

# 03+04/13 steeldoc

**Historische  
Stahlbrücken**



# Inhalt

Editorial	3
Essay	
Vom Wert historischer Stahlbrücken	4
Einleitung	
Mit der Eisenbahn kamen die Stahlbrücken	8
Bietschtalviadukt, Hohtenn-Aussenberg	
Imposanter Brückenschlag im Gebirge	12
Aarebrücke, Koblenz	
Fünf Bogen in der Kurve	16
Brücke Unterstetten, Rigi Scheidegg	
Fast vergessen – und doch so wertvoll	20
Werkstoff Stahl	
Geschichte, Identifikation und Rekonstruktion	26
Verbindungstechnik	
Genietet, verschweisst und zusammengehalten	32
Brüggli, Unterägeri	
Filigranität und Leichtigkeit bewahrt	36
Aarebrücke, Aarwangen	
Eleganter Streckenzug in geschütztem Ortsbild	42
Thurbrücke, Gütighausen	
Originalgetreu verlängert	46
Buchbesprechung	
«Schweizer Bahnbrücken»	52
Anhang	54
Impressum	55

## Kompetenz im Stahlbau

Das Stahlbau Zentrum Schweiz ist das Schweizer Kompetenz-Forum für den Stahlbau. Als Fachorganisation vereint das SZS die wichtigsten stahlverarbeitenden Betriebe, Zulieferfirmen und Planungsbüros der Schweiz und erreicht mit seinen Aktionen mehr als 8000 Architektinnen, Bauplaner, Entscheidungsträger und Institutionen. Das SZS informiert das Fachpublikum, fördert die Forschung, Entwicklung und Zusammenarbeit im Stahlbau, pflegt internationale Verbindungen und unterstützt die Aus- und Weiterbildung von Fachleuten. Seine Mitglieder profitieren von einem breiten Leistungsangebot zu günstigen Konditionen.

[www.szs.ch](http://www.szs.ch)

**Stahlbau Zentrum Schweiz**  
**Centre suisse de la construction métallique**  
**Centro svizzero per la costruzione in acciaio**

## Editorial



Die Schweiz ist dank ihrer vielfältigen Landschaft mit Flüssen und Bergen ein ausgeprägtes Brückenland. Insbesondere für die Eisenbahn und die Durchquerung der Alpen wurden im 19. und 20. Jahrhundert hunderte von Brücken gebaut – viele davon in Stahl. Ein junger Pioniergeist, für den Schweizer Brückenbau des 19. Jahrhunderts war der Politiker und Unternehmer Alfred Escher. Er begründete und entwickelte das Schweizer Eisenbahnnetz und sorgte durch sein unternehmerisches und politisches Engagement für einen beispiellosen Aufschwung der Schweiz als moderne Industrienation. Um für den ambitionierten Brückenbau des nationalen Eisenbahnnetzes und der geplanten Gotthardlinie über fähige Ingenieure zu verfügen, begründete er beispielsweise 1854 das Eidgenössische Polytechnikum – heute Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.

Der Brückenbau gilt als Königsdisziplin der Ingenieurbaukunst und es wundert deshalb nicht, dass seit über 160 Jahren in der Schweiz eine ausgeprägte Kultur für das Bauingenieurwesen gedeiht. Paradoxe Weise stellen sich die Protagonisten dieser Disziplin jedoch gerne in den Schatten ihrer Werke. Die vorliegende Nummer von Steeldoc ist dem Können dieser stillen Pioniere und ihren Meisterwerken gewidmet und denen, die sich auch heute noch an der frühen Raffinesse im Umgang mit den Kräften inspirieren wollen.

Viele der vorgestellten Stahlbrücken sind über hundert Jahre alt. Sie sind ein Beispiel dafür, dass der Stahlbau seine jugendliche Frische sowohl als Tragwerk als auch in seiner ästhetischen Ausprägung keineswegs verloren hat. Mit demselben feinen Gespür für das Gleichgewicht gehen die Ingenieure heute daran, die Werke ihrer Väter zu untersuchen und sie allenfalls zu verstärken und instand zu setzen. Diese Widmung ist jedoch auch ein Lehrstück – so wird oft erst bei einer sorgfältigen Diagnose des Tragwerkes klar, wie es funktioniert und was seine Besonderheit als technisches Kulturdenkmal ist.

Wir möchten uns deshalb bei Clementine van Rooden bedanken, die sich dieser umfangreichen Doppelnummer zum Thema der historischen Stahlbrücken redaktionell gewidmet hat. Als Bauingenieurin und Fachjournalistin hat sie zudem die meisten Fachtexte verfasst und die Verbindung geschaffen zu dem Hauptwerk, auf das sich diese Nummer bezieht und in dem sie selbst geschrieben hat. In der Reihe Architektur- und Technikgeschichte der Eisenbahnen in der Schweiz ist dieses Jahr das Buch «Schweizer Bahnbrücken» erschienen, mit Fotos von Georg Aerni. Aus den Recherchen für rund 100 wichtige Bahnbrücken haben wir eine Auswahl bedeutender Stahlbrücken getroffen, welche uns die SBB Fachstelle für Denkmalpflege freundlicherweise zur Verfügung gestellt hat. Ergänzt wurde diese Selektion durch weitere Brückentypologien sowie durch fachliche Hintergrundinformationen für den richtigen Umgang mit historischen Tragwerken in Stahl.

Evelyn C. Frisch

# Vom Wert historischer Stahlbrücken

Clementine van Rooden\*

**In der Schweiz gibt es viele eindrucksvolle Stahlbrücken, die sowohl von ihrer Konstruktion her als auch in ihrem Kontext exemplarisch sind. Vor allem die historischen Stahlbrücken zeigen sich in einer unvergleichlichen Vielfalt, die zu erhalten sich lohnt. Denn jedes dieser Meisterwerke hat etwas Besonderes, auch wenn es sich manchmal nicht auf den ersten Blick erschliesst. Vorliegender Essay erörtert, was den Wert historischer Brückenbauwerke ausmacht.**

Historische Brücken werden heute – unabhängig ihres Alters – nicht unbesehen rückgebaut oder abgebrochen. Zu oft gingen in der Vergangenheit materielle und immaterielle Werte verloren. Das hätte bei genauerer Betrachtung und Erwägung vermieden werden können. Das Spezifische und Erhaltenswerte einer Brücke ergibt sich aus ihrer Lage und ihrem Standort oder aus der Nutzung, der Bausubstanz oder den sozioökonomischen, wirtschaftlichen oder umweltspezifischen Aspekten. Ebenso wie die messbaren Werte, gehen auch immaterielle Werte verloren, die eine Brücke als Zeitzeuge, als beispielhaftes Exemplar einer Konstruktionsart oder als bautechnisches Vorbild auszeichnen.<sup>1</sup> Vor allem die vielen Bahnbrücken in der Schweiz stehen exemplarisch für diese Werte als technische und gesellschaftliche Zeitzeugen.<sup>2</sup>

## **In die Jahre gekommen – aber in bester Verfassung**

Viele der bestehenden, oft über hundert Jahre alten Stahlbrücken sind aber in die Jahre gekommen, genügen als Bahn-, Strassen- oder Fussgängerbrücke in mancher Hinsicht den aktuellen Anforderungen nicht mehr und ihre Konstruktion ist oder scheint zumindest veraltet, instandsetzungs- oder ertüchtigungsbedürftig. Doch oft stellt sich bei genauerer Betrachtung heraus, dass der Schein trügt. Das Potenzial mancher historischen Brücke wird – trotz vorhandener Regelwerke zu deren Einschätzung – meist auch von Fachpersonen unterschätzt. Materielle und immaterielle Werte werden verkannt. Dabei liessen sich schon mit einer rudimentären, aber objektiven Bewertung des Erhaltenswerts denkmalpflegerische, betriebliche und tragwerkspezifische Ansprüche unter einen Hut bringen. Die SIA bietet hierzu beispielsweise das Merkblatt SIA 2017 «Erhaltungswert von Bauwerken» an. Eine ganzheitliche Betrachtung von materiellen und immateriellen Werten einer spezifischen Brückenkonstruktion kann ihre Erhaltung in vieler Hinsicht begründen – und nicht zuletzt liessen sich auf diese Weise auch emotionale Bindungen für spezifische Stahlbrücken mit ihren individuellen Tragkonstruktionen und Details wecken – ihre Wertschätzung sozusagen. Dies würde ihren Erhalt wiederum unterstützen. Denn, was wäre die Ingenieurbaukunst ohne ihre bestehenden und zu bestaunenden historischen Referenzen?

## **Wertschätzung in Zeiten des Wertewandels**

Die Bandbreite der Begründungen, eine Brückenkonstruktion zu erhalten, ist gross. Ebenso zahlreich sind allerdings die Argumente, die für einen Rückbau oder Abbruch sprechen. Ein baulicher Eingriff impliziert oft Unvorhergesehenes, was manchen Baubeteiligten dazu bewegt, einen Ersatzneubau zu verfolgen. Vor allem dann, wenn vordergründig «nur» immaterielle oder emotionale Gründe für die Erhaltung sprechen. Viele Brücken sind Anwohnern und Brückenfans als Liebhaberobjekte ans Herz gewachsen. Doch die Bausubstanz einer Brücke lässt sich immer rational und vollständig analysieren, und in vielen Fällen begründen die Erkenntnisse aus den Überprüfungen einen Erhalt hinsichtlich tragwerkspezifischen genauso wie bezüglich historischen und/oder gestalterischen Aspekten. So stellen die Experten beispielsweise oft fest, dass die Brücke im sprachlich-gesellschaftlichen Sinne zwar «alt» ist, aus tragwerkspezifischer Sicht aber ihre maximale Lebensdauer noch lange nicht erreicht hat.<sup>3</sup>

## **Gewichtige immaterielle Werte**

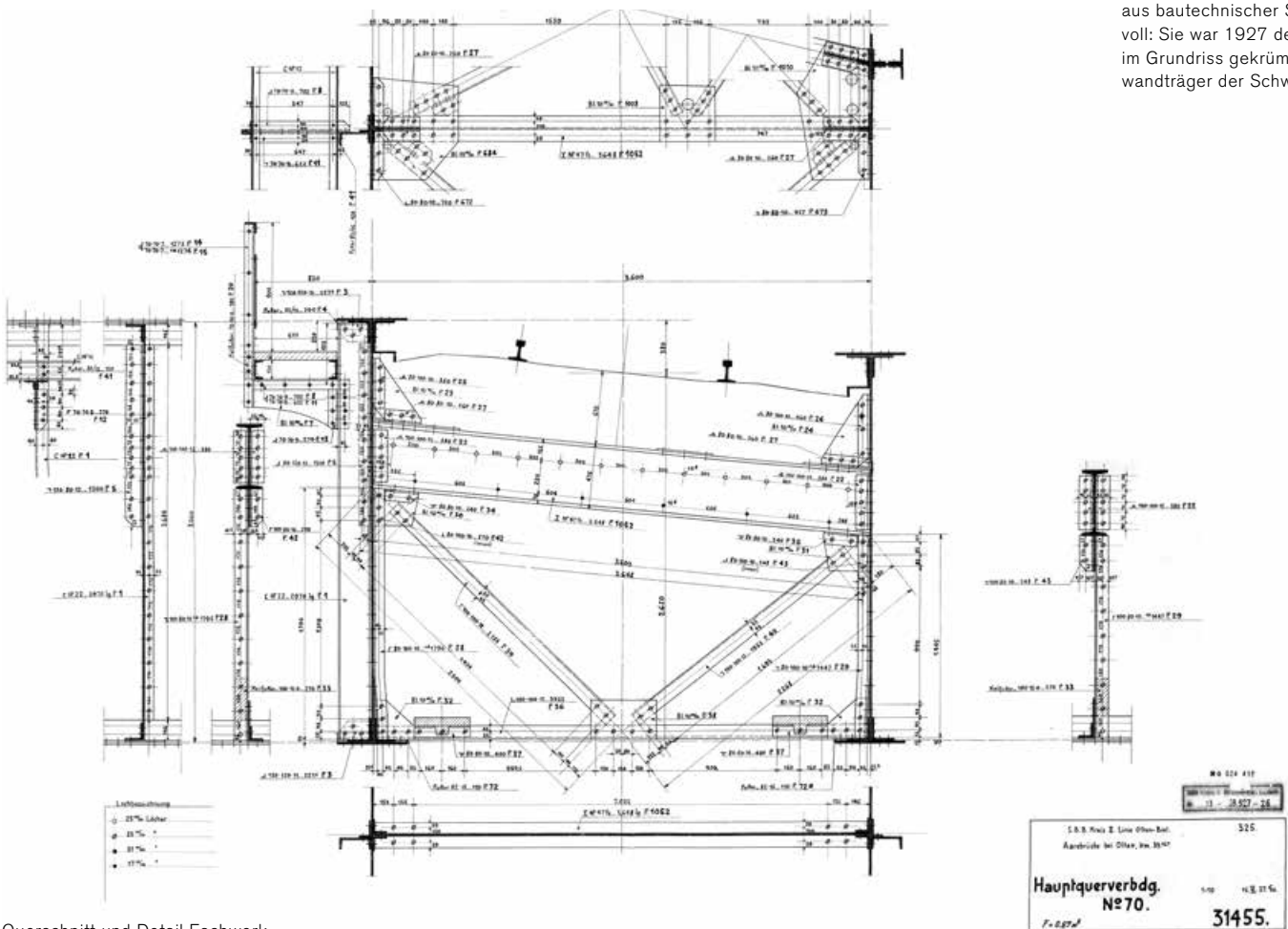
So sind Brückentragwerke als wertvolle Ingenieurbaukunst nicht nur aus technischer und funktionaler, sondern auch aus historisch- und sozio-kultureller, gestalterischer oder emotionaler Sicht zu beurteilen. Erst dadurch lässt sich sein allenfalls vielschichtiges Entwicklungspotenzial offenlegen.<sup>4</sup> Jede spezifische Brückenkonstruktion ist dabei in ihrem individuellen Kontext wieder neu zu beurteilen.

Der Erhaltenswert ergibt sich nicht alleine aus den festgelegten Kriterien (beispielsweise des Merkblatts SIA 2017), welche meist nicht genau definiert sind, sondern von Fall zu Fall interpretiert werden müssen. Die Werte einer Brücke sind also vielmehr immer wieder neu zu bestimmen und zu gewichten. Es kann durchaus sein, dass ein einziges, die Brückenkonstruktion auszeichnendes Merkmal entscheidend ist für die Erhaltung der gesamten Brücke. Vielleicht ist die Tragkonstruktion weder schön noch effizient oder wirtschaftlich tragbar, doch ist sie ein beispielhafter Zeuge ihrer Zeit, oder sie ist die letzte Ausführung in dieser Art. Dann ist das unter Umständen Grund genug, sie zu bewahren. Ebenso, wenn ihr Erbauer berühmt ist und das Bauwerk eine wichtige Arbeit





1 Die Aarebrücke der Gäubahn mitten im städtischen Umfeld von Olten ist vor allem aus bautechnischer Sicht wertvoll: Sie war 1927 der erste im Grundriss gekrümmte Vollwandträger der Schweiz.<sup>3,5</sup>



Querschnitt und Detail Fachwerk der Aarebrücke mit geneigter Fahrbahn (SBB Historic)

## Mit der Eisenbahn kamen die Stahlbrücken

Clementine van Rooden

**Die Schweizer Brückenlandschaft ist vor allem von Bahnbrücken geprägt. Sie stehen markant in der Landschaft, beeindrucken durch die Sorgfalt und Kühnheit der Konstruktion und sind über die vielen Jahre fest mit dem Kontext des Ortes verwachsen. Viele von ihnen gelten deshalb bei Kennern der Ingenieurbaukunst und der Schweizer Landschaft als Liebhaberobjekte.**

Es erstaunt nicht, dass die Landschaft der Schweizer Stahlbrücken vor allem von den Brücken der Schweizer Eisenbahngesellschaften geprägt ist. Diese waren eine der frühesten und ersten Auftraggeber für mehrere tausend Stahlbrücken, die alleine die Bahngesellschaften heute noch besitzen.

Die Eisenbahn hat den Weg in die Schweiz im Vergleich zu den Nachbarländern spät gefunden. Aus Sicht des Stahlbrückenbaus hatte das den Vorteil, dass die gusseisernen Konstruktionen der Pionierzeit, die den Ruf der Metallbrücken vor allem in England arg ramponiert hatten, praktisch übersprungen wurden. Der Stahlbrückenbau in der Schweiz konnte von Anfang an zumindest auf bekannte und erprobte Werkstoffe (Puddelstahl, Stahlguss), Erfahrungen im Ausland, eine Basis von theoretischen Grundlagen, eine hochstehende Zimmermannstradition und führende Ingenieure aus ganz Europa zurückgreifen.

Begünstigt durch das damalige liberale Eisenbahngesetz setzte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine geradezu fiebrige Eisenbahn- und damit auch Brückenbautätigkeit ein. In dieser frühkapitalistischen Phase wurden viele, ehrgeizige und kühne Stahlbrücken gebaut, denn Stahlkonstruktionen konnten schneller und kostengünstiger erstellt werden als gemauerte Brücken – und für die vielen privaten Bahngesellschaften war Bauzeit eben Geld.

### **Einflüsse aus Deutschland und Frankreich**

Ein typischer «Schweizer Stil» oder gar eine «Schweizer Schule» im Stahlbrückenbau hat sich in dieser Zeit – und auch später – nicht entwickelt; vielmehr haben Schweizer Ingenieure stets pragmatisch Entwicklungen aus dem Ausland aufgegriffen, adaptiert und optimiert und damit eine ganze Reihe bemerkenswerter Bauwerke geschaffen. Regionale bzw. nationale Präferenzen sind aber schon erkennbar:



1 Wartungsgang des Bahnviaduktes über die Sitter bei St. Gallen von 1919



# Imposanter Brückenschlag im Gebirge

## Bauherrschaft

BLS AG (ehemals Bern-Lötschberg-Simplon-Bahn)

## Ingenieure

Entreprise Générale du chemin de fer des Alpes Bernoises  
Bern-Loetschberg-Simplon (EGL) (historische Brücke);  
Jean Gut, Küsnacht ZH (Verstärkungen); Bloetzer + Pfammatter,  
Visp (Stahlbeton)

## Baujahr

Historische Brücke: 1913  
Ausbau auf Doppelspur und Verstärkungen: 1986



**Die Südrampe der 1913 eröffneten Lötschbergbahn ist dank ihrer zahlreichen Kunstbauten ohnehin schon beeindruckend. Der Bietschtalviadukt fällt dennoch besonders auf. Er überquert die Schlucht des Bietschbachs mit einer wuchtigen und einmaligen Konstruktion. Sie ist zwar weitgehend im Original von 1913 erhalten, wurde aber 1986 auf zwei Spuren ausgebaut – diese Erweiterung war bereits beim Erstbau eingeplant.**

Der Bietschtalviadukt auf der Lötschberglinie Frutigen-Brig beeindruckt einerseits durch seine kühne Konstruktion, die schon für die damalige Zeit aussergewöhnlich war, andererseits durch seine spektakuläre Lage in der felsigen Berglandschaft des Wallis, die noch heute schwierig zugänglich ist – und damals erst recht.<sup>1</sup>

Der 110 m lange Viadukt überspannt den in Richtung Raron ins Rhonetal fliessende Bietschbach in 78 m Höhe mit einem Zweigelenkbogen und zwei anschließenden Balkenbrücken von 35,5 m Spannweite. Der Bogen steht auf vier Stahlgusslagern mit Kugelgelenken, die in mit Naturstein verkleideten Fundamentsockeln aus Beton verankert sind. Die Spannweite zwischen den beiden Bogenkämpfern beträgt 95 m. Die beiden Balkenbrücken lagern an den Talflanken etwas weiter oben auf gemauerten Widerlagern mit je einem Gewölbebogen – von dort aus verschwinden die Gleise auf jeder Talseite jeweils in einen Tunnel.

Die Stahlkonstruktion aus Flussstahl ist im gleichmässigen Längsgefälle von 22 Promille erbaut und liegt in einer Kurve mit einem Radius von 300 m. Dieser Grundriss begründet die aussergewöhnliche Form des zentralen Bogens – seine Gurten spreizen sich nämlich gegen die Kämpfer und erhöhen so die Steifigkeit der Konstruktion: Regelrecht breitbeinig stellt sich der Zweigelenkbogen also in die Talflanken. Nur so liessen sich die Fliehkräfte fahrender oder bremsender Züge in der vorliegenden Kurve auffangen.

Der Aufbau des Bogens als räumliches Fachwerk erfolgte 1913 mit einem Lehrgerüst. Damit die Setzungen

bei diesem hohen Gerüst kontrollierbar blieben, liess man es hauptsächlich aus Eisen errichten; nur der oberste Teil bestand aus Holz. So liess sich das Tragwerk aus nahezu 491 Stäben und 171 Knoten passgenau konstruieren. Insbesondere beim Bogenschluss stellte man mit dieser Bauweise nur geringfügige Massdifferenzen fest – solch günstige Montageresultate wären vermutlich bei einem reinen Holzgerüst nicht erreicht worden.

Die Brücke wurde mit Derrickskränen montiert. Diese erstmals in der Schweiz eingesetzten Kräne, die nur auf Druck belastet werden, ermöglichten die Montage der schweren Stahlfachwerkbrücke. Eine separate Dienstbahn mit Tunnels und Holzbrücken erschloss die Strecke während der Arbeiten im unwegsamen Gelände.<sup>2</sup>

## Zunächst eingleisig

Die Lötschbergbahn nahmen die Brücke wie geplant nur eingleisig in Betrieb. Allerdings war von Beginn an ein Ausbau auf Doppelspur vorbereitet worden. Dieser Ausbau erfolgte auf der gesamten Bergstrecke (Nord- und Südrampe) zwischen 1976 und 1992 – beim Bietschtalviadukt 1986. Dafür ergänzte man die damals über 70jährige Tragkonstruktion talseitig mit zwei konstruktionsgleichen Balkenbrücken. Der einzige Unterschied bestand darin, dass die Knoten nicht mehr genietet, sondern geschweisst waren. Wegen der wesentlich glatteren Flächen der Schweisskonstruktion verringerte sich der Unterhaltsaufwand an der moderneren Fachwerkkonstruktion der zwei neuen Anschlussbrücken.<sup>3</sup>

## Fünf Bogen in der Kurve

### Bauherrschaft

Schweizerische Nordostbahn

### Ingenieure

Robert Moser; Arnold Bosshard & Cie (Ausführung)

### Baujahr

1892



**Die Aarebrücke in Koblenz ist ein wertvolles Werk der Ingenieurbaukunst. Sie ist in ihrer Konstruktion selten und zeigt zwei Besonderheiten von baugeschichtlich hohem Wert. Das Gleis liegt nicht auf einer offenen Fahrbahn sondern in einem schalldämpfenden Schotterbett. Und dank des Konstruktionsprinzips von Schwedler sind die Fachwerkdiagonalen nur auf Zug beansprucht und deshalb äusserst schlank.**

Die linksufrige Rheintalbahn von Basel nach Romanshorn ist 26 km lang und die kürzeste und eine vergleichsweise flache Verbindung zwischen Basel und dem Eisenbahnknotenpunkt Winterthur. Die Linie zweigt bei Stein ab und folgt dem linken Rheintufer bis zur Einmündung der Aare bei Waldshut. Dann zieht sie sich für einen kurzen Abschnitt der Aare entlang und führt mit einer Kurve über den Fluss, um schliesslich in die Station Koblenz zu gelangen.

### Linienführung bedingt individuelle Details

Die Aarebrücke von 1892 zwischen den beiden Stationen Felsenau und Koblenz ist die grösste Kunstbaute auf dieser Bahnstrecke. Sie hat eine Gesamtlänge von 236 m und die schweisseisernen Fachwerkträger mit unten liegender Fahrbahn sind maximal 6,5 m hoch. Im Grundriss folgt die Brücke einem Korbbogen, ihr Krümmungsverlauf verändert sich also von einem Radius von 500 m über einen solchen von 550 m zu einem von 270 m. Dabei waren die 270 m der Minimalradius der gesamten Strecke.<sup>1</sup>

Der Schweizer Ingenieur und Eisenbahnunternehmer Robert Moser konstruierte die Brücke mit fünf Einfeldträgern und legte sie auf vier 10 m hoch gemauerte Flusspfeiler sowie zwei gemauerte Widerlager. Die Pfeiler richten sich nach der Fliessrichtung und sind wie die Widerlager 12 bis 15 m tief fundiert. Wegen der im Grundriss gekrümmten Linienführung der Fahrbahn stehen die Pfeiler also nicht rechtwinklig sondern 45° bis 65° zur Gleisachse.

Die Widerlager an beiden Aareufem stehen ebenfalls schief zur Brückenachse. Das grössere am rechten Aareufer ist wie die Pfeiler auf einem ausbetonierten Senkkasten gegründet und im hinteren Teil zusätzlich

auf eingerammten Holzpfählen abgestellt. Für das einfachere linksufrige Widerlager genügte eine Pfahlfundation.

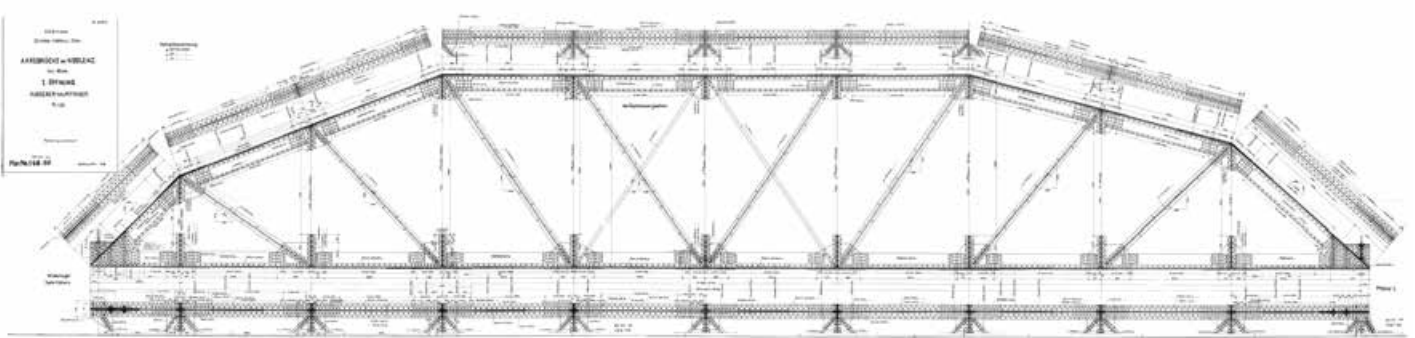
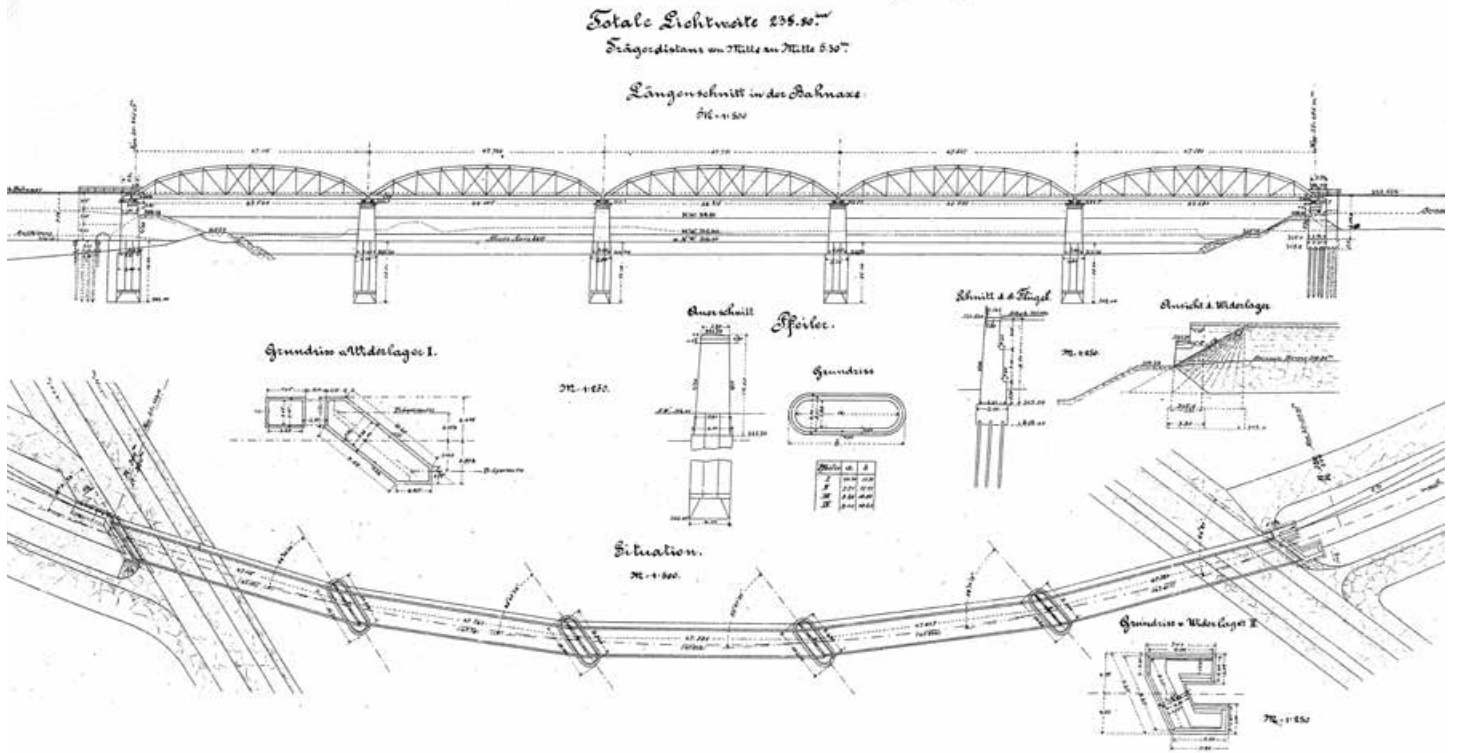
### Charakteristische Konstruktion

Die Einfeldträger mit einer Spannweite von 47,1 bis 48 m bestehen aus zwei Hauptträgern, die im Achsabstand von 5,5 m angeordnet sind. Sie sind infolge der in Fliessrichtung ausgerichteten Flusspfeiler schief gelagert. Dennoch schliessen die Querträger rechtwinklig an die Gurten, was unterschiedlich lange Endfelder in jedem einzelnen Fachwerkträger bedingt. Dies zeigt sich in einer gewissen Dynamik im Erscheinungsbild der Brücke.

Die Hauptträger sind als abgewandelte Schwedlerträger ausgeführt – eine Trägerform, die der Ingenieur Johann Wilhelm Schwedler entwickelte und bei dem die Streben stets auf Zug beansprucht sind.<sup>2</sup> Bei der Aarebrücke Koblenz hat Moser die ausführungstechnisch eher schwierige Schwedlersche Bogenform vereinfacht. Er passte sie auf eine polygonale Form an: Während der Untergurt gerade blieb, ist der Obergurt nicht hyperbolisch geschwungen sondern knickt vom Auflager bis zur Mitte des Trägers am ersten und dritten Pfosten.

Die jeweils zehn Felder der Fachwerke sind mit schlanken fallenden Diagonalen ausgefacht, wobei die beiden mittleren Felder Andreaskreuze aufweisen. So bleiben alle Diagonalen trotz abgewandelter Form des Schwedlerträgers nur auf Zug beansprucht und konnten dennoch entsprechend schlank ausgeführt werden. Diese Konstruktion ist in der Schweiz selten wenn nicht gar einzigartig.





Situation und Ansicht (Abwicklung) der Aarebrücke: Die fünf Hauptträger überbrücken die Aare in einer Kurve, und die Flusspfeiler sind in der Flussrichtung angeordnet. (SBB Mikrofilmzentrale Bern)

## Fast vergessen – und doch so wertvoll

### **Bauherrschaft**

Rigi Scheidegg AG

### **Ingenieure alte Brücke**

Niklaus Riggenbach

### **Projekt Instandsetzung**

Baumann Hedinger Zurfluh Bauingenieure

### **Baujahr**

1874; Instandsetzungsarbeiten  
voraussichtlich 2015

**Das alte Trasse der stillgelegten Rigi-Scheidegg-Bahn von 1874 besteht noch, und die historischen Kunstbauten, die dafür notwendig waren, können bewandert werden. So auch die historische Brücke Unterstetten. Sie ist ein Ingenieurbauwerk von hohem kulturellen Wert und soll 2015 restauriert werden.**

Die Brücke Unterstetten wurde 1874 gebaut, als man die Rigi-Scheidegg-Bahn erstellte – eine meterspurige Adhäsionsbahn, die am 1. Juni 1875 in Betrieb ging und bei Fertigstellung die höchstgelegene Adhäsionsbahn Europas war. Die Bahn und damit die Brücke blieben während mehr als 50 Jahren in Betrieb. Insgesamt sind die Rigi-Bahnen als erste Bergbahnen Europas im Inventar der historischen Verkehrswege aufgeführt. Am 20. September 1931 stellte die Rigi-Scheidegg-Bahn ihren Betrieb aber ein, weil sie unren-

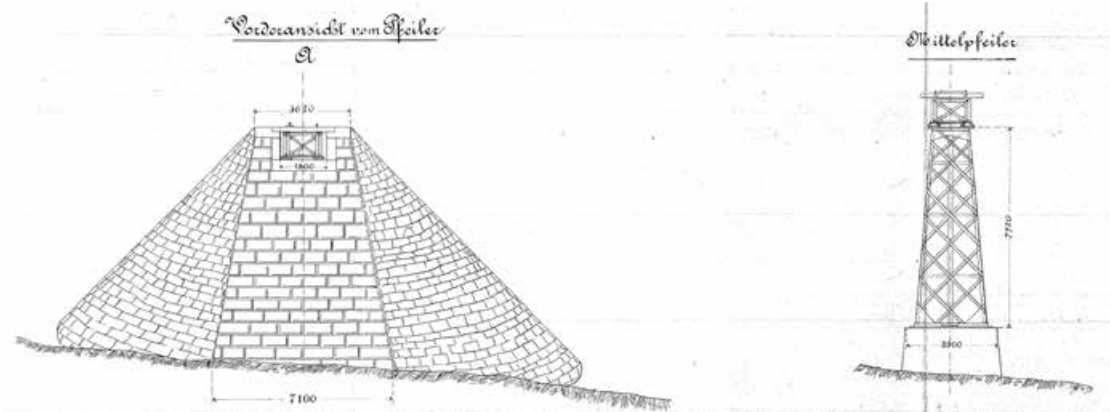
tabel war, und 1942 wurden die Schienen abgebrochen. Die Eigentümerin liess danach eine Betonplatte auf die Stahlkonstruktion setzen und machte die Brücke so für die Wanderer und für den einspurigen Landwirtschaftsverkehr nutzbar. Das gesamte Trasse der Rigi-Scheidegg-Bahn ist heute im Sommer ein Wanderweg und im Winter zusätzlich eine Langlaufloipe.

### **Zeitzeuge einer eingestellten Bahn**

Dieses Ingenieurbauwerk hat Niklaus Riggenbach gebaut. Die «Maschinenfabrik Aarau» war die beteiligte Eisenbaufirma. Die Brücke Unterstetten ist eine wichtige Referenz im Werk des Rigi-Bahnerbauers und darüber hinaus – auch als relativ kleines Objekt – ein markanter Repräsentant aus der Bergbahnbauzeit des 19. Jahrhunderts. Sie überquert eine rund 100 m



1 Der 5,5 km lange Panoramaweg auf dem ehemaligen Bahntrasse der Rigi-Scheidegg-Bahn ist ein Höhenweg auf 1400 bis 1600 m. Teil dieses Wegs ist die Brücke Unterstetten.



2 Vollwandig, genietet und polygonal ist der Träger und filigran, konisch und aufgelöst sind die Pfeiler konstruiert. (Planausschnitt: Archiv Rigi Bahnen)

weite Öffnung eines Bergkamms, wobei die Zufahrt zur Brücke auf beiden Seiten über einen Damm erfolgt, der an die beiden Widerlagerpfeiler angeschüttet ist. Diese Dämme reduzieren die eigentliche Brückenspannlänge auf 50 m. Die besondere Stellung in der Landschaft bietet eine eindrucksvolle Tiefsicht auf den Vierwaldstättersee, das Luzerner Seebecken mit Pilatus, die Zentralschweizer Berge und die Rigi-Landschaft.

#### Detaillierte Konstruktion

Die Brückenkonstruktion besteht aus einem über vier Felder mit 12,5 m Spannweite durchlaufenden Träger in genietetem Eisenbauweise. Dieser ist auf drei Innenpfeiler – ebenfalls in Eisenbauweise – und zwei Randpfeiler als Widerlager aus Natursteinmauerwerk aufgelagert. Der Trägerbalken weist eine Neigung in Längsrichtung von Süden nach Norden von 50 Promille auf. Wie die Brücke gelagert ist, klären die mit dem Projekt für die Instandsetzung beauftragten Bauingenieure noch ab. Vermutlich hat die Stahlkonstruktion immer «schwimmend» funktioniert; allfällige Horizontalkräfte trug das Tragwerk über die einzelnen Stützen ab.

Der Brückenträger besteht aus zwei genieteten Vollwandträgern mit einer konstanten Höhe von 1,04 m. Sie sind mit einem untenliegenden horizontalen Windverband und mit Querträgern aus Diagonalkreuzen verbunden. Dieser im Grundriss polygonal verlaufende Balken – der Radius beträgt 105 bis 120 m – wirkt somit statisch wie ein steifer Kastenträger, der die Biege- und Torsionsbeanspruchungen aufnehmen kann. Alle drei Pfeiler bestehen hingegen aus einer etwa 8 m hohen Fachwerkkonstruktion. Sie stehen auf Sockeln aus Natursteinmauerwerk, die je nach Längsgefälle in ihrer Höhe variieren. Die Eisenkonstruktion ist, wie ähnliche Konstruktionen aus jener Zeit, aus Schweisseisen hergestellt. Schweisseisen ist ein Vorläufermaterial des ab 1890 verwendeten Flussstahls und besaß bereits ähnliche Festigkeitseigenschaften wie Flussstahl.<sup>1</sup>





## Geschichte, Identifikation und Rekonstruktion

Max Bosshard und Marlene Plätzer

**Über die Jahrzehnte haben sich viele Begriffe rund um Eisen, Guss und Stahl verändert und können gerade im Zusammenhang mit historischen Stahlbrücken für Verwirrung sorgen. Die Kenntnis über die Entwicklung der Eisen- und Stahlherstellung verschafft die nötige Übersicht und ermöglicht den denkmalpflegerisch korrekten Umgang mit historischen Stahlbrücken.**

Grundlage für die Instandsetzung sind die Eigenschaften des verwendeten Stahls, die für jeden Einzelfall experimentell zu bestimmen sind. Die Zusammensetzung und die technologischen Eigenschaften der heute im Brückenbau verwendeten Stähle sind, wie ein Blick in den Stahlschlüssel zeigt, durchgängig definiert und genormt. Die Einhaltung der Normwerte wird streng überwacht und schafft Sicherheit für projektierende Ingenieure. Reparatur, Umbau oder Ersatz heutiger Stahlkomponenten stellen deshalb im Normalfall keine ausserordentlichen materialtechnologischen Anforderungen.

Ganz anders sieht es für den Umgang mit über etwa 50jährigen Stahlkonstruktionen aus: Unklare, teilweise widersprüchliche, historisch begründete Materialbezeichnungen und Bedeutungen erschweren die Beurteilung der heute existierenden Bauwerke und vor allem ihre fachgerechte und denkmalpflegerisch angemessene Erhaltung und Instandsetzung. Dazu braucht es einerseits möglichst detaillierte Informationen über den konkret vorliegenden Baustoff und

andererseits Kenntnisse über dessen Entwicklungsgeschichte und –stand, um das Bauwerk in den Kontext der Technikgeschichte einordnen zu können. Eine ganzheitliche Betrachtung des Brückenbaus, insbesondere aus denkmalpflegerischer Sicht, muss also auch bei der Geschichte der Eisenwerkstoffe beziehungsweise des Stahls ansetzen, damit neben den konstruktiven auch angemessene werkstoffspezifische Interventionen vorgenommen werden können.

### **Planangaben sind nur Indizien**

Die Angaben zum Material in historischen Beschreibungen und Plänen sind meist wenig hilfreich oder irreführend, denn die Bedeutung der häufig noch in vorindustrieller Zeit wurzelnden Bezeichnungen für die verschiedenen Eisenwerkstoffen hat sich im Lauf der Zeit gewandelt, viele davon sind heute auch nicht mehr gebräuchlich.

Vereinfacht betrachtet haben sich die Begriffe Eisen und Stahl seit Beginn des industriellen Zeitalters, abhängig von den technischen, das heisst metallurgischen Fortschritten, gewandelt: Begriffe wie «Flusseisen», «Gusseisen» und «Schmiedeeisen» sind aus heutiger Sicht keine eindeutigen Materialbezeichnungen und lassen im besten Fall eine Abschätzung des Kohlenstoffgehalts und des Verunreinigungsgrads des Werkstoffs auf Grund des Herstellungsverfahrens zu. Ebenso bestimmen das Herstellungs- und Giess-



1 Genietetes Stahl mit seinem typischen Erscheinungsbild.





## Filigranität und Leichtigkeit bewahrt

### **Bauherrschaft**

Gemeinde Unterägeri

### **Ingenieure**

Staubli Kurath und Partner, Zürich / Zug

### **Kunstschlosser**

Moritz Häberling, Uerzlikon

### **Baujahr**

Historische Brücke: 1908 (durch Gebrüder Gysi, Baar)  
Restaurierung, Instandsetzung: 2013

**Die Fussgängerbrücke in Unterägeri direkt am Auslauf der Lorze aus dem Ägerisee ist von 1908 und wurde im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten am Seeufer restauriert. Die neuen Stahlelemente ersetzen die alten so, dass sie kaum als neue Teile zu erkennen sind. Das denkmalgeschützte Brüggl bewahrt sein ursprüngliches Erscheinungsbild und seine originale Tragwirkung – nur mit einem neuem Anstich.**

Das Ufer des Ägerisees in Unterägeri zwischen Schiffsteg und dem Abfluss der Lorze war instandsetzungsbedürftig. Der Wellenschlag hatte der 100-jährigen Ufermauer zugesetzt; sie war unterspült und zerfiel stellenweise. Im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten sollte auch das Bogenbrüggl direkt am Auslauf der Lorze restauriert werden. Es ist eine Fussgängerbrücke aus dem Jahr 1908, die aus einer eleganten, filigranen genieteten Eisengitterkonstruktion besteht. Die beiden Stahlfachwerke bilden zugleich die Geländer, und unterhalb der Brücke sind bei jedem Pfosten Quertträger – ebenfalls als Fachwerke ausgebildet – angeordnet. In Querrichtung wird die Brücke durch einen untenliegenden Verband stabilisiert. Die verschiedenen Teile der Stahlkonstruktion wurden ursprünglich mit Nieten verbunden. Später angebrachte Elemente sind verschraubt.

### **Bogenbrüggl von hohem Wert**

Das Bogenbrüggl wurde Ende 2011 unter Schutz gestellt und ins Inventar der schützenswerten Denkmäler aufgenommen, denn es ist – so im Bericht der Denkmalpflege – von hohem kulturellen, heimatkundlichen und bautechnischen Wert.

Die Fussgängerbrücke Birkenwäldli am Strandweg – wie das Brüggl offiziell heisst, nach deren Namen sie aber kaum jemand benennt – steht als Baudenkmal für den industriellen Aufschwung im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts, als die heimindustrielle Seidenweberei und ab 1834 die Spinnerei zusätzliche

Verdienstmöglichkeiten und eine entsprechenden Bevölkerungszunahme brachten. Mit dieser Industrialisierung und dem Neuentdecken der Landschaft und dem aufkommenden Tourismus gewann die Uferzone am Ägerisee an Bedeutung. Die Bogenbrücke ist somit eng mit dem industriellen Aufschwung vor Ort verknüpft. Ausserdem prägt sie das Ortsbild und in vielen Details erkennt man noch die Handarbeit der früheren Erbauer, wie beispielsweise die Hammerschläge auf die Stege der Gurtungen, womit man ihnen die Bogenform gab. Das Brüggl ist schliesslich als Stahlkonstruktion mit Nietverbindungen für den Kanton Zug ein wertvolles und seltenes Industriedenkmal, das der Umgebung und der Gesellschaft möglichst als typische Stahlkonstruktion ihrer Zeit erhalten bleiben soll.

### **Geschützt aber verrostet**

Die Begehung durch eine Expertenrunde vom Januar 2012 ergab allerdings, dass sich die Fussgängerbrücke in einem schlechten Zustand befand. Die Verantwortlichen der Denkmalpflege und die beteiligten Bauingenieure stellten sich daher die Frage, wie die Konstruktion instandgesetzt werden konnte, ohne dass dabei die Substanz der wertvollen Stahlkonstruktion verloren ginge.

Es standen zwei Varianten im Vordergrund. Die erste Variante hatte die Konservierung des Ist-Zustands zum Ziel. Durch das Umschweissen sollte die Korrosion gestoppt werden, indem der Sauerstoff entzogen würde.





In der zweiten Variante sollten die korrodierten Verbindungen gelöst sowie instandgesetzt und anschliessend wieder mit neuen Nieten zusammengefügt werden. Man beschloss, beide Varianten auszuschreiben und entsprechend den eingereichten Offerten mit den preislichen und technischen Argumenten den Entscheid zu fällen.

#### **Machbarkeit der Instandsetzungsvarianten**

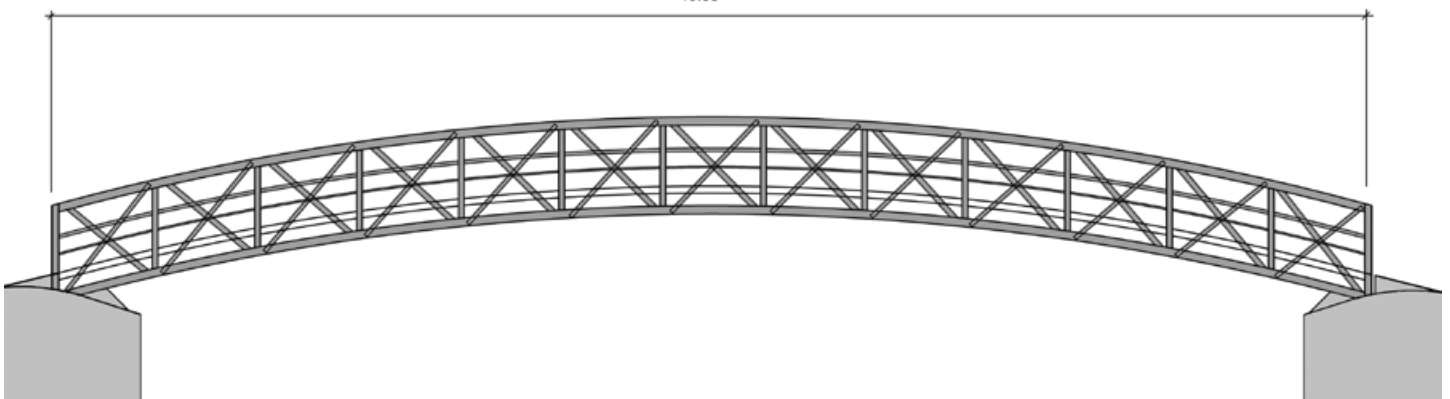
Staubli Kurath und Partner klärte die bestehende Tragkonstruktion und die möglichen Restaurationsarbeiten vertieft ab. Sie konsultierten die SIA-Norm 269/3 «Erhaltung von Tragwerken – Stahlbau», in der Instandsetzungsmassnahmen an Stahlbauten geregelt sind. Folgende Punkte sind dieser Norm entnommen:

- 7.1.2.2 «Werden neue Verbindungen an altem Bau-  
stahl ausgeführt, sind Schraubverbindungen den  
Schweissverbindungen vorzuziehen.»
- 7.2.2.1 «Mangelhafte Nieten werden in der Regel  
durch hochfeste vorgespannte Schrauben ersetzt.  
Wenn sich weitere Nieten durch das Vorspannen der  
Schrauben lösen, werden auch diese ersetzt.»
- 7.2.2.2 «Hybridverbindungen zwischen Nieten und  
Schweissnähten sind in der Regel aufgrund ihres  
unterschiedlichen Tragverhaltens zu vermeiden.»

Ausserdem besprachen die Bauingenieure die Massnahmen beider Varianten bezüglich Machbarkeit mit dem Schweizerischen Verein für Schweissttechnik (SVS), der von der Eidgenössischen Materialprüfan-

1 Das instandgesetzte Brüggl  
steht wieder an seinem ur-  
sprünglichen Ort auf neuen  
Widerlagern. Man erkennt kon-  
struktiv keinen Unterschied,  
nur wo nötig wurden die beste-  
henden Nieten durch neue  
ersetzt. Der Stahl ist aber neu  
angestrichen.

19.03



## Eleganter Streckenzug in geschütztem Ortsbild

### **Bauherrschaft**

Aare Seeland mobil (asm)

### **Ingenieure**

historische Brücke: Zschokke, Döttingen  
neues Projekt: Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, Wolfwil

### **Architekten**

Ilg Santer Architekten GmbH, Zürich

### **Baujahr**

1907

**Viele historische Bahnbrücken in der Schweiz erfordern eine Überprüfung ihrer Tragkonstruktion. Dabei stellt sich heraus, ob die Brücke instandsetzungsbedürftig ist oder gar ersetzt werden muss. Für manche Brücke ergibt sich aus wirtschaftlichen oder betriebstechnischen Gründen ein Ersatzneubau. Der Ersatz eines industriellen Zeitzeugen ist immer schmerzvoll. Im vorliegenden Fall aber überzeugt das neue Projekt so sehr, dass keine Wehmut aufzukommen vermag.**

Die 106 Jahre alte Bahnbrücke führt von Niederbipp her kommend über die Aare beim Schloss Aarwangen und dem früher als Zollhaus dienenden Gasthaus Bären nach Langenthal. Sie liegt direkt neben der Strassenbrücke – ein Ersatzneubau des Ingenieurbüros Hartenbach & Wenger aus Bern aus dem Jahre 1997, der aus einem Wettbewerb hervorging und dessen

unter der Fahrbahn liegende Tragkonstruktion aus einem räumlichen Fachwerk aus zusammengeschweissten Stahlrohren besteht. Der parallel der Strassenbrücke geführte Gehweg ist an die Stahlkonstruktion der Strassenbrücke angehängt und schwingt über dem Mittelpfeiler flussabwärts weg.

Die drei Brücken bilden zusammen ein Ensemble des Aareübergangs. Diese Situation im nördlichen Ortsteil von Aarwangen ist im Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz als Sonderfall von «nationaler Bedeutung» verzeichnet. Die Bahnbrücke selbst ist im Bauinventar des Kantons Bern als erhaltenswertes Baudenkmal (K-Objekt, Baugruppe C) notiert.





# Impressum

steeldoc 03+04/13, Dezember 2013  
Historische Stahlbrücken  
Doppelnummer

Herausgeber:  
SZS Stahlbau Zentrum Schweiz, Zürich / [www.szs.ch](http://www.szs.ch)  
Evelyn C. Frisch, Direktorin

Redaktion und Layout:  
Clementine van Rooden; Evelyn C. Frisch (Schlussredaktion),  
Antonio Ferrarese (technische Ergänzungen und Tabellen)

Texte:  
Clementine van Rooden (cvr), dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin  
BR; Eugen Brühwiler (eb): Prof. Dr. dipl. Ing. ETH/SIA/IVBH,  
Professur für Erhaltung und Sicherheit von Bauwerken, EPF  
Lausanne, Vize-Präsident der Gesellschaft für Ingenieurbaukunst  
([www.ingbaukunst.ch](http://www.ingbaukunst.ch)); Max Bosshard (mb): dipl. Bauing. ETH  
SIA; Marlène Plätzer (mp), dipl. Bauing. FH

Bild- und Plannachweise:  
Titel: Georg Aerni  
Editorial: Clementine van Rooden  
Einzelne Artikel: siehe Anhang der Artikel bzw. Planlegenden

Quellen:  
Dokumentation der Eisenbahnbrücken Bietschtalviadukt und  
Aarebrücke Koblenz (mit Fotos von Georg Aerni) mit freundlicher  
Genehmigung SBB Fachstelle für Denkmalpflege und der Gesell-  
schaft für Schweizerische Kunstgeschichte GSK aus «Schweizer  
Bahnbrücken», Verlag Scheidegger-Spiess, 2013.  
Die übrigen Informationen und Pläne stammen von den Planungs-  
büros.

Designkonzept:  
Gabriele Fackler, Reflexivity AG, Zürich

Administration, Abonnemente, Versand:  
Stahlbau Zentrum Schweiz, Zürich

Druckvorstufe und Druck:  
Kalt-Zehnder-Druck AG, Zug

ISSN 0255-3104

Jahresabonnement Inland CHF 48.– / Ausland CHF 60.–  
Einzelexemplar CHF 15.– / Doppelnummer CHF 25.–  
Preisänderungen vorbehalten.

Bauen in Stahl / steeldoc© ist die Bautendokumentation des  
Stahlbau Zentrums Schweiz und erscheint viermal jährlich  
in deutscher und französischer Sprache. Mitglieder des SZS  
erhalten das Jahresabonnement und die technischen  
Informationen des SZS gratis.

Die Rechte der Veröffentlichung der Bauten bleiben den  
Architekten vorbehalten, das Copyright der Fotos liegt bei den  
Fotografen. Ein Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit  
schriftlicher Genehmigung des Herausgebers und bei deutlicher  
Quellenangabe gestattet.