 19. Jahrhunderts (1. September 1881) erstellte man 1885 die erste Vorlandbrücke: ein dreifeldriger Durchlaufträger aus einer genieteten Eisenkonstruktion, bestehend aus zwei Hauptträgern in Fachwerkbauweise. Die Spannweiten der Brücke mit trogförmigem Querschnitt betragen 17.40 m im Mittelfeld und 14.50 m in den beiden Randfeldern. Die mittleren Pfeiler sind aus Eisen, die Brückenenden sind auf Beton- bzw. Steinpfeilern gelagert. Die Querträger bestehen aus zusammengesetzten Doppel-T-Profilen, die im Abstand von ca. 3 m auf den Längsträgern aus Walzprofilen liegen. Mit seinem zweifachen Strebenzug und den Pfosten nicht bei jedem, sondern nur bei jedem zweiten Knoten ist der Fachwerkträger ein besonderer Brückentyp, der zwischen 1882 und 1897 lediglich in einzelnen Fällen für Flussbrücken eingesetzt wurde. Diese Konstruktion ist schweizweit nur selten erhalten geblieben.¹

Bereits 1888 ereignete sich ein weiteres Hochwasser, weshalb 1891 eine ergänzende kurze Vorlandbrücke erstellt wurde: ein einfacher Balken mit einer 18.80 m grossen Spannweite über den Bach Alter Giessen.

Dieser fiel allerdings am 15. Juni 1910 einem erneut heftigen Hochwasser zum Opfer. So kam es 1911 zur längeren zweiten Vorlandbrücke. Sie besteht aus drei einfachen Balken von je 19.08 m Spannweite, deren erstes Teilstück direkt an den Durchlaufträger von 1885 anschliesst. Die mittleren zwei Pfeiler und das ergänzte nördliche Widerlager bestehen aus Beton bzw. Stein. Die Träger entsprechen dem zu Anfang des 20. Jahrhunderts üblichen System mit zickzackförmig angeordneten Streben. Die Pfosten zwischen jeder Strebe sind direkt über den Querträger platziert und bilden mit ihnen einen Halbrahmen im Trogquerschnitt, die die druckbeanspruchten Obergurte gegen seitliches Ausknicken stabilisieren. Die Rhythmisierung der Fachwerkausfachung ähnelt der ersten Vorlandbrücke – statt eines zweiläufigen Strebenzugs kommt hier ein einfacher zum Einsatz. Während die Vorlandbrücke von 1885 einem eher seltenen Brückentyp entspricht, sind die Fachwerkträger von 1911 typische Vertreter ihrer Entstehungszeit.¹

Beachtlich ist, dass die noch originale Holzbrücke von 1837 alle diese Hochwasser ohne bemerkenswerte Schäden überstanden hat. So zeigt sich vor Ort eine Trilogie unterschiedlich konstruierter Brücken aus verschiedenen Zeiten und «mit hohem Alters- und Seltenheitswert», so die Ingenieure des projektierenden Büros Conzett Bronzini Partner. Mit der moderneren Thurbrücke aus Stahlbeton von 1954 – die erste grosse Spannbetonbrücke der Schweiz, projektiert vom Ingenieur Emil Schubiger – wird dieses historische Trio um ein weiteres Brückenbauwerk aus jüngerer Zeit ergänzt. Die Häufung an Brückenübergängen auf kleinem Raum unterstreicht die historische, aber auch gegenwärtig noch wichtige Bedeutung der Flussquerung an dieser Stelle der Thurlandschaft.

Brücke Eschikofen



Vergänglichlich

Auch wenn die Fahrbahnen aller Brücken in der Zwischenzeit umgebaut wurden – als Fahrbahn diente eine Stahlbetonplatte aus den 1930er- bzw. aus den späten 1960er-Jahren mit Asphaltbelag –, sind die Holz- und die Eisenbrücken weitgehend original erhalten. Dies gilt besonders für die erste Vorlandbrücke von 1885, die noch die ursprünglichen Zoreisen aufweist. Während die gedeckte Holzbrücke in gutem Zustand ist – 2007 wurde sie umfänglich instand gesetzt –, haben die eisernen, jeweils 110 m langen Vorlandbrücken gelitten. Der teilweise schadhafte oder schlechte Zustand war hauptsächlich durch chloridhaltiges Wasser verursacht worden, das durch Risse in der Fahrbahnplatte drang und von dort an die darunterliegenden Quer- und Längsträger der Eisenkonstruktion gelangte. Die direkt bewitterten, aber rasch wieder trocknenden Fachwerkhauptträger zeigten sich in einem besseren Zustand. Die Pfeiler und Widerlager wiesen ausserdem Oberflächenschäden und Ausbesserungen aus vorherigen Instandsetzungsarbeiten auf, und die Tiefenfundationen der Pfeiler und Widerlager waren nicht mehr funktionsfähig; die Holzpfähle waren abgefault. Verheerende Folgen hatte auch die Verkippung des nördlichen Widerlagers. Infolgedessen waren alle Brückenträger um bis zu 8 cm entlang der Brückenachse nach Süden verschoben, was lokale Schäden an den Lagern zur Folge hatte.

Somit war ein neuer Korrosionsschutz nötig, einzelne Stahlelemente und die Fahrbahn mussten ersetzt, die Betonelemente und sämtliche Lager instand gesetzt bzw. teilweise alte Rollen ausgetauscht und der Oberbau bei der älteren Vorlandbrücke um 2.5 cm und bei der neueren Vorlandbrücke um 8 cm in die ursprüngliche Lage zurück verschoben werden.

Die neue Fahrbahnplatte besteht aus schlanken Stahlbetonplatten, die mit Ultrahochleistungs-Faserbeton übergossen wurden. Diese Konstruktion ist nicht nur dicht, sondern auch leicht, was das Tragwerk und die Foundation entlastet. Die ständigen Lasten an der Oberkante der Pfeiler und Widerlager konnten somit auf 65% reduziert werden. Dieser Aufbau entlastet selbst die durch Materialverlust infolge Korrosion teilweise geschwächten Längsträger. So konnten auch sie trotz Tragwiderstandsverlust erhalten bleiben. Wegen der markanten Entlastung und aufgrund des guten Allgemeinzustands sowie der geringen Empfindlichkeit des Tragwerks gegenüber Setzungen konnte man letztlich auf eine Erneuerung der Tiefenfundationen verzichten.

Erhalt der Originalstruktur

Hand in Hand mit dem Tiefbauamt und dem Amt für Denkmalschutz planten die Ingenieure die Instandsetzungsarbeiten der Eisenbrücken. Dabei stand vor allem ein Aspekt im Vordergrund: der maximale Substanzerhalt. Der Rückbau, ein Ersatzneubau oder eine Replikation des Bestands waren keine Option, denn den immateriellen Wert des Bauwerks mit seiner materiell wertvollen Substanz stuften die Ingenieure und die Denkmalpfleger hoch ein.

Die sorgfältige Arbeit widerspiegelt sich vor allem in der neuen Beschichtung. Mit dem neuen Korrosionsschutz, der wie das Entfernen der alten Schicht im komplett eingehausten Bauwerk aufgebracht wurde, sollten die charakteristischen Walz- und Stanzzeichen sowie Markierungsstellen nicht verloren gehen. Es war daher ein entsprechend schonender Abtrag des Korrosionsschutzes erforderlich. Auch bestehende und für Stahlprofile typische Walzfehler sollten keinesfalls abgeschliffen werden, genauso wenig die scharfen Kanten. Eigentlich müssten diese für eine lange Lebensdauer des Korrosionsschutzes abgeschliffen, d.h. gebrochen werden. Die Denkmalpflege betrachtete dies aber als relevanten und nicht zu verantwortenden Materialabtrag,

Bauablauf

Die Brücke wurde während der Instandsetzungsarbeiten gesperrt.

1. Rückbau der Fahrbahnplatten
2. Einbau Arbeitsgerüst
3. Anheben der Brücken
4. Einhausung der gesamten Konstruktion (Einhausungsklasse 1)
5. Restaurierung Pfeilerköpfe
6. Entschichten der gesamten Konstruktion
7. Instandstellung der Stahlkonstruktion
8. Nachstrahlen der gesamten Konstruktion und Aufbringen des neuen Korrosionsschutzes
9. Rückbau Einhausung
10. Absenken und Verschieben der Brücken
11. Neubau der Betonfahrbahnplatten inkl. UHFB-Belag
12. Restaurierung der Pfeiler und Widerlager



Oben: **Der Hauptgrund für den schlechten Zustand der denkmalgeschützten Eisenkonstruktion war eindringendes chloridhaltiges Wasser.** Für die Instandsetzung galt der Grundsatz: maximaler Erhalt der wertvollen Bausubstanz.

Mitte: Der bisherige Korrosionsschutz enthielt umweltbelastende Stoffe. **Um die alte Schicht abzutragen, musste die Brücke für die Instandsetzung komplett eingehaust werden (Einhauungsklasse 1).** Damit die charakteristischen Walz- und Stanzzeichen sowie Markierungsstellen nicht verloren gingen, mussten die Ausführenden besonders behutsam vorgehen.

Unten: **Die Verbindungsstellen wurden mit niedrigviskosem Material penetriert, wo notwendig mit Dichtmasse versehen und so abgedichtet.** Dabei durfte nur wenig Material eingesetzt werden, damit die Konstruktionsdetails auch nach dem Anstrich noch in ihrem ursprünglichen Zustand erscheinen.



Thurbrücke Eschikofen

Bauherrschaft
Kanton Thurgau, Kantonales Tiefbauamt, Frauenfeld

Denkmalpflege
Amt für Denkmalpflege, Frauenfeld

Fachstellen des Bundes
Bundesamt für Strassen,
Bern (Mitfinanzierung)

Projektverfasser,
Bauleitung
Conzett Bronzini Partner, Chur

Beratung Korrosionsschutz,
Denkmalpflege
Wolf Meyer zu Bargholz, Restaurator
für Technische Kulturgüter,
Bielefeld (D)

Korrosionsschutzexperte
Kontra Korrosion
Rickenbacher, Steinen

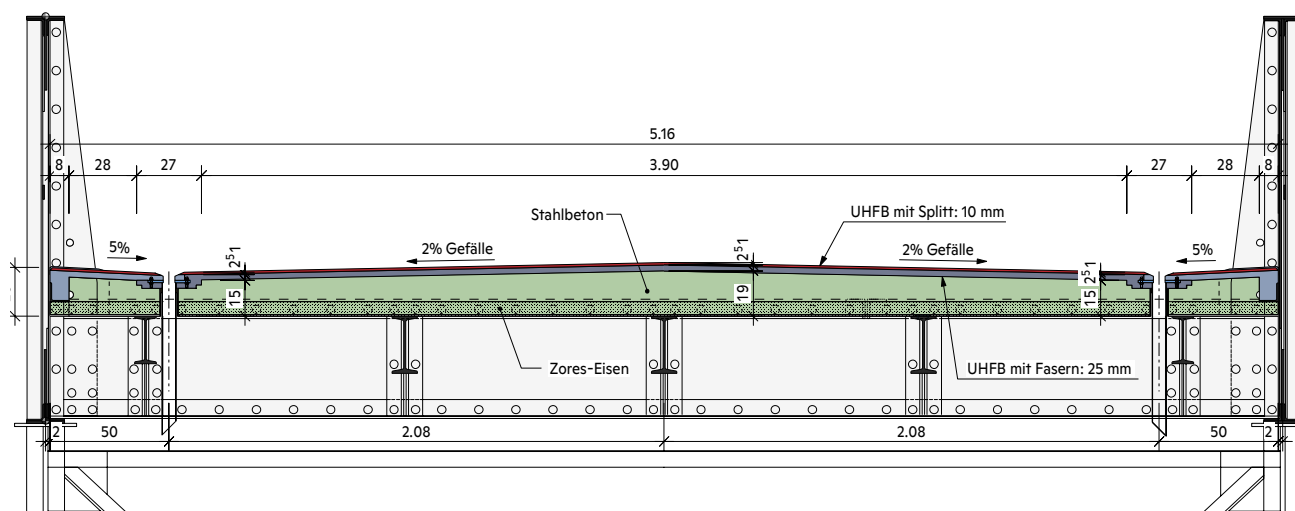
Korrosionsschutz- und
Stahlbauarbeiten
Marty Korrosionsschutz, Jona

Nietarbeiten
Schneider Stahlbau, Jona

Baumeisterarbeiten
Tschanen, Müllheim

Restaurator Pfeiler
TH-Conservations,
Weinfelden





Querschnitt mit neuer Fahrbahnplatte (Vorlandbrücke 1): Die dauerhaft gegen eindringendes Wasser dichte Fahrbahnplatte aus Stahlbeton und einem Überzug aus ultrahochfestem Beton (UHFB) hat ein Dachgefälle. Der UHFB besteht aus einer 25 mm dünnen Schicht mit Fasern, einer 10 mm dünnen Schicht ohne Fasern und Split, der direkt in den UHFB gemischt wurde. Die Oberfläche wurde anschliessend gewaschen, damit der beigemischte Split an der Oberfläche freigelegt wird (vgl. «UHFB», unten).

der ausserdem das Erscheinungsbild markant verändert hätte. Also blieben die Kanten unverändert. Dies bedingt aber, dass dieser Teil der Konstruktion künftig regelmässig gewartet werden muss, sodass allfällige Beschädigungen des Korrosionsschutzes jeweils zeitnah ausgebessert werden.

Ein entscheidendes Detail: Bevor die Grundbeschichtung aufgebracht wurde, liessen die Ingenieure sämtliche Spalten mit einer verdünnten Grundierung penetrieren – ein bislang noch untypisches Vorgehen. Mit einer Druckluftpistole mit einem speziellen Aufsatz presste die ausführende Firma das niedrigviskose Material in jede noch so dünne Ritze. Zusammen mit dem anschliessend aufgetragenen Korrosionsschutzaufbau und dem Verfüllen der Spalten mit PUR-Dichtmasse wird verhindert, dass Sauerstoff eintritt und sich weiterhin Rost zwischen zwei Anschlussteilen bildet oder sich bestehender weiterentwickelt. Dabei achteten die Ingenieure darauf, dass die mehrschichtigen Verbindungsstellen mit ihren aufeinandergelegten und aneinandergefügteten Blechen trotz der aufgetragenen Dichtmasse noch sichtbar bleiben. Denn auch dieses Detail ist Teil der Gesamtkonstruktion und unbedingt erhaltenswert, weil es das Erscheinungsbild der historischen Konstruktion prägt. Ein maximaler Substanzerhalt bedingt natürlich auch den Erhalt der gegenwärtig kaum noch vorzufindenden Zoresprofile in der Fahrbahnplatte der älteren Vorlandbrücke – ein für Strassenbrücken und Passerellen typisches Bauteil. Entsprechend systematisch und schonend war beim Rückbau der betonierten Fahrbahnplatte vorzugehen. Teilweise war die Arbeit nur von Hand möglich.

Ein Endquerträger und fünf Konsolen beim Brückenübergang waren wegen unzureichender Resttragfähigkeit allerdings nicht mehr zu retten. Sie mussten durch neue Profile ersetzt werden. Eingebaut und mit den alten Trägern verbunden wurden sie in alter Manier vor Ort mit Heissnieten. So blieb zwar punktuell die

Substanz nicht im Original erhalten, doch zumindest blieb die Verbindungstechnik und damit das Tragsystem gesamthaft bestehen.

Eine Frage der Ästhetik

Das prinzipiell konservatorische Restaurierungskonzept greift auch bei den Widerlagern und Pfeilern. Entsprechend waren die Oberflächen möglichst originalgetreu zu erhalten. In einem ersten Schritt reinigte man sie mit Wasserdruck moderat bzw. entfernte Verschmutzungen.

UHFB

Ultrahochleistungs-Faserbeton (UHFB, normiert im SIA-Merkblatt 2052) ist ein Beton, der sich von normal- und hochfesten Betonen durch seine Zusammensetzung, das Grösstkorn, den Fasergehalt, den w/z-Wert und seine Eigenschaften deutlich abgrenzt. Charakteristisch sind die sehr hohe Druckfestigkeit von mehr als 150 N/mm² und der geringe w/z-Wert unter 0.25. Durch die Zugabe eines hohen Faseranteils in einem Bereich von 1 bis 5 Volumenprozent kann ein duktiler Verhalten unter Zugbelastung erreicht werden. Das duktile Verhalten beruht auf einem hohen plastischen Verformungsvermögen. Im Gegensatz zu spröden Materialien wird bei duktilen Werkstoffen das Versagen durch grosse Verformungen angekündigt. Neben den besonderen mechanischen Eigenschaften zeichnet sich UHFB durch seine hohe Dauerhaftigkeit aus. Er ist mit Trennschnitt und Kronenbohrer bearbeitbar. Ein direkter Kontakt von UHFB mit der bestehenden Stahlkonstruktion wird vermieden. Somit ist die Fahrbahnplatte problemlos rückbaubar. Das Material kann zerkleinert werden (hochwertiges Granulat), und es ist möglich, die Fasern durch elektrodynamische Fragmentierung wiederzugewinnen. • *Clementine Hegner-van Rooden*



Weitere Informationen und Artikel zu UHFB finden Sie in unserem digitalen Dossier auf [espazium.ch/de/aktuelles/beton](https://www.espazium.ch/de/aktuelles/beton)



Nach dem Rückbau der alten Fahrbahnplatte und dem Abtrag des durch den alten Korrosionsschutz belasteten Bodens **wurde der Gerüstboden unter der Brücke erstellt**. Wegen der Hochwassergefahr erhielten die Stützen des Gerüsts sogenannte Schwemmgutabweiser.

Dabei kamen die punktuellen Vorbetonierungen von 2012 auffällig zum Vorschein. Es waren Reparaturmassnahmen mit 2 bis 8 cm Überstand in Bezug auf die ursprüngliche Pfeileroberfläche. Diese Betonplomben waren grundsätzlich in einem guten Zustand, im historischen Kontext sind sie aber verkehrt und rein funktionell in gegenwärtig klassischer Baumeisterart ausgeführt worden, ohne auf die historische Substanz und ihre damalige Technik einzugehen. Diese noch jungen Flickwerke hätten künftig an der historischen Substanz vermutlich keine Schäden verursacht. Weil sie aber nach der gesamten Brückenrestaurierung optisch negativ aufgefallen wären – man verstand sie in diesem Fall nicht als «Narben», die den Alterungsprozess im positiven Sinne dokumentieren –, strebte man die Rückführung in einen früheren Gesamtzustand an. Also brach man die Plomben bis 3 cm tiefer als die ursprüngliche Pfeileroberfläche schonend ab und ergänzte sie restauratorisch mit auf der Baustelle gemischtem Zementmörtel.

Mit diesen von den Ingenieuren sensibel geplanten und grundsätzlich schonenden Massnahmen konnte das kantonale Tiefbauamt die Eisenkonstruktionen der Vorlandbrücken in einem weitgehend ursprünglichen Zustand erhalten. Allerdings mit einem veränder-

ten Nutzungskonzept: Die drei Brücken dienen heute dem Fuss- und Veloverkehr. Damit sind sie von der Beanspruchung des Strassenverkehrs entlastet. Dies legte die Basis dafür, dass die historische wertvolle Brücke überhaupt erhalten werden kann – mit einem funktionalen Nutzen. •

Clementine Hegner-van Rooden, Dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin BR und Korrespondentin TEC21; clementine@vanrooden.com

Anmerkungen/Literatur

1 Technischer Bericht: Conzett Bronzini Partner, Thurbrücke Zollhaus in Wigoltingen, Instandsetzung Vorlandbrücken – Massnahmenprojekt, Chur 29.5.2019.

2 Zoreseisen (auch: Z-Eisen) waren von dem französischen Ingenieur Charles Ferdinand Zores in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entwickelte Eisenprofile zur Verwendung in den Tragwerken verschiedener Eisenkonstruktionen. Sie waren in Frankreich sehr verbreitet und dienten als eiserner Brückenbelag, der die Fahrbahnträger überdeckte und die Unterlage des Schotter, des Betons oder des Pflasters für die eigentliche Fahrbahn bildete.