

Zeitschrift: Tec21
Band: 139 (2013)
Heft: 25: Saaneviadukt Erweitert

Artikel: Noch ist der Viadukt einspurig
Autor: Rooden, Clementine van
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-349252>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

NOCH IST DER VIADUKT EINSPURIG

Die 112 Jahre alte Bahnstrecke Bern–Neuenburg soll doppelspurig ausgebaut werden. Dem kurvenreichen Teilabschnitt zwischen Rosshäusern und Gümmenen kommt dabei eine wichtige Bedeutung zu, denn hier liegen der Rosshäuserntunnel und der Saaneviadukt. Um einen geeigneten Ausbau des denkmalgeschützten Viadukts zu finden, der die Anforderungen bezüglich Denkmalschutz, Instandsetzungsbedarf und Doppelspurigkeit erfüllt, untersuchte die Besitzerin BLS das Bauwerk, liess Vorstudien ausarbeiten und schrieb schliesslich Mitte 2012 einen Studienauftrag aus.¹

Titelbild

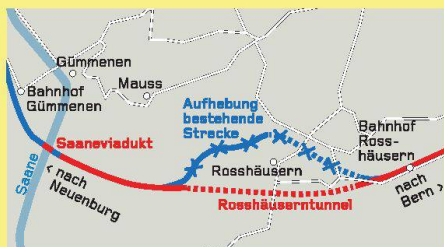
Die kräftigen Pfeiler des Saaneviadukts bestehen aus 35 cm hohen Jurakalksteinen. Das Mauerwerk verfügt über eine mittlere Stärke von etwa 50 cm und umschliesst einen verfüllten Hohlraum. Das Füllmaterial besteht aus Mörtelresten und Bruchstücken, die bei der Bearbeitung des Mauerwerks entstanden sind. Das Füllmaterial ist porös und ohne nennenswerte Festigkeit. Die Druckfestigkeit der Steine hingegen ist grösser als diejenige von herkömmlichem Beton. (Foto: Peter Würmli)

Die Bahnstrecke Bern–Neuenburg verbindet die zwei Kantonshauptstädte und ist Teil der internationalen Verbindung Bern–Paris. Die ehemalige schweizerische Eisenbahngesellschaft Bern-Neuenburg-Bahn eröffnete diese ursprünglich einspurig angelegte Strecke am 1. Juli 1901. Elektrifiziert wurde sie in zwei Etappen zwischen 1923 und 1928, heute gehört sie zum Streckennetz der BLS Lötschbergbahn². Die grösstenteils einspurig betriebene Bahnstrecke von Bern über Gümmenen, Kerzers und Ins nach Neuenburg ist eine fast gerade Linie, weshalb sie auch «die Direkte» genannt wird. Einzig der Abschnitt zwischen Rosshäusern und Gümmenen im Saanetal ist kurvenreich (Abb. 1) und hemmte letztlich den stetig wachsenden Bahnverkehr. Deshalb plant die Besitzerin BLS, die Strecke schrittweise doppelspurig mit einer Streckengeschwindigkeit von 160 km/h auszubauen.

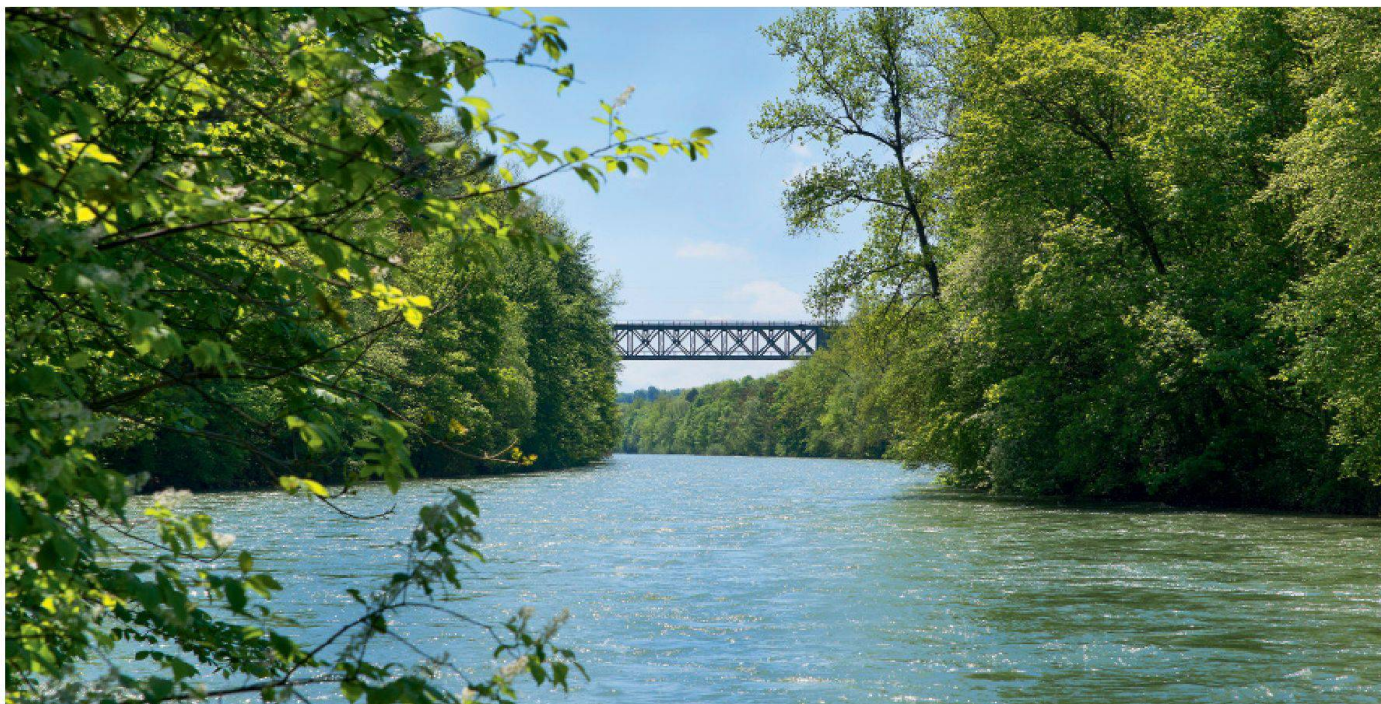
So kann sie die Kapazität für den stetig wachsenden Nah- und Fernverkehr erhöhen. Dafür wird nun in einem ersten Schritt zwischen Rosshäusern und Mauss ein neuer doppelspuriger Tunnel ausgebrochen (vgl. Kasten S. 15). Für den einspurigen, noch auf 90 km/h ausgelegten Saaneviadukt sucht man eine Lösung, die der grössten Kunstbaute der Strecke betrieblich, gestalterisch und konstruktiv gerecht wird.

EIN DENKMAL VON NATIONALER BEDEUTUNG

Der Saaneviadukt gilt als Zeuge der industriellen und verkehrstechnischen Entwicklung im ausgehenden 19. Jahrhundert. Die 112 Jahre alte Querung der insgesamt rund 700 m langen Talebene ist ein Ensemble aus einem markanten Bahndamm, Viaduktbögen aus Natursteinmauerwerk und einer Stahlfachwerkbrücke (Abb. 3 und 4). Der leicht geschwungene Damm ist 200 m lang und besteht aus Ausbruchmaterial des Rosshäuserntunnels. Seine Böschungen sind Naturschutzgebiet und gelten als Trockenstandort von nationaler Bedeutung. Der an den Damm anschliessende 400 m lange und über 30 m hohe Viadukt hat westlich der Saane 22 Natursteinbögen, östlich in Richtung Mauss fünf. Im Vergleich mit anderen Bahnviadukten aus Mauerwerk weisen die Gewölbe eine geringe lichte Öffnung von 10 m auf. Unterbrochen werden die Viaduktabschnitte von einer Fachwerkbrücke von Wartmann & Valette aus Brugg, die eine Stützweite von 63 m aufweist. Die 7.16 m hohe und 4 m breite Kastenkonstruktion spannt als einfacher Balken über die Saane (Abb. 2). Die parallelgurtigen Hauptträger sind in neun gleiche Felder von je 7 m Breite unterteilt und mit zweifachem Strebenzug mit Pfosten ausgefacht. Das Fachwerk besteht aus Walzprofilen aus Flusstahl, wobei die Zugstreben aus Flacheisen und die Druckstreben aus zwei U-Profilen konstruiert sind. Die Fahrbahn liegt in der Höhe des Obergurts auf einer offenen Stahlkonstruktion, wodurch eine Zugüberfahrt lärmig und der Gleisunterhalt aufwendig ist. Die Querträger bestehen aus genieteten Blechbalken und übertragen die Last zur Hälfte direkt auf die Pfosten der Hauptträger; die andere Hälfte wird – was relativ selten ist – durch



01 Der einzige kurvenreiche Abschnitt der Strecke Bern–Neuenburg zwischen Rosshäusern und Gümmenen wird umgebaut. (Der Bahnhof Gümmenen befindet sich im Ortsteil Kleingümmenen, der sich auf dem Gebiet der Nachbargemeinde Ferenbalm, am linken Ufer der Saane, befindet – linker Bildrand.) (Karte: BLS, Bearb.: Red.)



02

02 Die bestehende einfeldrige Fachwerkbrücke von 1901 über die Saane, die beidseits im starken Uferbewuchs verschwindet.
(Foto: Peter Würmli)

sekundäre, an den Obergurt vernietete und auf die Kreuzung des Streben abgestützte Pfosten aufgenommen.³ Die Stahlbrücke dominiert örtlich den Flussbereich, bei einer Gesamtsicht des Viadukts tritt sie wegen des Uferbewuchses nur wenig in Erscheinung. Als signifikantes Element der Landschaft im Saanetal ist der gesamte Viadukt ein Denkmal von nationaler Bedeutung. Die BLS zog deshalb im Rahmen der Vorstudien zum Doppelspurausbau die eidgenössischen Kommissionen für Denkmalpflege (EKD) und Natur- und Heimatschutz (ENHK) hinzu. Diese forderten für den Ausbau des Viadukts eine konstruktive Lösung, bei der Substanz und Funktion des Bauwerks erhalten bleiben.

AUFSATTELUNG AUF DEN BESTAND, ERSETZEN DER FACHWERKBRÜCKE

Aufgrund dieser Vorgabe sowie zusätzlicher bahnbetrieblicher Randbedingungen und umfassender statischer und materialtechnologischer Zustandsbeurteilungen des Bestands (vgl. Kasten S. 16) entwickelte die Bauherrschaft mehrere Varianten für einen Doppelspurausbau. Schliesslich entschied sie sich für jene, worin beide Gleise symmetrisch über den Bestand mittels einer Dammschüttung resp. eines aufgesetzten Stahlbetontrogs geführt werden und die bestehende Fachwerkbrücke ersetzt wird. Die beigezogenen Kommissionen EDK und ENHK bestätigten diese technische und gestalterische Bestvariante im Grundsatz und empfahlen, insbesondere für die Ausbildung der neuen Brückenkonstruktion über die Saane ein ordentliches Vergabeverfahren durchzuführen. Die BLS schrieb sodann 2012 einen Studienauftrag mit Präqualifikation für Teams aus den Disziplinen Bauingenieurwesen/Brückenbau (Federführung), Gestaltung und Geotechnik aus.⁴

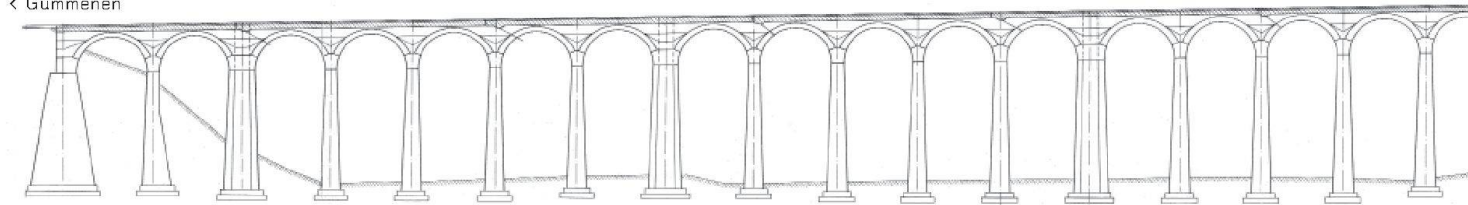
EINSCHRÄNKENDE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN STUDIENAUFTRAG

Die dem Studienauftrag vorgelegte Variante beruhte also auf dem Konzept, den bestehenden Viadukt unter Nutzung und Beibehaltung des Damms und der Hausteinbögen auf eine Doppelspurlinie auszubauen. Dabei würde auf dem Viadukt kein Spurwechsel notwendig sein. Die vertikale Linienführung war auf die Anschlussstellen und die Ausrundungsradien für eine Ausbaugeschwindigkeit von 160 km/h auszulegen. Dabei konnte man die Gleislage um höchstens 1.40 m anheben. Die horizontale Linienführung war für diese Ausbaugeschwindigkeit vorgegeben und musste übernommen werden, damit die Anschlusspunkte beim Tunnel Rosshäusern und beim Bahnhof Gümmenen gewährleistet sind. Die Gleise verliefen aufgrund der Radien für eine Geschwindigkeit von 160 km/h im Bereich der Saanquerung und dem Anschluss Seite Mauss mit dem zweiten kürzeren Viaduktabschnitt allerdings asymmetrisch zur heutigen Brückenachse – die Lasteinwirkung verändert sich dadurch, und die Anforderungen an die Steifigkeit steigen. Folglich lag es nahe, ein neues Tragwerk über die Saane und eine seitliche Erweiterung der Hausteinbogen Seite Mauss zu

ROSSHÄUSERNTUNNEL

Anfang Mai begann mit dem Tunnelanschlag der Bau des neuen doppelspurigen Rosshäuserntunnels auf der Bahnstrecke Bern–Neuenburg. Der Tunnel wird im 24-Stunden-Betrieb in Richtung Westen rund zwei Kilometer im Sprengvortrieb ausgebrochen. Das abgesprengte Felsmaterial wird abtransportiert und die freigelegte Felsfläche mit Felsankern gesichert. Spritzbeton sichert den First und die Ulmen des ausgebrochenen Tunnels. Pro Tag arbeiten sich die Mineure so rund sechs Meter vor. Der Durchschlag soll in einem guten Jahr erfolgen.

Der alte Rosshäuserntunnel bleibt als historischer Zeitzeuge erhalten, dazu wird er, soweit nötig, instandgesetzt. Für die Öffentlichkeit wird er nicht freigegeben. Die übrige alte Strecke wird komplett zurückgebaut (vgl. auch «Albulatunnel», TEC21 18/2013).



03

ZUSTANDSERFASSUNG UND MEHRLAST AUF BESTAND

Baugrund: Der Baugrund wurde mittels Sondagen grob beurteilt. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass es sich um einen an der Oberfläche mässig und bereits ab geringer Tiefe sehr tragfähigen Baugrund handelt. Der Fels-horizont der unteren Süsswassermolasse befindet sich weniger als 5 m unter OK Terrain. Darüber liegen Deckschichten und Alluvionen.

Bahndamm: Der Bahndamm hat sich über die rund 100-jährige Nutzungsdauer gut bewährt. Es sind keine aussergewöhnlichen Setzungen oder andere unerwarteten Vorgänge bekannt. Die Tragfähigkeit des Bahndamms scheint für eine zweite Bahnlinie auszureichen.

Natursteinviadukte: Die visuellen und material-technologischen Untersuchungen zeigten, dass der bestehende Hausteinviadukt einen annehmbaren allgemeinen Zustand aufweist – obwohl der Natursteinviadukt mit grob behauenen Steinen aufgemauert wurde und sich Frost- und Fugenschäden zeigen. Dieses Schadenbild ist normal; die sichtbaren Schäden und deren Ausmass und Fortschritt sind nicht aussergewöhnlich. Es gibt keine Anzeichen, die auf eine bedeutende schädigungsbedingte Verminderung des Tragvermögens der Mauerwerkskonstruktion hinweisen würde. Es ist jedoch notwendig, in absehbarer Zeit die Mauerwerkskonstruktion instandzusetzen und mit einem Trog abzudichten, denn der Wasserzutritt in das Mauerwerk und der Wasserdurchfluss durch die Gewölbe müssen gestoppt werden, um die Dauerhaftigkeit und der Fortbestand des Viadukts mittel- und langfristig zu gewährleisten.

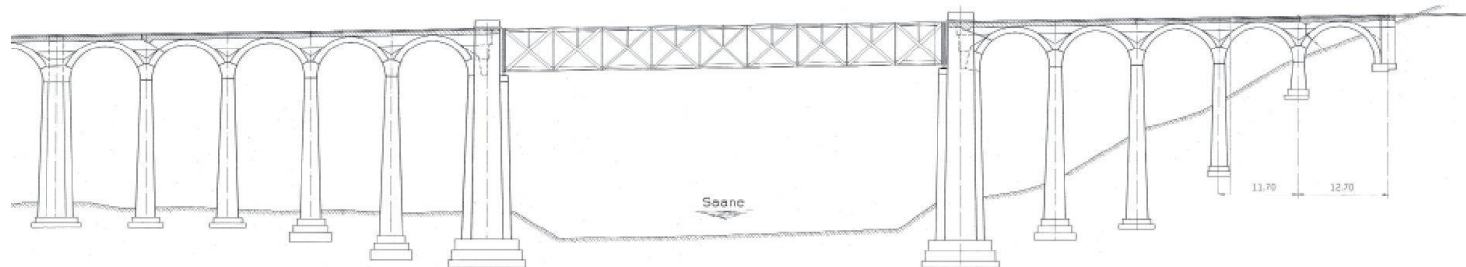
Das effektive Tragverhalten der Natursteinbögen wurde anhand eines Belastungsversuchs ermittelt. Die im Jahr 2009 durchgeführte Messkampagne zeigte, dass der Viadukt ausreichende Tragreserven aufweist, um die zusätzliche Beanspruchung einer Spurerweiterung aufzunehmen. Da die lichte Öffnung der Bögen nur 10 m beträgt und die Gewölbe und die tragenden Aussen-mauern der Pfeiler aus konstruktiven Gründen eine Stärke von etwa 50 bis 70 cm aufweisen, die bei ähnlichen Konstruktionen mit grösseren Spannweiten auch üblich sind, kann davon ausgegangen werden, dass das Tragvermögen des Mauerwerks bei Weitem nicht ausgeschöpft und genügend tragfähig ist, um einen Schotter-trog mit einer Doppelspur aufnehmen zu können. Zumal als Steinmaterial Jurakalk verwendet wurde, der eine Druckfestigkeit hat, die etwa zweieinhalbmal grösser ist als diejenige von herkömmlichem Beton. Eine überschlägige Bestimmung der Beanspruchung im Tragwerk zeigt denn auch, dass die durchschnittlichen Druckspannungen in den Gewölben und den Pfeilern (unter Betriebslasten) 2 MPa nicht übersteigen. Die wesentliche Beanspruchung erfolgt durch die ständigen Einwirkungen. Die Bahnlasten verursachen demgegenüber nur einen Bruchteil der Gesamtbeanspruchung der Mauerwerkskonstruktion. Durch das Aufsetzen des Schottertrogs für eine Doppelspur erhöhen sich die Beanspruchungen im Mauerwerk um etwa 60%. Dies führt aber nur zu Spannungsgrössen, die sich weiterhin noch im Anfangsbereich des elastischen Tragverhaltens befinden. Dem Lagerungs-konzept des Schottertrogs kommt dabei eine

hohe Bedeutung zu, um Dekompressionen bei asymmetrischer Beanspruchung der Bögen und Pfeiler zu vermeiden.

Fachwerk: Die Fachwerkkonstruktion schliesslich weist keine besonderen technischen Merkmale oder Mängel auf; sie darf als Vertreterin einer damals üblichen und bewährten Brückenbauweise bezeichnet werden. Aus der rund 100-jährigen Nutzungsdauer sind keine ungewöhnlichen Vorkommnisse bekannt. Der heutige Zustand der Stahlkonstruktion ist visuell gut, und der Korrosionsanstrich (Deckanstrich) scheint noch vollflächig intakt zu sein. Die genietete Fachwerkkonstruktion wurde zwar bisher noch nicht hinsichtlich Tragfähigkeit und Ermüdung untersucht, aufgrund von Erfahrungen mit ähnlichen Tragwerken lässt sich allerdings vermuten, dass mit einer detaillierten Überprüfung der Ermüdungssicherheit und unter Anwendung neuester Erkenntnisse und Ingenieurmethoden eine genügende Ermüdungssicherheit und eine lange (> 50 bis 100 Jahre) Restnutzungsdauer gerechnet werden kann, falls der künftige Bahnverkehr vorwiegend aus dem relativ leichten Personenverkehr bestehen wird. Allerdings fordert die Bauherrschaft, auf die Stahlbrücke einen Schottertrogs zu setzen. Deshalb müsste die Fachwerkkonstruktion (sichtbar und mit einem grossen Eingriff) verstärkt werden, was vermutlich nicht wirtschaftlich wäre. Aus Gründen der Verhältnismässigkeit muss die Stahlbrücke deshalb ersetzt werden.^{5,6}



04



erstellen. Für die neue Konstruktion durften keine Pfeiler im Flusslauf erstellt werden, und die bestehenden Widerlagerstandorte waren zu übernehmen. Verstärkungen der Widerlager oder Auflager der neuen Konstruktion durften ausserdem die lichte Flussbreite nicht reduzieren. Falls die Teilnehmenden die Stahlfachwerkträger beibehalten wollten, war die Machbarkeit entsprechend nachzuweisen. Des Weiteren sollte die Realisierung grundsätzlich unter Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs erfolgen. Zulässig war eine einmalige Vollsperrung der Strecke von maximal vier Wochen. Das öffentliche Strassennetz konnte für die Baugistik grundsätzlich genutzt werden, und es war möglich, die Bahnlinie für den An- und Abtransport zu nutzen. Die an den Viadukt angrenzenden Flächen konnten Installationen aufnehmen, wobei die temporär verstellten Bereiche möglichst klein zu halten waren, da es sich um Kulturland mit entsprechendem Ertragsausfall handelt.

Diese vielen Rahmenbedingungen waren für die Ausarbeitung des Studienauftrags sehr einschränkend. Dennoch waren die eingegangenen Lösungsvorschläge überraschend und erfreulich vielfältig (vgl. «Die Preisträger», S. 24, und «Weitere Projekte», S. 26).

Clementine van Rooden, Dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin BR, clementine@vanrooden.com

Anmerkungen

1 Der Artikel basiert auf dem Beurteilungsbericht «Doppelspurausbau Mauss–Gümmenen: Saaneviadukt. Studienauftrag im selektiven Verfahren», April 2013, BLS Netz und dem Beitrag zum Gutachten der EKD und der ENHK von Eugen Brühwiler und Alix Grandjean, Oktober 2006.

2 Im Juni 1997 fusionierte die Bern-Neuenburg-Bahn zusammen mit der Spiez-Erlenbach-Zwiesimmen-Bahn, der Gürbetal-Bern-Schwarzenburg-Bahn und der Berner Alpenbahngesellschaft BLS (Bern-Lötschberg-Simplon) zur BLS Lötschbergbahn.

3 Schweizerische Bauzeitung, Albin Beyeler, «Die neue Bern-Neuenburg Bahn: Direkte Linie», Vol. 39, 4. Januar 1902, S. 7.

4 Auszuarbeiten war ein reduziertes Vorprojekt nach SIA 103:2003 (exkl. Kostenschätzung) für den Doppelspurausbau des Saaneviadukts zwischen Mauss und Gümmenen.

5 Zustandsbericht Ingenieurbüro Emch + Berger, Bern, Saaneviadukt Gümmenen – Zustandserfassung, 6. 2. 2006.

6 Prof. Dr. Eugen Brühwiler, EPFL-MCS-Bericht Nr. 230805.1, BLS: Doppelspurausbau Rosshäusern–Gümmenen, Saaneviadukt Gümmenen, Verformungen – Interpretationen des Ergebnisse, 7. 9. 2009.

03 Die Querung der rund 700 m langen Talebene ist ein Baudenkmal von nationaler Bedeutung. (Plan: BLS)

04 Der gesamte Viadukt ist ein Ensemble aus dem Bahndamm (links), den Natursteinbögen aus Haustein und der Stahlfachwerkbrücke (in der rechten Bildmitte im Uferbewuchs versteckt). Sein Erscheinungsbild wird von den Natursteinbögen dominiert. (Foto: Peter Würmli)

