

Zeitschrift: Archäologie und Denkmalpflege im Kanton Solothurn
Herausgeber: Amt für Denkmalpflege und Archäologie des Kantons Solothurn
Band: 27 (2022)

Artikel: Von Bettlach nach Grenchen über die restaurierte Brücke Witi : ein junger Baustoff weist den Weg
Autor: Brühwiler, Eugen / Schibler, Sara
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1033210>

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: 26.11.2024

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

Beiträge

Von Bettlach nach Grenchen über die restaurierte Brücke Witi – ein junger Baustoff weist den Weg

EUGEN BRÜHWILER, SARA SCHIBLER

In der Landwirtschafts- und Schutzzone Witi macht eine Informationstafel auf die historische Brücke über den Witibach aufmerksam: «103 Römerbrücke. Diese Brücke, die im Volksmund «Römerbrücklein» heisst, geht wohl kaum auf die Zeit ihres Namens zurück. Sie ist ein Zeuge eines mittelalterlichen Wegsystems durch die Aareebene vor der Versumpfung.» Die denkmalgeschützte Natursteinbrücke besitzt einen hohen Zeugniswert und wurde 2020/2021 sorgsam restauriert.

Die Brücke war über die Jahre etwas aus der Form geraten, Gehölz wuchs im Bereich der beiden Auflager, die Fugen zwischen den gemauerten Kalksintertuff-Steinen waren teilweise weit offen und die Gewölbeuntersicht wies Verformungen auf (Abb. 2, 5). Dies veranlasste die beiden Gemeinden, eine herkömmliche Sanierung ins Auge zu fassen. Natürlich war die Frage, ob die kantonal geschützte und somit als Baudenkmal ausgezeichnete Brücke

durch einen Neubau ersetzt werden könnte, schnell Gegenstand der Verhandlungen. Der Schutzstatus erübrigte jedoch eine lange Diskussion darüber. Trotzdem oder gerade deshalb war eine Restaurierung gefragt, die dem Zeitzeugen gerecht würde. Für die beiden Gemeinden stand das Überbetonieren des bestehenden Gewölbes im Vordergrund. Dieser Vorschlag hätte bedeutet, dass das Gewölbe seiner Tragfähigkeit beraubt und das Mauerwerk als



Abb. 1
Bettlach/Grenchen, historische Brücke über den Witibach. Die «Römerbrücke» nach der Restaurierung 2021.

Eugen Brühwiler, Lussy-sur-Morges.

Abb. 2
Südsicht der Brücke vor der
Restaurierung.

Abb. 3
Anlässlich einer Grabung wurden um 1970 die Holzpfähle im
Bereich des Brückenaufagers
freigelegt. Eine dendrochronologische
Altersbestimmung im
Jahr 1979 brachte leider kein
Ergebnis.



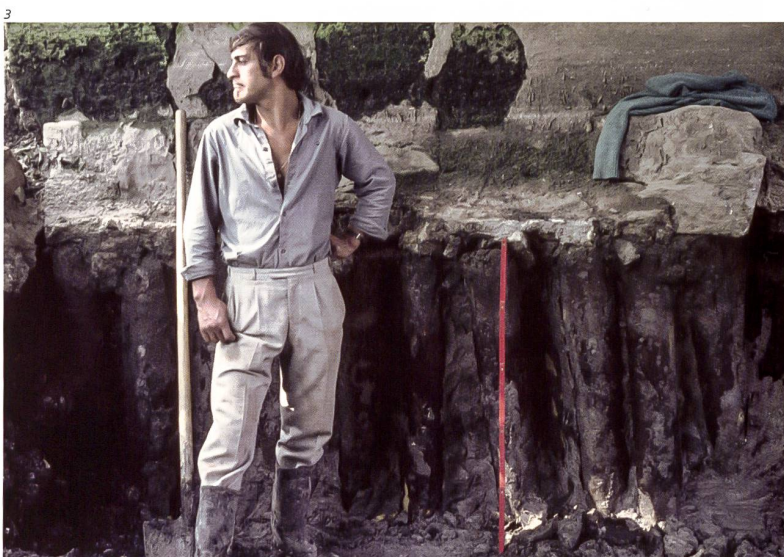
Kant. Denkmalpflege Solothurn.

Betonschalung zur «historischen» Dekoration degradiert worden wäre. Der Stahlbeton hätte von nun an die Brückenfunktion übernommen. Ein Baudenkmal, das zwar sichtbar und erhalten bleibt, jedoch seine ihm innewohnende Funktion vollständig abgegeben hat: Ist das noch ein Baudenkmal, welches zukünftigen Generationen neue Erkenntnisse ermöglichen kann? Aus denkmalpflegerischer Sicht der denkbar schlechteste Weg, weshalb alternative Lösungsansätze gefragt waren. Das Ziel musste darin bestehen, die Brücke in ihrer Eigenschaft des Überspannens eines Hindernisses – in diesem Falle des Witibachs – zu erhalten. Gleichzeitig war es wichtig, alles zu Ergründende über die Brücke in Erfahrung zu bringen, hing doch die Umsetzung der Restaurierung und damit der denkmalpflegerisch angemessene Umgang mit dem Baudenkmal in erster Linie vom Verständnis der Verantwortlichen der Brücke gegenüber ab.

Dieser Umstand führt einmal mehr vor Augen, dass eine denkmalverträgliche Massnahme immer auch mit einer Sensibilisierung für die denkmalpflegerischen Belange einhergeht. Je besser die Anliegen der Denkmalpflege vermittelt werden können, desto denkmalverträglicher fallen in der Regel die gewählten Massnahmen aus. Sollte das Resultat am Ende befriedigen, ging es also auch darum, den Verantwortlichen ein Bewusstsein für den Wert ihres Bauwerks zu vermitteln. Schliesslich waren sie es, die später die Restaurierung und damit die dazugehörigen Kosten gegenüber der Einwohnergemeinde glaubwürdig und überzeugt vertreten mussten.

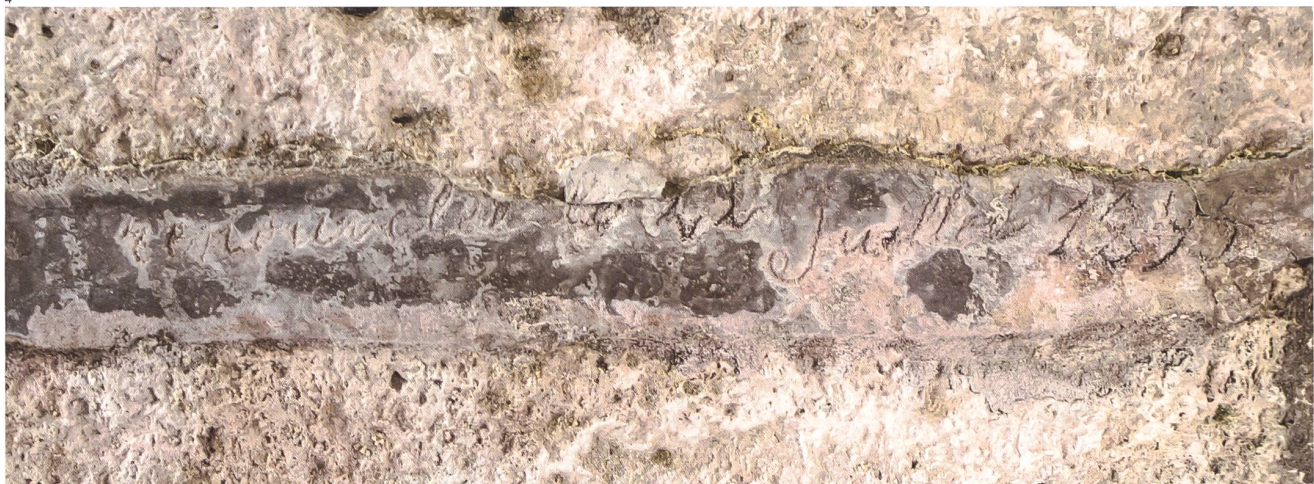
Die Intervention der kantonalen Denkmalpflege gegen das bis dahin einfach und logisch erscheinende Sanierungskonzept führte dazu, dass ein Denkprozess mit offenem Lösungsausgang unter allen Beteiligten angestossen wurde. Nun war die Denkmalpflege in ihrer Rolle gefordert, schliesslich hatte sie das Veto gegen das Vorhaben eingelegt. Fachgespräche mit Restauratoren bezüglich Kalksintertuff-Gestein und weitere Recherchen brachten spannende Einsichten hervor, wie beispielsweise die Ergebnisse der in den 1970er Jahren im Zusammenhang mit der Unterfangung der Widerlager durchgeführten archäologischen Grabung (Abb. 3). Schliesslich wurde als Experte ein Ingenieur mit ins Boot geholt, der allen Beteiligten aufzeigen konnte, welche bautechnische Möglichkeit es gab, die Brücke in ihrer Funktion als historisches Tragwerk zu erhalten und zu ertüchtigen. Seine Lösung war ein junger Baustoff namens UHFB (siehe Kasten S. 79). Und dieser brachte die entscheidende Wende.

Ohne Eugen Brühwilers Wissen und Engagement für dieses doch sehr bescheidene Brücklein wäre dieses Projekt nie zu einem denkmalpflegerischen Glücksfall geworden. Als Verantwortlicher für das schlussendlich umgesetzte Restaurierungskonzept kommt er nachfolgend selber zu Wort. SARA SCHIBLER



Kantonsarchäologie Solothurn.

4



Kant. Denkmalpflege Solothurn.

Veranlassung und Zielsetzung der Restaurierung

Die sogenannte Römerbrücke ist eine kleine Steinbogenbrücke mit einer Öffnung von nur 4,5 Metern über den Witibach in der Grenchner Witi. Sie ist Teil eines durch landwirtschaftlichen Verkehr genutzten Wegs und als Denkmal im Schutzverzeichnis des Kantons Solothurn aufgeführt. Gemäss dem Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz (IVS) wird sie als Objekt von regionaler Bedeutung bewertet. Die Brücke war in einem schadhafte Zustand und wurde von August 2020 bis April 2021 restauriert. Der Aufsatz berichtet über die Besonderheiten der Restaurierung.

Beschreibung

Situation

Die «Römerbrücke Witi»¹ liegt in einer Landschaft, die bis zur Juragewässerkorrektur eine häufig überflutete Auen- und Sumpflandschaft war, wo Landwirtschaft nur unter erschwerten Bedingungen möglich war. Heute gehört das Gebiet zur Witi-Schutzzone, einer kantonalen Landwirtschafts- und Schutzzone, die nördlich der Aare zwischen Grenchen und Solothurn liegt.

Die Steinbogenbrücke über den Witibach ist Bestandteil eines früheren Flurwegs. Das genaue Baujahr ist nicht bekannt. Aufgrund von Angaben auf Landeskarten des 19. Jahrhunderts kann das Baujahr auf die Zeit vor 1850 zurückdatiert werden. Man darf annehmen, dass die Brücke etwa 200 Jahre alt ist. Die «Römerbrücke» dürfte die letzte Steinbogenbrücke in der Grenchner Witi sein. Als Tuffsteinbrücke ist sie eine der letzten ihrer Art in der weiteren Umgebung, in der für den Mauerwerksbau Jurakalke verwendet wurden.

Konstruktion

Die Steinbogenbrücke weist eine Breite von 4,2 Metern und eine Öffnung von 4,5 Metern auf. Das Gewölbe weist keine regelmässige Form auf. Es scheint in seine eigenartige Form gebaut worden zu sein, denn das aus Kalktuffstein gemauerte Gewölbe müsste bei einer grossen Verformung durch Baugrundsetzungen weit offene horizontale Fugen auf-

weisen. Das Mauerwerk ist nicht regelmässig und kann am ehesten einem unregelmässigen Bruchstein-Schichtenmauerwerk zugeordnet werden.

Die meisten Fugen des Gewölbes, insbesondere die horizontalen Fugen, sind sehr dünn und wurden vermutlich ursprünglich trocken ausgeführt. Einzelne, vor allem vertikale Fugen sind mit Mörtel verfüllt und wurden somit nicht trocken, sondern vermörtelt gemauert. Sie wurden teilweise später mit Mörtel verfüllt (Abb. 5).²

Die beiden Seitenmauern sind verputzt. Im Jahr 1970 wurden die beiden Widerlager bei der Kanalisierung des Witibachs mit einem Betonriegel unterfangen und verstärkt (Abb. 6, 7).

Zustand vor der Restaurierung

Das Gewölbe und die Seitenmauern mit Brüstungen zeigten das für Natursteinmauerwerk übliche Schadensbild. Das Mauerwerk des Gewölbes zeigte offene vertikale Fugen. Der Fugenmörtel war teilweise abgeplatzt, und einzelne Mauersteine wiesen Risse auf. In der Vergangenheit wurden verschiedene Zementmörtel zur Ausfugung verwendet. Diese waren im Vergleich zum weichen Tuffstein, der eine geringe Druckfestigkeit aufweist, zu hart und könnten zur Rissbildung in einzelnen Tuffsteinen geführt ha-

Abb. 4 Die in eine Fuge des Brückenbogens eingeritzte Inschrift «renouvelee le 22 Juillet 1895» weist wohl auf die Erneuerung des Fugenmörtels hin.

Abb. 5 Die Untersicht des Gewölbes vor der Restaurierung, mit teilweise offenen Fugen.

5



Kant. Denkmalpflege Solothurn.

Abb. 6 und 7
Um 1970 wurde das Mauerwerk mit einem massiven Betonriegel unterfangen.



Abb. 8
Längsschnitt entlang der Brückenmitte.

Abb. 9
Grundriss mit Ausdehnung der UHFB-Platte.

Abb. 10
Querschnitt im Bogenscheitel.

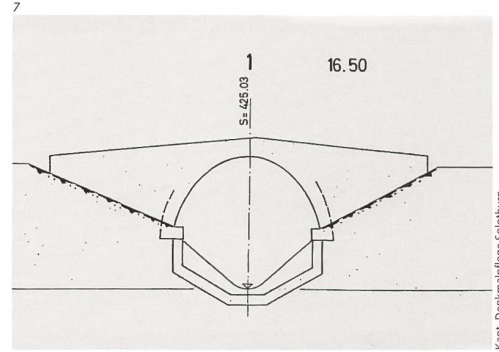
Abb. 11
Querschnitt am Viertelpunkt des Gewölbes.

ben. Abplatzungen des Verputzes der Seitenmauern waren auf Umwelteinflüsse (Wasser, Temperaturwechsel, Frostzyklen) und teilweise auch auf Busch- und Pflanzenbewuchs zurückzuführen. Der Asphaltbelag der über die Brücke führenden Strasse wies Risse und Unebenheiten auf. Zwischen dem Belag und den Brüstungen war Pflanzenbewuchs vorhanden. In den Anschlussbereichen der Brücke hatten Baumwurzeln zu Geländebewegungen geführt.

Konzept des Restaurierungsprojekts

Die Projektanforderungen und der Bauwerkszustand führten zu folgenden drei Hauptarbeiten und Zielen der Restaurierung:

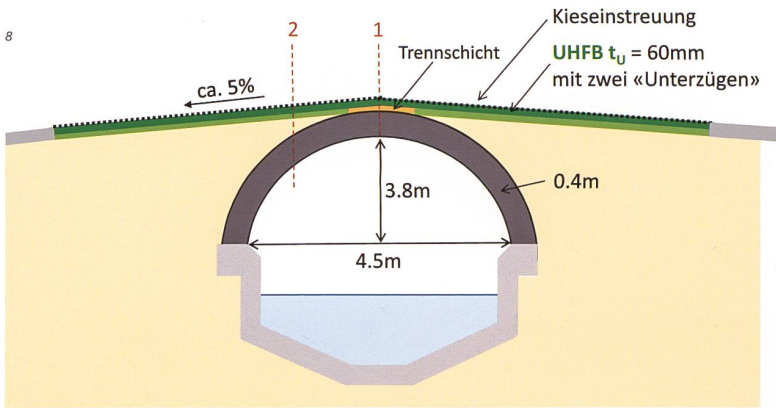
1. Ersatz des Strassenbelags durch eine dünne und dennoch steife Platte aus UHFB (siehe Kastentext S.79), die auf der Gewölbeauffüllung aufliegt und deren Oberfläche direkt befahrbar ist. Diese



- UHFB-Platte dient als lastverteilendes Bauteil und als abdichtende Schutzschicht über der Mauerwerkskonstruktion zur Unterbindung eines Wassereintrags in die Brückenkonstruktion.
2. Instandsetzung und Restaurierung des Natursteinmauerwerks der Gewölbeuntersicht und der beiden Seitenmauern mit Brüstungen.
 3. Aufwertung der Brücke in ihrem Erscheinungsbild und als Denkmalobjekt.

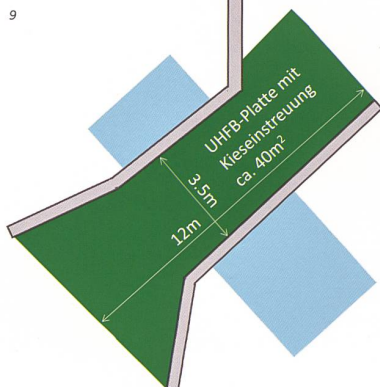
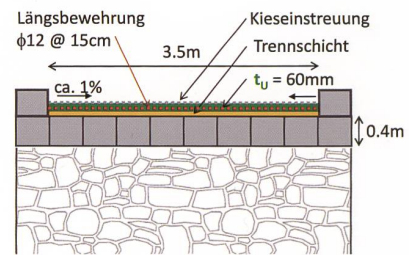
Fahrbahnplatte aus UHFB

Die neue UHFB-Platte überspannt den gesamten Bereich der Natursteinbrücke (siehe Abb. 8–11). Die 60 Millimeter dicke Platte aus UHFB weist zwei in Längsrichtung verlaufende Verstärkungsrippen mit Stahlbewehrungsstäben auf, die im Bereich der von den Fahrzeugrädern direkt befahrenen Zonen angeordnet sind und die Radlasten verteilen. Über dem Gewölbescheitel wurde in Längsrichtung eben-

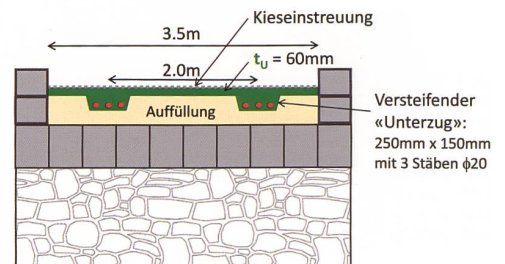


Eugen Brühwiler, Lussy-sur-Morges.

10
Scheitel-Querschnitt 1:



11
Querschnitt 2 am Viertelpunkt:



UHFB – ein neuartiger Hochleistungs-Baustoff im Dienst der Denkmalpflege

UHFB steht für «zementgebundener Ultra-Hochleistungs-Faserverbund-Baustoff». UHFB besteht aus einer zementgebundenen Matrix aus reaktiven Feinstoffen (vor allem Zement) und harten Partikeln aus Quarz mit einer maximalen Korngrösse von 1 Millimeter. Diese Matrix wird durch eine sehr grosse Menge von schlanken Kurzfasern aus Stahl verstärkt.

Die Abbildung rechts zeigt einen Ausschnitt einer Betonfahrbahnplatte einer Brücke, die mit einer UHFB-Schicht abgedichtet und verstärkt wurde. Der Unterschied zwischen UHFB (oben) und Beton (unten) ist offensichtlich.

UHFB weist eine hohe Zug- und Druckfestigkeit auf. Die Packungsdichte seiner Komponenten ist sehr hoch, sodass ein Wassereintritt von aussen in den UHFB nicht erfolgen kann. Dadurch ist die hohe Dauerhaftigkeit des Baustoffs gewährleistet. Eine UHFB-Schicht wird so zur abdichtenden Schutzschicht für darunterliegende Baustoffe.

Der Baustoff UHFB wurde vor vierzig Jahren erstmals hergestellt und seither weiterentwickelt, seit mehr als zwanzig Jahren auch an der ETH Lausanne (EPFL). In der Schweiz wird UHFB seit mehr als fünfzehn Jahren in der Baupraxis eingesetzt, vor allem für die Instandsetzung von Brücken aus Stahlbeton. Im Bereich von Bauwerken mit hohen

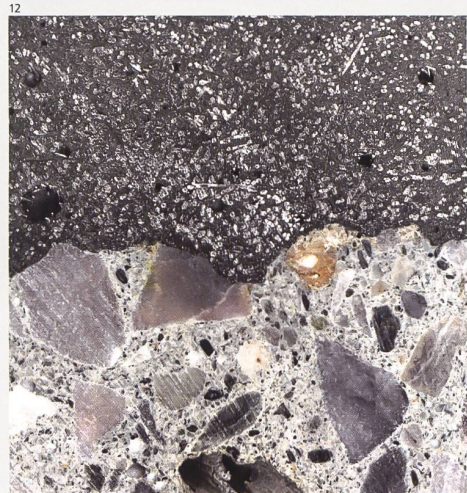


Abb. 12
Detailaufnahme einer Betonfahrbahnplatte, die mit einer UHFB-Schicht abgedichtet und verstärkt wurde. Der Unterschied zwischen UHFB (oben) und Beton (unten) ist offensichtlich.

Abb. 13
Detailaufnahme der befahrbaren, mit Splittkies eingestreuten Oberfläche der UHFB-Platte (rechts) und Oberfläche der Randbordüre aus Beton. Foto Juni 2021.

Abb. 14
Einbau, Abziehen mit einem Vibrierbalken und Nachbearbeitung der UHFB-Platte im Dezember 2020.

baukulturellen Werten wurde UHFB schon mehrmals zur Instandsetzung und Verstärkung von Brücken und Hochbaudecken eingesetzt. Da die eingebauten Materialmengen relativ gering sind, bleiben die Eingriffe diskret oder nicht sichtbar, womit die baukulturellen Werte einfacher bewahrt werden können.

Die UHFB-Bauweise führt auch zu einer vorteilhaften Umsetzung der Nachhaltigkeitsprinzipien im Bauwesen, indem bestehende Bauwerke für eine lange nächste Nutzungsdauer verbessert, anstatt abgebrochen und ersatzneugebaut werden.

falls eine Stabstahlbewehrung eingelegt. In der Plattenstärke von 60 Millimetern wurde zusätzlich ein Bewehrungsnetz eingelegt zur Lastverteilung in Querrichtung. Über dem Bogenscheitel, wo die UHFB-Platte direkt auf dem Gewölbescheitel aufliegt, sorgt eine Trennschicht dafür, dass kein Verbund zwischen UHFB und Mauerwerk entsteht.

Die Arbeiten fanden Anfang Dezember 2020 bei tiefen Aussentemperaturen statt, weshalb die UHFB-Platte in einer beheizten Einhausung erstellt wurde (Abb. 14). Nach dem Einbau des UHFB zur Herstellung der Platte wurde die noch frische UHFB-Oberfläche mit grobkörnigem Splittkies (Maximalkorngrösse 12 Millimeter) abgestreut und bearbeitet, um eine mineralische Kiesoberfläche zu erhalten, die eine genügende Rutschsicherheit für Personen und eine genügende Griffigkeit für die Fahrzeuge gewährleistet (Abb. 13).

Neben der Tragfunktion übernimmt die UHFB-Platte als Abdichtungsschicht auch die Schutzfunktion, indem sie die Mauerwerksbrücke und die anschliessenden Erdbereiche vor einsickerndem Regenwasser bewahrt. Durch die beiden vom Bogenscheitel ausgehenden Längsgefälle von etwa 5 Prozent wird das Oberflächenwasser abgeführt.

Diese vergleichsweise dünn-schichtige Fahrbahnkonstruktion wurde auch gewählt, um eine Absenkung der Wegnivellette auf der Brücke herzustellen, damit die seitlichen Mauerkronen wieder ihre Funktion als Bordüre und Randabschluss einnehmen können.



15



Eugen Brühwiler, Lussy-sur-Morges.

Abb. 15
Die restaurierte «Römerbrücke» mit instandgesetztem Steingewölbe, neu verputzter Seitenmauer und mit Splittkies eingestreuter, neuer UHFB-Fahrbahnplatte.

Abb. 16
Die in die Flusslandschaft des Witibachs eingebettete «Römerbrücke» vor der Restaurierung.

Instandsetzung und Restaurierung des Natursteinmauerwerks

In den Fugen eines Mauerwerks werden Druckspannungen ausgeglichen und Spannungsspitzen abgebaut. Der Fugenmörtel ist ein Verschleisselement. Fugenmörtel von Mauerwerksbrücken werden je nach Umwelteinflüssen etwa alle 40 Jahre instand gesetzt oder ergänzt. Dies betrifft in der Regel den sichtbaren Fugenmörtel. Selten sind auch die Versetzmörtel in der Fugentiefe instand zu setzen. Die äusserste Schicht des Fugenmörtels, die oft in einem zweiten Arbeitsgang eingebracht wird, schützt das Mauerwerk vor eindringendem Wasser, Feuchtigkeit und Bewuchs.

Bei der Fugeninstandsetzung des Mauerwerks der «Römerbrücke» war zunächst loser und verwitterter Mörtel zu entfernen. Danach wurden offene Fugen mit Frisch-Mörtel neu ausgefugt. Es wurde darauf geachtet, keine «harten» Mörtel einzubauen, was

insbesondere im vorliegenden Fall mit den relativ weichen Tuffsteinen wichtig war. Ein für Mauerwerk spezialisierter Restaurator setzte das Natursteinmauerwerk und dessen Fugen instand (Abb. 17).

Tragfähigkeit der Brücke und Personensicherheit

Durch das Ausfugen des Mauerwerks erhielten das Gewölbe und die Seitenmauern wieder ihre Tragfähigkeit zurück. Zudem bewirkt nun die UHFB-Platte eine Verteilung der konzentrierten Radlasten von Fahrzeugen in Längs- und Querrichtung. Dadurch wird das Gewölbe gleichmässiger und damit insgesamt weniger stark beansprucht. Die Fachliteratur³ zur Berechnung der Tragfähigkeit von Mauerwerksgewölben zeigt, dass Gewölbe mit üblichen Abmessungen bei gutem Mauerwerkszustand und widerstandsfähigen, setzungsunempfindlichen Widerlagern einen genügend grossen Tragwiderstand aufweisen, um auch künftige Verkehrslasten aufzunehmen und in die Fundamente abzutragen. Berechnungen der Tragfähigkeit des Gewölbebogens der Brücke bestätigen dies. Das Gewölbe weist nun wieder eine gemäss den Tragwerksnormen genügende Tragsicherheit auf. Aus technischer Sicht darf die Mauerwerksbrücke durch die gesetzlich zugelassenen Strassenfahrzeuge, insbesondere die Fahrzeuge des landwirtschaftlichen Verkehrs sowie Spezialfahrzeuge (z. B. Feuerwehr), befahren werden. Die Personensicherheit betrifft vor allem die Absturzgefährdung. Aufgrund einer empirischen Risikoanalyse wurde die bestehende Situation ohne Brückengeländer beibehalten. Denn die seit langer Zeit bestehende Situation ohne Absturzsicherung führte zu keinen nennenswerten Ereignissen mit

16



Kant. Denkmalpflege Solothurn.

17



Abb. 17
Untersicht und Seitenansicht
des Gewölbes mit neu
ausgefugtem Mauerwerk
sowie neu verputzter
Seitenmauer. Foto 2021.

Eugen Brühwiler, Lussy-sur-Morges.

Personen- oder Sachschäden. Zudem ist die vorliegende Situation vergleichbar mit zahlreichen ähnlichen Situationen in natürlichen Umgebungen, wo keine Geländer angebracht sind, beispielsweise auf kurzen Brücken nicht hoch über Wasserläufen oder auf Wegen entlang von steilen Hängen. Insgesamt wurde das Risiko für den Brückenbenutzer als annehmbar bewertet.

Aufwertung der Brücke in ihrem Erscheinungsbild und als Denkmalobjekt

Folgende Massnahmen haben das Brückenobjekt in seiner Wahrnehmung aufgewertet:

- Die mit Splittkies eingestreute neue Wegoberfläche im Bereich der Brücke ist «mineralisch» und passt sich gut (resp. deutlich besser als ein Asphaltbelag) in die historische Mauerwerksbrücke und die natürliche Bachlandschaft ein.
- Die Auf- und Abfahrt der Brücke mit dem höchsten Punkt auf dem Bogenscheitel machen die Bachquerung besser sicht- und lesbar.
- Durch die Tieferlegung der Fahrbahn sind die Mauerwerksbrüstungen wieder klar erkennbar und der Bachübergang besser wahrnehmbar.
- Durch die Restaurierung des Natursteingewölbes und der verputzten Seitenmauern ist das Aussehen der Mauerwerksbrücke verbessert.

Folgerungen

Durch die Restaurierung konnte die denkmalgeschützte Natursteinbrücke in der Witi für die weitere Nutzung durch landwirtschaftlichen Strassenverkehr und Langsamverkehr sowie im Aussehen und in der Wahrnehmung aufgewertet werden. Die Baukosten für die Restaurierung werden als verhältnismässig beurteilt.

EUGEN BRÜHWILER

Bettlach/Grenchen, Natursteinbrücke über den Witibach

An der Restaurierung beteiligt

Stadt Grenchen: Thomas Rüeegger, Christoph Lussi

Gemeinde Bettlach: Hansueli Wyss, Philipp Buxtorf (FA Geopunkt)

Ingenieur/Projektierung: Eugen Brühwiler, Dr. dipl. Bauing. ETH/SIA/IABSE, Professor an der ETH Lausanne (EPFL), Konsulent des Bundesamts für Kultur (Baukultur)

Ingenieur/Bauleitung: Emch + Berger AG Solothurn, Fredy Biedermann

Baumeisterarbeiten: Marti AG Solothurn, Oktay Cicek

Restaurierung Gewölbe: J.C. Märki Restauro GmbH, Jean-Claude Märki

Schlosserarbeiten: Eggimann Metallbau GmbH Bettlach, Andreas Eggimann

Kantonale Denkmalpflege: Sara Schibler

Anmerkungen

- ¹ Die Brücke wird im Volksmund «Römerbrücke» genannt, obwohl sie vom Bautypus her nicht aus der Zeit vor dem 18. Jahrhundert stammen kann. «Witi» ist örtlicher Dialekt und bedeutet «Weite».
- ² An einer Stelle wurde in den Fugenmörtel die Inschrift «renouvelee le 22 Juillet 1895» eingeritzt, was auf eine Erneuerung der Fugen im Jahr 1895 hinweisen könnte.
- ³ Zum Beispiel: Alix Grandjean, Eugen Brühwiler, «Capacité portante de ponts en arc en maçonnerie de pierre naturelle», *Tracés*, no 3, mars 2011. – Alix Grandjean, *Capacité portante de ponts en arc en maçonnerie de pierre naturelle – Modèle d'évaluation intégrant le niveau d'endommagement*, Thèse de doctorat n°4596, EPFL/Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2010.