Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 116 (1998)
Heft: 43

Artikel: Instandsetzung der neuen Teufelsbrücke in der Schöllenen
Autor: Frey, Rudolf P. / Schwartz, Joseph L.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79583

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.01.2026

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

Rudolf P. Frey und Joseph L. Schwartz, Zug

Instandsetzung der neuen Teufelsbrücke in der Schöllenen

Der Ersatz der inneren Tragstruktur und insbesondere der Fahrbahnplatte musste unter Verkehr erfolgen, wobei die Dauer des Einspurbetriebs auf ein Minimum zu beschränken war. Diese Bedingungen sowie weitere Überlegungen bezüglich Schonung der bestehenden Bausubstanz und Dauerhaftigkeit der neu zu erstellenden Bauwerksteile führten zu einer unkonventionellen Lösung mit vorgefertigten, schweren Fahrbahnplattenelementen.

Der gemauerte Bogen der Brücke und ebenso die Stirnwände waren in einem sehr guten Zustand. Die Dauerhaftigkeit dieser Elemente wurde nach einer umfassenden Zustandserhebung als gut und ihre Restlebensdauer als uneingeschränkt beurteilt. Nur lokale Ausbesserungen auf der Innenseite der Stirnwände erachtete man als notwendig. Die Stützen und Querträger befanden sich in sehr unterschiedlichem Zustand. In verschiedenen Bereichen war die weitere Funktionstüchtigkeit dieser Bauteile über einen mittelfristigen Zeitraum ohne umfassende Instandsetzungsmassnahmen bzw. Ersatz nicht mehr gegeben. Die Bewehrung der sehr schlanken Fahrbahnplatte mit unregelmässiger und teilweise sehr schlechter Betonqualität wies starke Korrosionserscheinungen auf. Diese erstreckten sich auf alle Bewehrungslagen an der Ober- und Untersicht der Platte. Die Hauptgründe waren die fehlende Abdichtung, die kleine Betondeckung der Bewehrung sowie eine ungenügende Betonqualität. Der Zustand der gesamten Fahrbahnplatte wurde als sehr schlecht eingestuft, so dass eine nur noch kurze Restlebensdauer dieses Bauteils zu erwarten war. Die Tragsicherheit der Fahrbahnplatte entsprach zudem den heutigen Normanforderungen nicht mehr.

Im Gegensatz dazu wiesen das Gewölbe und die Stirnwände beträchtliche Tragreserven auch für grössere Lasten auf. Das Verformungs- und Schwingungsverhalten des Gesamttragwerks war einwandfrei.

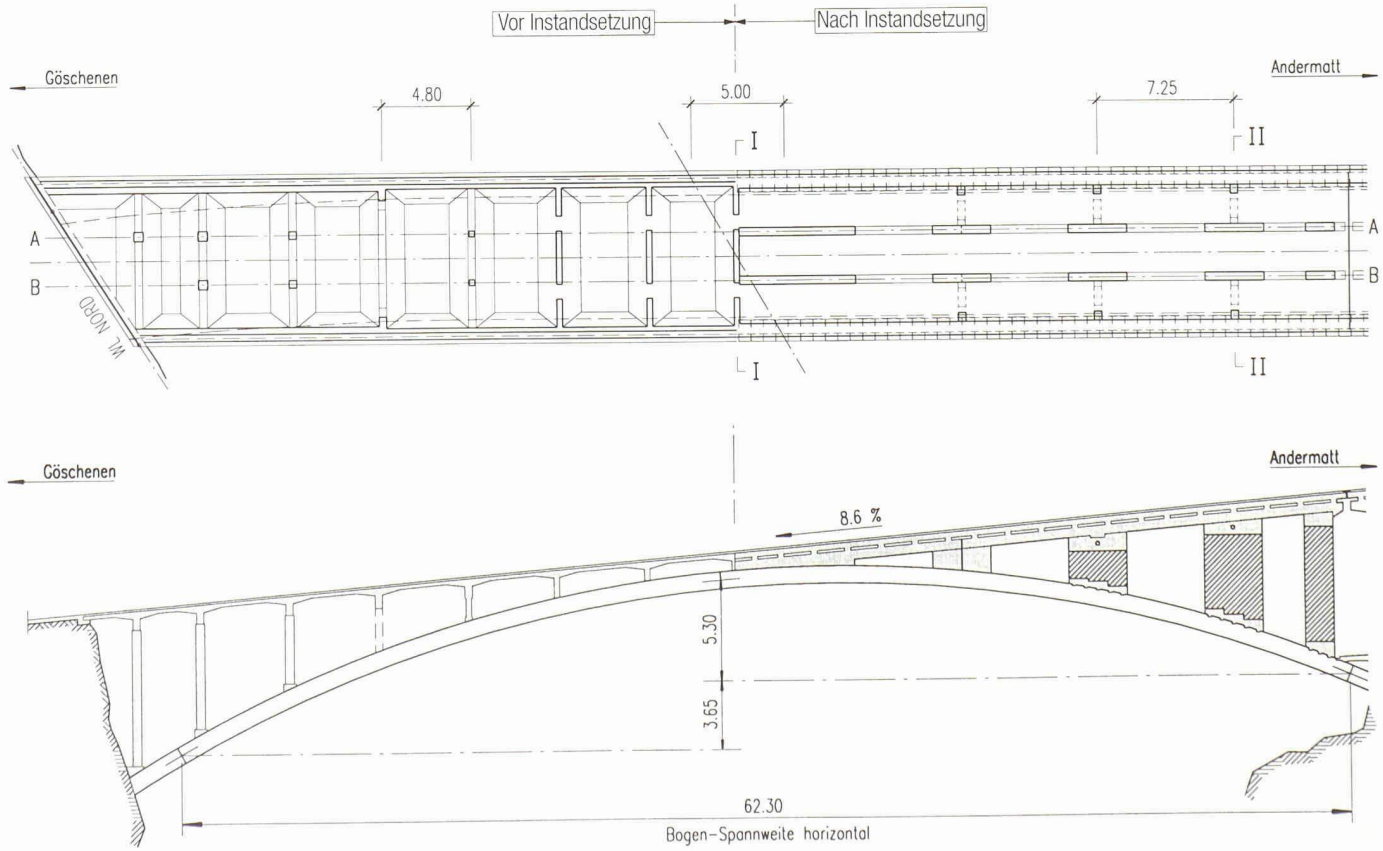
Instandsetzung

Aufgrund der Zustandsbeurteilung wurden die folgenden Massnahmen beschlossen:

- Unterbau:
  - Erhaltung des Bogens ohne weitere Massnahmen
  - Erhaltung der Stirnwände mit Vorbetonierung
  - Ersatz der Stützen, Querwände und Querträger
- Überbau:
  - Ersatz der Fahrbahnplatte
  - Ersatz der Gehwegplatten

Da das Bauwerk für den Schwerverkehr die einzige Verbindung zwischen dem Unterland und dem Urserental darstellt und die unbefestigte alte Schöllenenstrasse

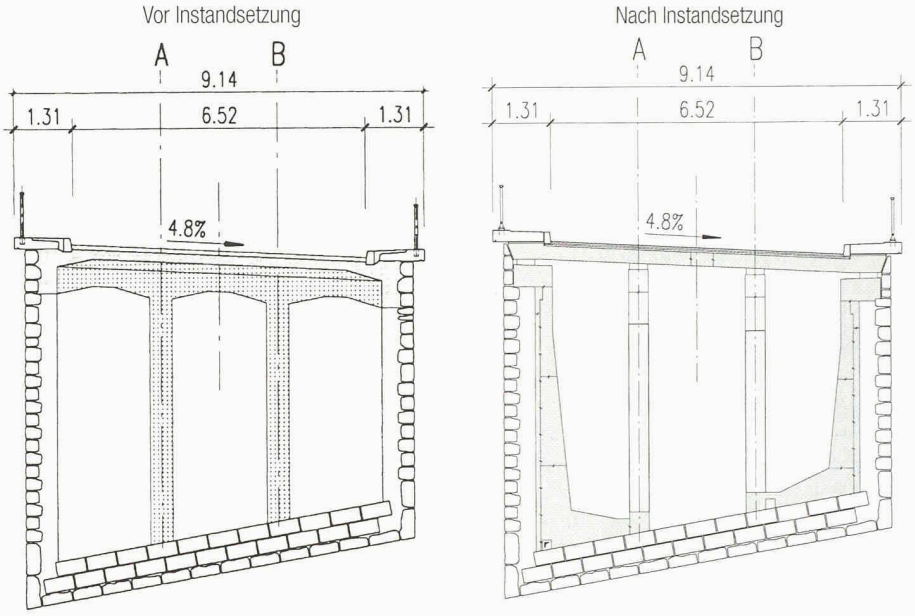
1
Bauwerksübersicht vor und nach der Instandsetzung, Grundriss und Längsschnitt



auch für den leichten Verkehr nur mühsam befahrbar ist, waren für die Ausführung der Arbeiten die folgenden verkehrstechnischen Rahmenbedingungen zu erfüllen:

- Zwei Jahre Gesamtbauzeit
- Einspurverkehr während maximal eines Jahres
- Abtrag und Ersatz der Fahrbahnplatte nur mit kurzzeitigen Unterbrechungen der Fahrbahn

Zudem war infolge des grossen aufkommenden Verkehrs in der Ferienzeit (Juli/August) während sechs Wochen der Zweispurbetrieb aufrecht zu erhalten. Die effektive Bauzeit im zweiten Jahr, in dem der Überbau ersetzt werden musste, betrug - in Kenntnis der schwierigen klimatischen Bedingungen - somit sechs Monate. Aus diesen Rahmenbedingungen ergaben sich sehr hohe Anforderungen sowohl für das Projekt wie auch für die Ausführung. Die zur Verfügung stehende Bauzeit und die klimatischen Bedingungen bestimmten weitgehend das Instandsetzungskonzept.

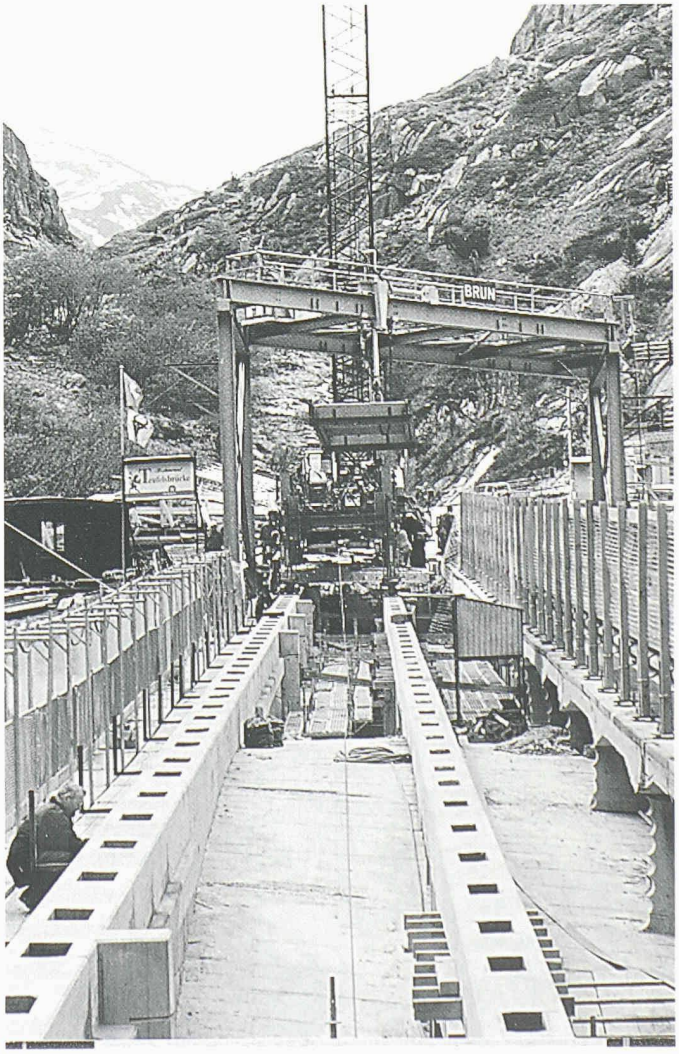


2
Querschnitt II vor und nach der Instandsetzung

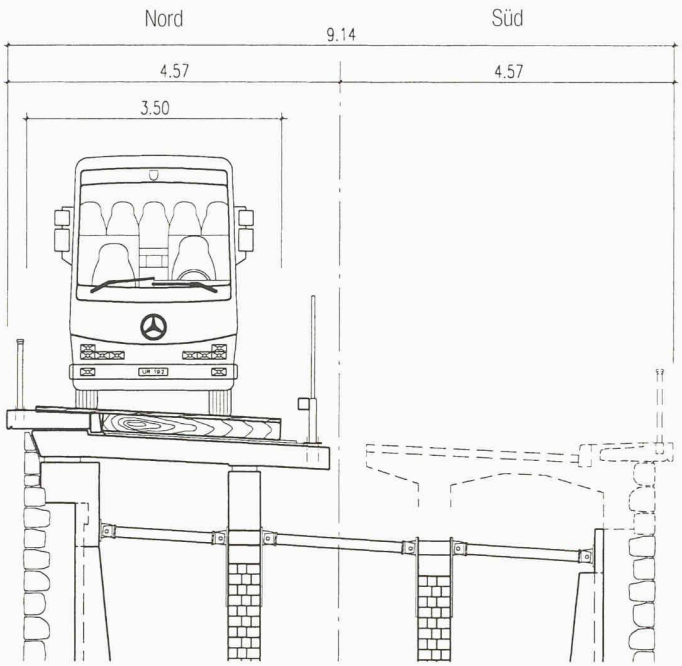
Konzept

Die geometrischen und verkehrstechnischen Randbedingungen mussten also das Befahren einer Brückenhälfte im Einspurbetrieb erlauben, und zwar je auf der alten, bestehenden Fahrbahnplatte (Abbruch und Ersatz der anderen Fahrbahnplattenhälfte) wie auch, nach der Umsetzung des Verkehrs, auf der neuen Fahrbahnplatte (Abbruch und Ersatz der vorher befahrenen Hälfte). Ein Längsschnitt in der Fahrbahnplatte über die ganze Brückenlänge war damit notwendig, ebenso der Einbau je einer Fahrbahnplattenhälfte mit nachträglichem Längsfugenschluss.

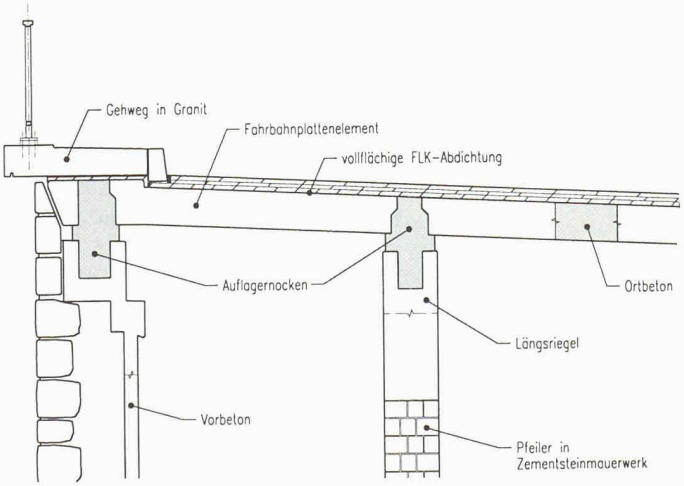
Alle Arbeiten, die unabhängig vom Verkehr ausgeführt werden konnten, mussten im ersten Jahr erfolgen. Dies war möglich für die Arbeiten im Inneren der Brücke, die die Tragstruktur nicht beeinflussten. Zusätzlich waren sämtliche für den neuen Überbau notwendigen Bauteile im ersten Jahr vorzufertigen, damit im zweiten Jahr nur noch der Einbau erfolgen musste. Insbesondere wurden die vorgefertigten Fahrbahnplattenelemente schon vor deren Einbau mit Abdichtung und Schutzschicht versehen, damit in den zeitkritischen Phasen keine Wartezeiten entstanden. Der Einbauvorgang der neuen Fahrbahn sollte zudem weitgehend witterungsunabhängig sein. Um die Zielsetzung der hohen Dauerhaftigkeit zu erfüllen, waren qualitativ hochstehende Materialien und Bauteile zu verwenden. Aus diesen technischen und terminlichen Anforderungen ergab sich das Instandsetzungskonzept:



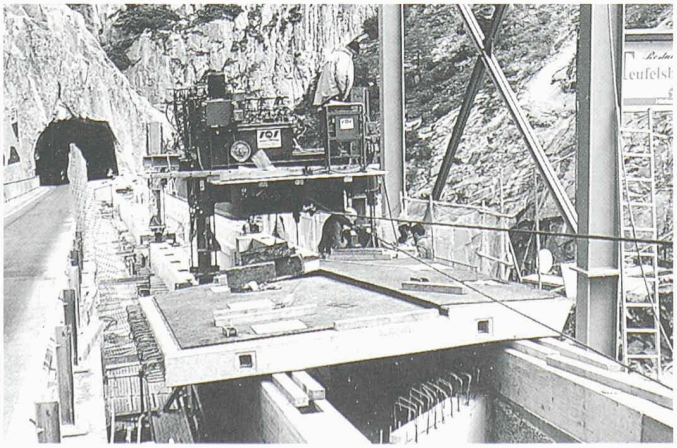
3
Längsriegel für neue Fahrbahnplatte



4
Bauzustand, hälftig eingebaute neue Fahrbahnplatte



5
Querschnitt der neuen Fahrbahnplatte



6
Einbau eines Fahrbahnplattenelements

- Erhaltung der intakten Bausubstanz
- Ausführung aller Arbeiten im Bogeninnern im ersten Jahr, insbesondere auch das Erstellen der Tragstruktur für die neue Fahrbahnplatte
- Verwendung von grossflächigen Fahrbahnplattenelementen, die im ersten Jahr hergestellt und im zweiten Jahr inkl. aufgebrachter Abdichtung und Schutzschicht versetzt werden sollten
- Verwendung von Baumaterialien, die den hohen Anforderungen genügen
- Robuste konstruktive Durchbildung

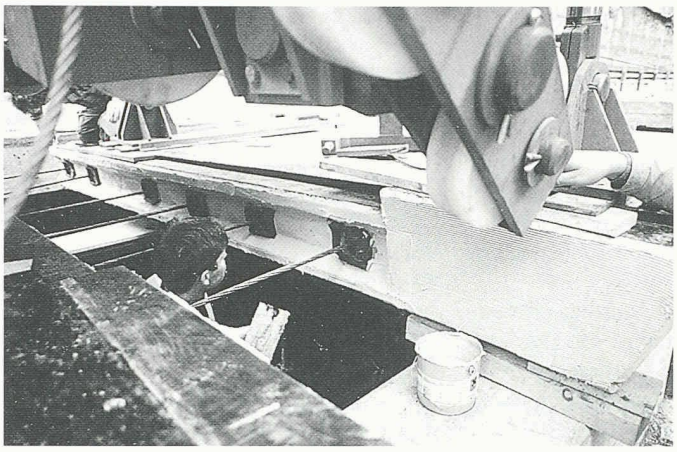
Tragstruktur

Die statische Überprüfung ergab, dass die Tragsicherheit des Bogens ohne weitere Massnahmen auch im Bauzustand mit der asymmetrischen Belastung (Verkehr auf einer Fahrbahn, Teilabbruch der anderen Fahrbahnplattenhälfte) gewährleistet war. Die bestehende Fahrbahnplatte musste nach dem Längsschnitt jedoch lokal unterstützt werden, damit sie die Verkehrslast sicher tragen konnte.

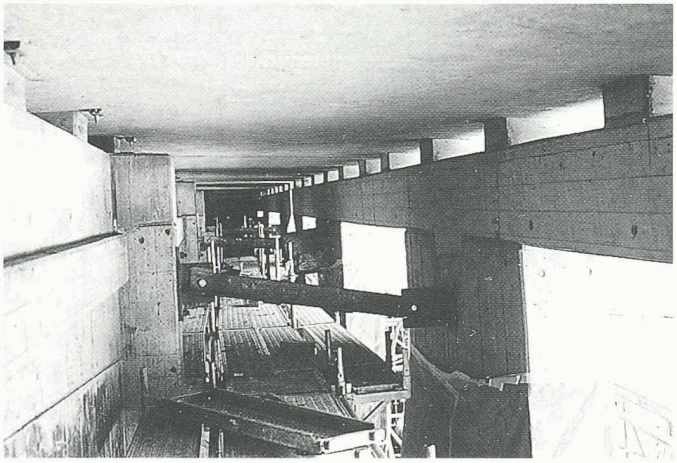
Da die Stützen und Querriegel ebenfalls ersetzt werden mussten, war es naheliegend, das neue Tragsystem so auszulegen, dass dieses die neue Fahrbahnplatte inkl. Verkehr auch im Bauzustand ohne zusätzliche Massnahmen trug. Somit wurden zwei Längsträger notwendig, die zusammen mit den Seitenwänden die neuen, quer gespannten Fahrbahnplattenhälften vor dem Zusammenschluss trugen (Bilder 1, 2, 3). Für das Abtragen der resultierenden Vertikalkräfte auf den Bogen waren Stützen oder Wände notwendig. Der vorgängige Einbau der neuen vertikalen Tragstruktur bedeutete jedoch eine Umlagerung der Vertikalkräfte auf dem Bogen, da die alte Struktur zu diesem Zeitpunkt noch bestand. Die rechnerische Überprüfung der Situation zeigte, dass dies möglich war. Die neuen vertikalen Elemente wurden zwecks Vereinfachung der Ausführung im Brückeninnenraum in Zementsteinmauerwerk ausgeführt und werden so der Bauweise des Bogens gerecht (Bilder 1, 2).

Fahrbahnplatte

Die schweren Fahrbahnplattenelemente (rund 10,3×4,3×0,3 m), die im Endzustand längs aneinandergefügt und vorgespannt werden, wurden ein Jahr vor deren Einbau im Werkhof des Unternehmers gegossen. Der Entscheid, grosse Plattenelemente herzustellen, erfolgte aufgrund der Zielsetzung, möglichst monolithisch mit wenigen Stossfugen zu bauen, wie auch aus der Erkenntnis heraus, dass die Entwicklungen im Baugewerbe zeigen, dass das Transportieren und Versetzen immer grösserer Lasten möglich ist. Dank



7
Stossfuge zwischen Fahrbahnplattenelementen



8
Innenansicht mit punktueller Lagerung der Fahrbahnplatte

der Vorfertigung der Fahrbahnplatte bestanden sehr günstige Verhältnisse für das Betonieren. Ein Zeitdruck sowie missliche klimatische Bedingungen, wie sie auch im Frühjahr und im Herbst in der Schöllenen auftreten können, bestanden nicht.

Betonvorversuche, die zu einer Reduktion des Zementgehalts zugunsten eines Fillers führten, und das Betonieren der Elemente auf dem Kopf garantierten eine optimierte Betonqualität und einen dichten Beton an dem Ort, wo er die bedeutendste Schutzfunktion hat, nämlich als Schutz der oberen Bewehrung der Fahrbahnplatte. Die vorgängige Herstellung der Fahrbahnplattenelemente, die zwängungsfrei und unter kontrollierten klimatischen Bedingungen - versehen mit einer leichten Vorspannung - etwa ein Jahr lang gelagert werden konnten, erfüllte weitgehend auch die Forderung, möglichst wenig Zwängungen auf das Bauwerk abzugeben und damit die noch intakte Bausubstanz zu schonen. Ein grosser Teil des Schwind- und Kriechprozesses des ohnehin schwindarmen Betons wurde vorweggenommen. Insbesondere war auch der ungünstige Einfluss des differentiellen Schwindens nach dem Zusammenschluss der beiden Fahrbahnplattenhälften eliminiert.

Da die Stossfugen zwischen den Elementen mit einem schnell abbindenden Epoxidharz-Kleber, der die Vorspannkabel in der Fuge schützt, zusammengeklebt werden sollten, mussten die mit Nut und Kamm versehenen Fugen sehr genau zusammenpassen (Bild 7). Die sich folgenden Elemente wurden unter Verwendung eines Trennmittels, das auf das erhärtete vorhergehende Betonelement aufgebracht worden war, aneinander betoniert. Die schon erwähnten Lagerungsbedingungen garantierten das exakte Zusammenpassen der Plattenelemente. Probebohrungen anlässlich der Vorversuche zeigten, dass die Dünnbettfuge rund einen Millimeter Stärke aufwies.

Einbau Fahrbahnplatte

Nach dem Abbruch der Fahrbahnplatte der Spur Lora, dem Entfernen der alten Betonstützen und dem Erstellen der beiden die neue Fahrbahnplatte tragenden Längsriegel wurden die Plattenelemente mit einem eigens entwickelten Einbauwa-

Sicht des Fachinspektors

Die Teufelsbrücke ist seit Jahrhunderten das kritische Bauwerk der Nord-Süd-Verbindung am Gotthard. Die Gotthardpassstrasse gehört zum Nationalstrassennetz und damit unter die Oberaufsicht des Bundes, d.h. des Bundesamts für Strassen. Im Art. 36 bis al 2 der Bundesverfassung ist folgendes festgehalten:

- Die Kantone bauen und unterhalten die Nationalstrassen nach Anordnungen und unter Oberaufsicht des Bundes.

Der Bereich Kunstbauten interpretiert die Aufgabe «Oberaufsicht» im wesentlichen wie folgt:

- Es ist dafür zu sorgen, dass aus heutiger Sicht technisch zweckmässige Lösungen gewählt werden.
- Bei Instandstellungen sind neben dem richtigen Zeitpunkt bezüglich Sicherheit und Kosten nach Lösungen mit minimaler Verkehrsbehinderung zu suchen.
- Weitergeleitete positive und negative Erfahrungen sollen mithelfen, die Dauerhaftigkeit der Bauwerke zu verbessern.

Der Zeitpunkt der Instandsetzung der Teufelsbrücke war stark durch zukünftige Instandstellungen einerseits im Gotthard-Strassentunnel und andererseits des Abschnitts Wassen-Göschenen beeinflusst.

Die möglichen technischen Lösungen wurden ganz wesentlich durch die geforderten minimalen Verkehrsbehinderungen und die klimatischen Randbedingungen eingeschränkt. Das gewählte Konzept ergab eine kaum zu unterbietende Dauer der Behinderung. Die Lösung nimmt Rücksicht auf das aktuelle Erscheinungsbild. Die Dauerhaftigkeit ist durch erprobte Details gewährleistet.

Zum Zeitpunkt der Niederschrift dieses Textes konnte die talseitige Brückenhälfte zum Beginn der Sommerferien für den Verkehr freigegeben werden. Dank einer umsichtigen Planung, einer entscheidungsfreudigen Projektbegleitung durch den Experten und den Bauherrn und dem Einbezug des Astra-Fachinspektors bei wichtigen Entscheiden, konnte das Projekt ohne Verzögerung genehmigt werden. Durch kompetente Arbeitsvorbereitung der Unternehmer und dank grossem Einsatz aller Beteiligten auf der Baustelle konnte ohne Verzögerung die Inbetriebnahme der ersten Brückenhälfte realisiert werden. Dafür sei allen herzlich gedankt.

Auch in Zukunft werden im Nationalstrassennetz jährlich im Mittel 136 Brücken neu instandgesetzt werden müssen. Die Rechnung ist einfach: Bei 3400 Brücken und einer mittleren Periodizität der Instandsetzung von 25 Jahren ergibt sich die Zahl 136.

Es wird angestrebt, wann immer möglich nicht Einzelobjekte, sondern Verkehrsabschnitte instandzusetzen. Verkehrsabschnitte sind Strecken, die z.B. durch mögliche Überfahrten begrenzt sind.

Diese Vorgehensweise bedingt eine umfassende Planung, die mindestens zwei Jahre beansprucht und eine bis ins letzte Detail koordinierte Bauausführung verschiedenster Unternehmen. Dass dies erfolgreich realisierbar ist, wurde in dieser Zeitschrift Nr. 16/17 vom 20. April 1998 ausführlich beschrieben.

Christian Meuli, dipl. Bauingenieur ETH/SIA, Bundesamt für Strassen (Astra), Abteilung technische Fachkompetenz, Bern

gen eingeschoben, abgesenkt und an das vorhergehende Element angedockt (Bild 6). Zur Herstellung der Kontinuität in Längsrichtung und zur Gewährleistung einer sauberen Überdrückung der Verklebung wurden die Elemente mit nachträglicher Injektion der Hüllrohre längs zusammengespannt. Das Vorspannen der Elemente erfolgte etappenweise je Element mit einer Zwischenverankerung. Zu diesem Zeitpunkt lag das vorzuspannende Element auf stählernen Absetzkeilen, die die Höhenlage garantierten und die für das Vorspannen notwendige Verschieblichkeit ermöglichten.

Nach dem Vorspannen wurde die Verbindung mit den Längsriegeln erstellt. Diese erfolgte punktweise über Ortbetonnocken (Bilder 5, 8), deren Betonieren wenig Zeit in Anspruch nahm. Die nur punktweise Verbindung erlaubte das vorgängige praktisch vollflächige Aufbringen von Abdichtung und Schutzschicht. Die Ergänzungen in situ der fehlenden Bereiche über den Betonnocken konnten dank der punktweisen Lagerung auf ein zeitliches Minimum beschränkt werden. Anschliessend erfolgte der Einbau der Tragschicht über die ganze Spurbreite, das Setzen der Randsteine und die Belegung des Gehwegbereichs mit Granitplatten. Nach der Montage des Geländers und dem Schutz des Gehwegbereichs mit einem Holzbelag war die neue Fahrbahnhälfte befahrbar (Bild 4).

Nach der Sommerpause, während der beide Fahrspuren in Betrieb waren (Spur Nord auf neuer Fahrbahnplattenhälfte, Spur Süd auf alter Brückenhälfte), erfolgte der Einbau der Spur Romeo analog zur Spur Lora.

Die beiden neuen Fahrbahnplattenhälften wurden zum Schluss mit Hilfe des Längsfugenschlusses in Ortbeton miteinander verbunden. Dank der Koppelung der beiden Fahrbahnplattenhälften mit steifen Verbindungselementen aus Stahl konnte das Betonieren dieses 50 cm breiten Längsstreifens (Bild 5) unter Verkehr erfolgen.

Schlussbemerkung

Das Projekt stellte hohe Anforderungen an die Projektierung, Bauleitung und Ausführung. Dank der zielgerichteten und kompetenten Führung aller Beteiligten durch den Brückeningenieur des Kantons Uri konnte das sehr enge Bauprogramm eingehalten und aus der Sicht der Autoren eine gute Bauqualität erreicht werden.

Am Bau Beteiligte

- Bauherrschaft:

Kanton Uri, vertreten durch Baudirektion, Regierungsrat A. Stadelmann, Altdorf
Amt für Tiefbau, Kantonsingenieur P. Püntener, Altdorf

- Oberaufsicht:

C. Meuli, Bundesamt für Strassen, Bern

- Projektleitung:

H. Huber, Brückeningenieur, Abt. Kunstbauten, Altdorf

- Experten:

Prof. Dr. P. Marti, IBK, ETH Zürich
Prof. Dr. K. Schellenberg, Rottweil (Abdichtung und Belag)

- Projekt und Bauleitung:

Frey & Schwartz, Ingenieurbüro, Zug

- Bauausführung:

Unterbau: Arge Teufelsbrücke mit Urbag AG, Schattdorf, Kopp AG, Luzern
Überbau: Arge A2 Gotthard Nord mit Spaltenstein Hoch- und Tiefbau AG, Zürich; Gebr. Brun AG, Altdorf; Ad. Infanger AG, Flüelen; Kalbermatter GmbH, Wassen; Sicher Bau AG, Gurtnellen; A. Strub & Co., Göschenen

Adresse der Verfasser:
Rudolf P. Frey, Dr. sc. techn., dipl. Bauing. ETH SIA, *Joseph L. Schwartz*, Dr. sc. techn., dipl. Bauing. ETH SIA, Steinhauserstrasse 25, 6300 Zug