Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 117 (1999)
Heft: 18

Artikel: Viadukt Wassnerwald: Brückeninstandsetzung durch Teilersatz
Autor: Huber, Heribert / Kropf, Peter / Willi, Jakob
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79725

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: 25.12.2025

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

Heribert Huber, Peter Kropf und Jakob Willi, Altdorf

Viadukt Wassnerwald

Brückeninstandsetzung durch Teilersatz

Der Lehnenviadukt Wassnerwald im Kanton Uri musste wie viele andere Bauwerke der Sechziger- und Siebzigerjahre erneuert werden. Geringe Betonüberdeckungen, Chloridbelastungen und mangelnde Dichtigkeit bei fehlender Zugänglichkeit machten einen Teilersatz notwendig.

Im Rahmen des Nationalstrassenprogrammes begannen 1964 die Bauarbeiten an der A2 im Kanton Uri. Erste Priorität hatte die Strecke Amsteg-Wassen. Dieser Strassenzug stellte geologisch und bedingt durch das enge Tal mit den steilen Bergflanken die schwierigste Teilstrecke dar.

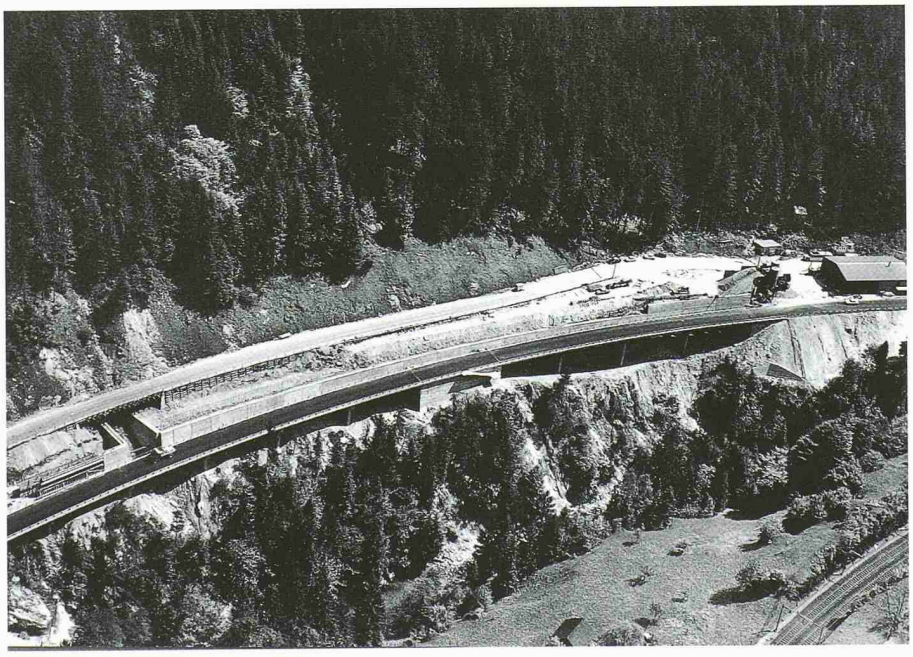
Im Jahre 1971 konnte der erste Abschnitt Amsteg-Meitschligen dem Verkehr übergeben werden (Bild 1) und 1975 stand die ganze Strecke Amsteg-Wassen dem Verkehr offen. Zwischen Meitschligen und dem Fellital, südlich des Teiftaltunnels, liegt das Trassee der projektierten Nationalstrasse im Bereich der bestehenden Kantonsstrasse, die daher weichen und Richtung Reuss verlegt werden musste. Um die Verkehrsführung während des Baus der neuen Kantonsstrasse stets zu gewährleisten, errichtete man hangaufwärts ein Provisorium.

Das Trassee für die neu verlegte Kantonsstrasse bedingte topographisch drei aufeinanderfolgende Brückenbauwerke von insgesamt 400 m Länge. Die bestehende Fahrstrasse (Baujahr 1830) diente als Baupiste (Bild 2). Mit dem Bau des Lehnenviadukts mussten gleichzeitig die talseitigen Stützmauern (Spur Richtung Süd) der projektierten Nationalstrasse erstellt werden. Am 28. Mai 1969 wurde die neue Kantonsstrasse im Abschnitt Meitschligen-Felli dem Verkehr übergeben. Nun war Platz frei für den Bau der Nationalstrasse (Bild 3). Mit den Bauarbeiten erfolgte der Rückbau des Kantonsstrassenprovisoriums.

Die Kantonsstrasse gehört nicht zum Nationalstrassennetz. Der Viadukt Wassnerwald wurde aber als Ausnahme in den Perimeter der Nationalstrasse eingebunden und ist organisatorisch Teil der Instandsetzungsgruppe 3c Gurtnellen-Wassen[1]. 1993 erfolgte die Zustandserfassung und 1998 wurde, gleichzeitig mit der Instandsetzung der Gruppe 3c, Spur Richtung Süd, mit den Arbeiten begonnen. Die

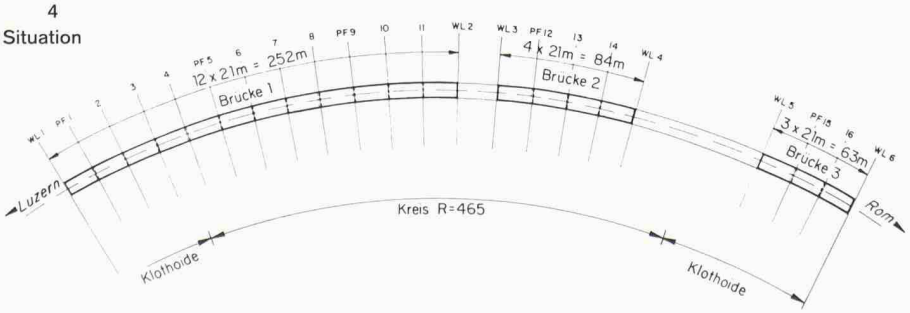
1
Blick auf Teiftaltunnel Süd mit prov. Autobahnausfahrt Meitschligen. Von links: SBB-Gotthardlinie, Reuss, neue Kantonsstrasse mit Viadukt Wassnerwald A2 Meitschligen–Wassen noch im Bau (Bild: Studio Z, Altdorf, 1971)

2
Verlegung Kantonsstrasse Wassnerwald. Von links: Prov. Kantonsstrasse, best. Kantonsstrasse als Bauzufahrt, talseitige Stützmauer der projekt. Autobahn, Pfeiler der neuen Kantonsstrasse, Viadukt Wassnerwald



3
Eröffnung der neuen Kantonsstrasse, Viadukt Wassnerwald, bergseitig die prov. Kantonsstrasse (Bild: Comet, 1969)

4
Situation



erste der drei Brücken wurde 1998 instandgesetzt. Zurzeit laufen die Instandsetzungsarbeiten an den Brücken 2 und 3, diese werden im Herbst 1999 abgeschlossen sein.

Betonvorfabrikation im Brückenbau

In technischer Hinsicht revolutionär waren die ersten Anwendungen der Vorspanntechnik im Brückenbau in den Fünfzigerjahren. Im Nationalstrassenbau der Sechziger- und frühen Siebzigerjahre fanden vorfabrizierte, vorgespannte Betonbauteile in Form von Brückenträgern verbreitete Anwendung. Schnell und günstig hiess die Forderung der Politiker. Die Methode mit im Werk hergestellten Teilen in - dank Vorspannung - grösstmöglicher Schlankheit, kam diesen Vorgaben entgegen. An die Zugänglichkeit für Kontrollen und Unterhalt und an die Ersetzbarkeit von Verschleissteilen wie Lager, Fahrbahnübergängen usw. dachte man weniger. Auch die Konstruktion des Viadukts Wassnerwald entspricht der für damals typischen Anwendung der Vorfabrikation im Brückenbau mit Fundation, Widerlager und Pfeilern in Ortbeton, Brückenträgern aus vorfabrizierten Betonelementen und Fahrbahnplatte sowie Randborden in Ortbeton. Bei der Wahl der Instandsetzungsmethode werfen vor allem die schlanken Träger, oft mit geringer Bewehrungsüberdeckung von 15 bis 20 mm und starker Chloridbelastung, Fragen auf.

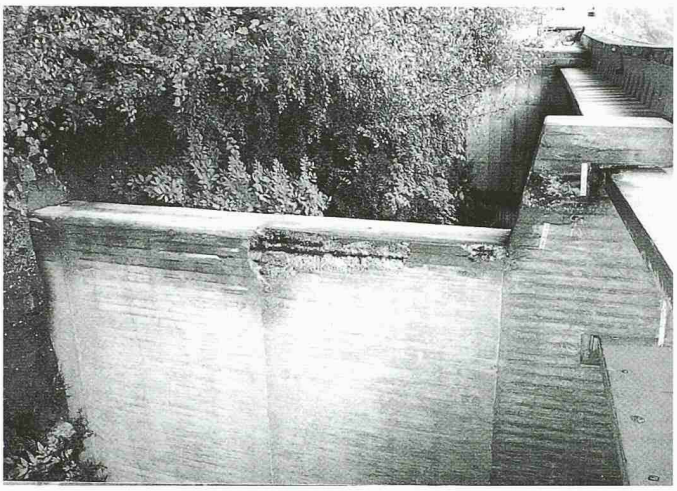
Instandsetzung durch Teilersatz

Die Kriterien zur Begründung einer Massnahme sind vielfältig und umfassend. Der Zustand ist nur ein, wenn auch sehr wichtiges, Kriterium. In erster Linie sind die Instandsetzungsziele zu erfüllen. Dabei sind auch Aspekte wie die Machbarkeit der Instandsetzung, Kosten, Zugänglichkeit zu Schadenstellen, die Ersetzbarkeit von Verschleissteilen, zukünftiger Unterhalt, Ausführungsrisiken, Bedingungen aus dem Verkehr während der Bauzeit usw. zu berücksichtigen. Die Kriterien und Interventionskategorien wurden an dieser Stelle bereits vor einem Jahr ausführlich dargelegt[1].

Der Viadukt Wassnerwald zeigt bei einer ganzheitlichen Betrachtung, dass der Ersatz eines Bauteils (hier der Überbau) im Vergleich zu einer aufwendigen Instandsetzung eine wirtschaftlich vorteilhafte Lösung sein kann.

Ständige Verbesserung

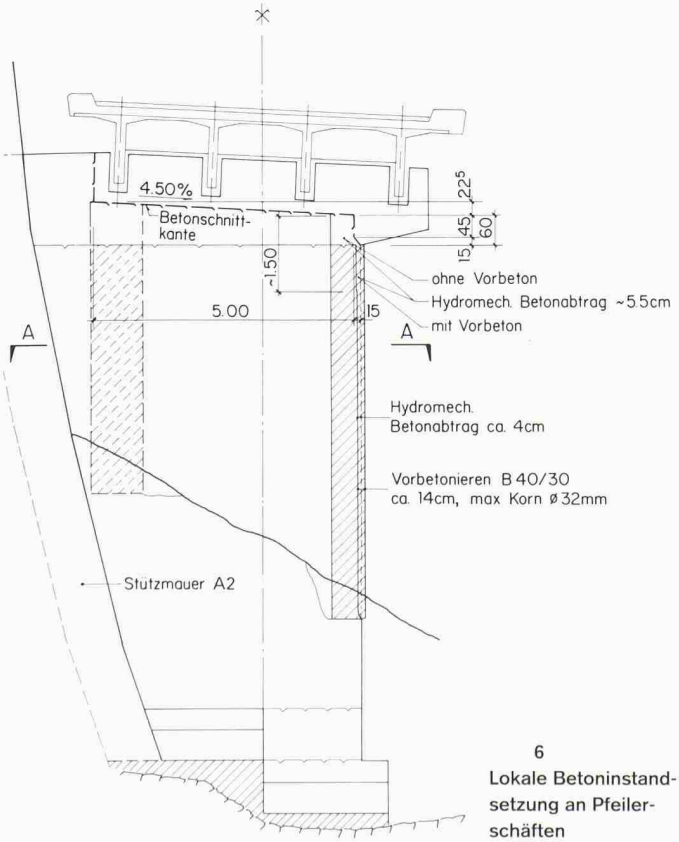
Aus Schäden und Fehlern lernen ist ein permanenter Auftrag. Zusammen mit der Forschung an bestehenden Bauten dient er der ständigen Verbesserung für Planung und Ausführung. An den ausge-



5
Pfeiler der bestehenden Brücke, Korrosionserscheinungen

bauten Brückenträgern werden zwei ganz verschiedene Forschungsprogramme durchgeführt.

- Verstärkung durch aussenliegende Vorspannung: Am Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH Zürich läuft eine Versuchsreihe unter der Leitung von Prof. Thomas Vogel. An fünf ausgebauten Trägern des Viadukts Wassnerwald werden Verstärkungsmöglichkeiten für bestehende Brückenträger mit aussenliegender Vorspannung zur Erhöhung der Schub- und Biegetragwiderstände untersucht.
- Korrosionsaspekte an Vorspannsystemen: Unter der Leitung von Fritz Hunkeler werden an der TFB Wildegg Untersuchungen mit folgenden wichtigen Fragestellungen durchgeführt:
  - Korrosionserscheinungen an der Vorspannung im Vergleich von Spannkabeln mit Spannbettdrähten
  - Korrosionsverhalten der Vorspannung ohne zusätzliche Chlorideinwirkung
  - Wirkung der elektrochemischen Chloridentfernung auf den Spannstahl (Wasserstoffversprödung)
  - Auswirkungen der elektrochemischen Entsalzung auf die Dauerhaftigkeit des Bauteils (Korrosionsentwicklung)



6
Lokale Betoninstandsetzung an Pfeilerschäften

Instandsetzungsprojekt

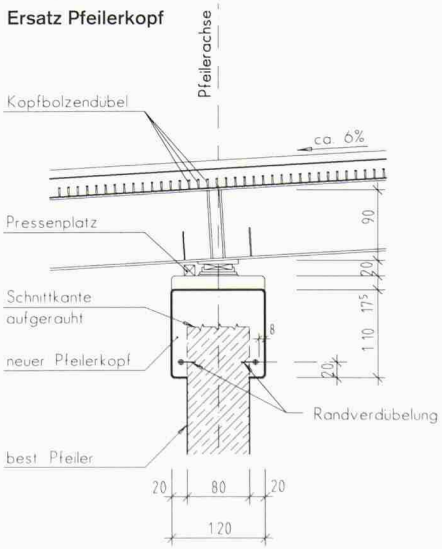
Bestehende Brückenkonstruktion, Zustand

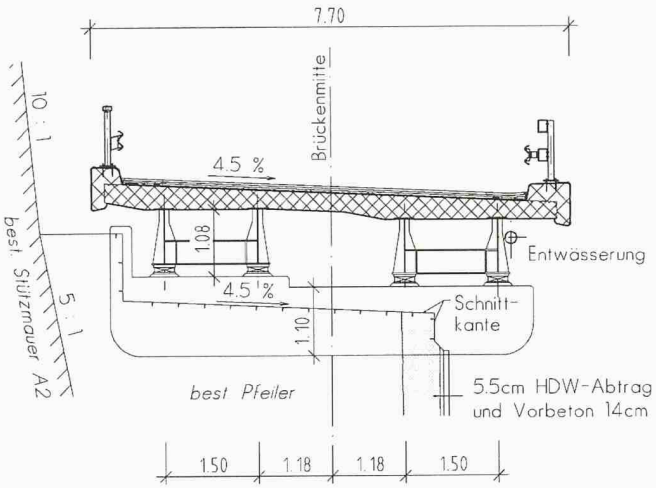
Der Unterbau besteht aus wandartigen Pfeilern mit Kopfverbreiterung, die auf Streifenfundamenten, zum Teil auf Fels, flach fundiert sind. Die Pfeiler sind bergseits mit der talseitigen Stützmauer der Nationalstrasse verbunden. Der Oberbau besteht aus einem Plattenbalken mit vier Längsträgern, die als einfache Balken mit 21 m Spannweite vorgespannt sind und vorfabriziert wurden (Bild 4). Die Querträger bei den Trägerauflagern, die Fahrbahnplatte und die Randborde wurden in Ortbeton hergestellt. Die Fahrbahnplatte ist durchlaufend und in Abständen von 84 bzw. 63 m mit Fahrbahnübergangskonstruktionen dilatiert.

Die Verbindung der Trägerelemente zu längeren Brückenabschnitten und deren Lagerung auf allseitig beweglichen Gleitlagern in 40 cm tiefen und unzugänglichen Nischen sind konstruktiv schwach ausgebildet. Dasselbe gilt für die Lagerfestpunkte.

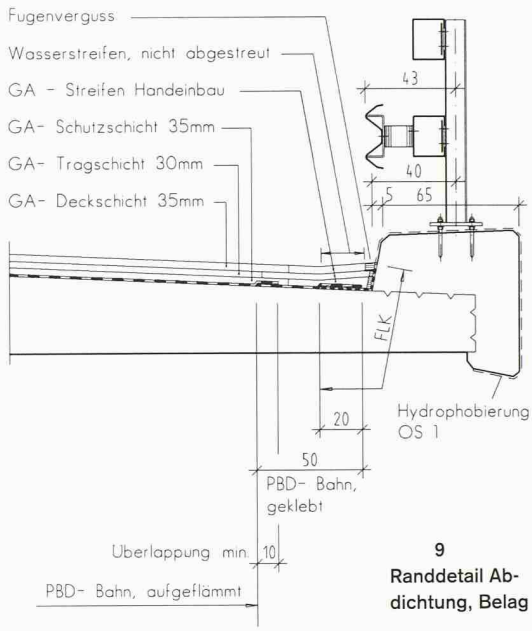
Die Schadensbilder zeigen, dass als Folge der schadhaften Abdichtung sowie der undichten Einlauftassen und Fahrbahnübergangskonstruktionen chloridhaltiges Oberflächenwasser an die Untersicht der Fahrbahnplatte gelangte. Von dort verteilte sich das Wasser an der Trägeruntersicht bis zu den Lagern und über die Pfeiler und Widerlagerwände. Dies führte in den Auflagerzonen der beiden äusseren Längsträger und den darunterlie-

7
Ersatz Pfeilerkopf





8
Vollersatz Überbau, Stahlverbundquerschnitt



9
Randdetail Abdichtung, Belag

genden Pfeilerbereichen (Bild 5) im Bereich von Vorspannung und Bewehrung zu Chloridwerten von 1 bis 2,5% (bezogen auf die Zementmasse). An der Bewehrung sind aktive Korrosionserscheinungen sichtbar.

Neunzig Prozent der Lager unter den äusseren Längsträgern weisen starke Korrosion auf, so dass die Lagerfunktion zum Teil eingeschränkt wird. Sie können konstruktionsbedingt nicht ausgewechselt werden.

Die Tragfähigkeit der bestehenden Konstruktion in Bezug auf Biegung und Schub entspricht nicht der geltenden Norm SIA 160, Ausgabe 1989.

Massnahmenprojekt

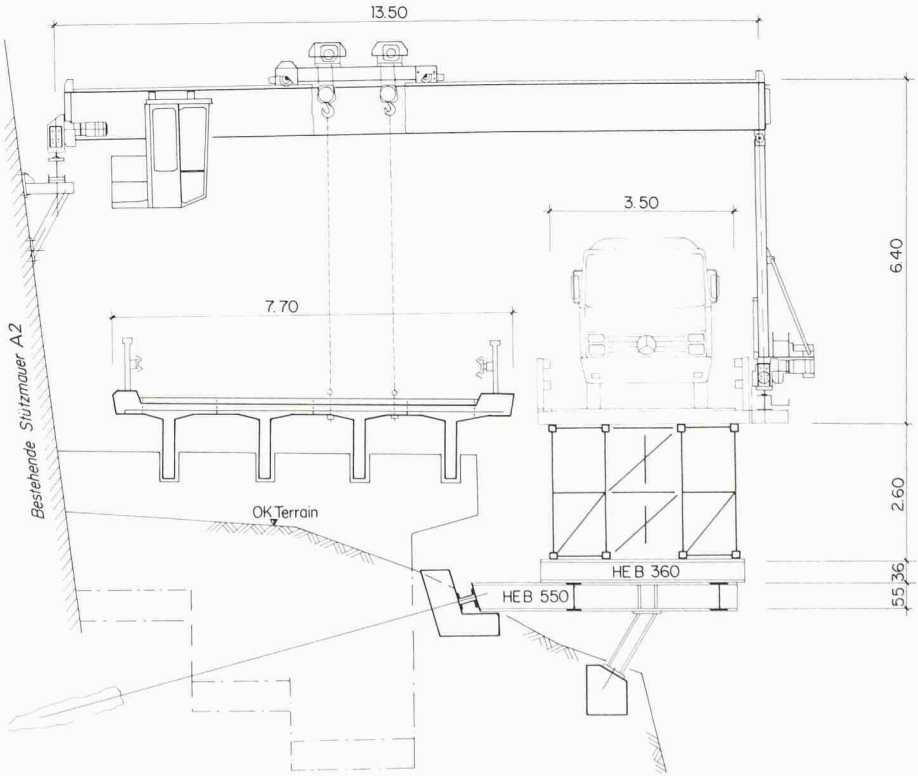
Aufgrund des Zustands sowie der konstruktiven Schwachstellen der bestehenden Konstruktion fiel in der Konzeptphase der Entscheid, den ganzen Überbau zu ersetzen. Alternativ wurde der Ersatz nur der schadhafteren Randträger zwar geprüft, aber wieder verworfen, da mit dieser Massnahme nicht alle Mängel hätten beseitigt werden können und die Kosten nur unwesentlich unter denjenigen eines Vollersatzes des Überbaus gelegen hätten.

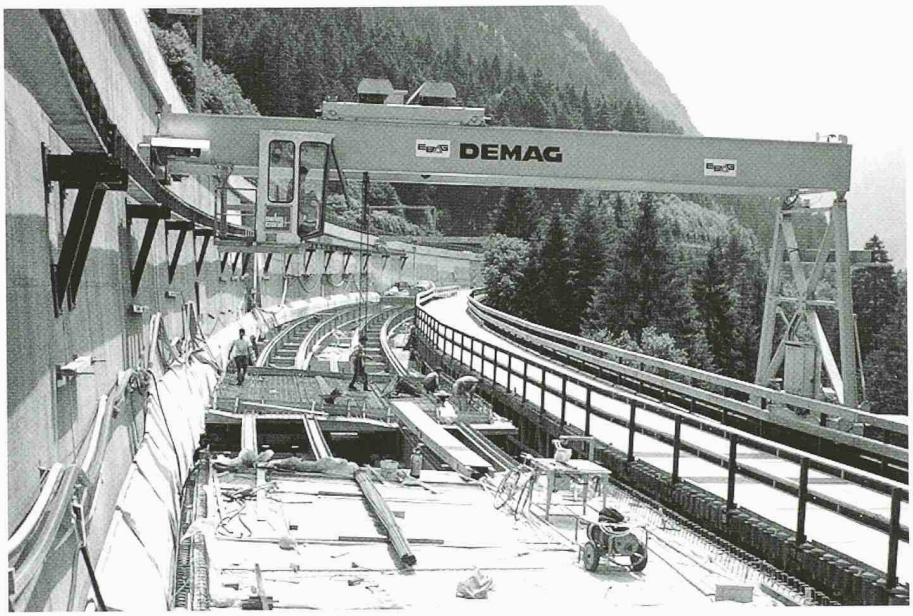
Im Instandsetzungskonzept wurden folgende Massnahmen festgelegt:

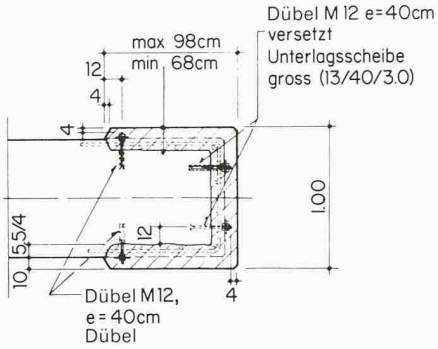
- Unterbau mit
  - Widerlager: Begehbarmachung und lokale Instandsetzung. Abbruch der bestehenden Widerlager bis zur Unterkante der neuen Widerlagerbank. Aufbetonieren von neuen, begehbaren Widerlagerkonstruktionen. Betoninstandsetzung an den bestehenden Widerlagerwänden
  - Pfeiler: Ersatz Pfeilerköpfe, lokale Instandsetzung der Pfeilerschäfte (Bild 6 und 7). Abbruch der bestehenden Pfeilerkonsolen oberhalb des Pfeilerschafts. Aufbetonieren einer neuen Auflagerbank mit zugänglichen, auswechselbaren, neuen Lagern. Betoninstandsetzung der bestehenden Pfeilerschäfte
- Überbau: Vollersatz (Bild 8 und 9). Ersatz des bestehenden Überbaus durch eine fugenlose Konstruktion, mit Dilatationsfugen nur bei den Widerlagern. Fassen und Ableiten des Oberflächenwassers mit einer durchgehenden Längsentwässerung.

Für den neuen Überbau wurden drei Varianten geprüft:

10
Bestehende Brücke mit Hilfsbrücke und Portalkran







12
Detail Instandsetzung Pfeilerschaft, Grundriss (Schnitt A–A, Bild 6)

11
Baustellenübersicht (Bild: Batigroup AG, Uri)

- Plattenbalkenbrücke in Ortbeton, vorgespannt
- vorfabrizierte Betonträger mit aufbetonierter Fahrbahn, vorgespannt
- Stahlverbundbrücke

Die Variante der Stahlverbundkonstruktion (Bild 8) überzeugte aufgrund verschiedener Vorteile:

- geringes Versetzgewicht der feldweise antransportierten Stahlkonstruktionen (ca. 10 t)
- Reduktion der Arbeiten auf der Baustelle. Die Arbeiten vor Ort an den Stahlkonstruktionen beschränken sich auf das Schweissen der Trägerstösse sowie den Deckanstrich
- leichtere Gerüstungen möglich
- kürzere Bauzeit

Die Ausführung von Instandsetzungsmassnahmen wird durch die Verkehrsführung auf der Kantonsstrasse während der Bauzeit beeinflusst. Die folgenden Auflagen wurden bereits in der Phase Massnahmenkonzept berücksichtigt und bestimmten den Entscheid «Vollersatz Überbau» mit:

- Während der Bauphase zwischen Februar und November ist der Verkehr einspurig aufrechtzuerhalten
- Während der Wintermonate zwischen November und Februar muss eine zweispurige Verkehrsführung gewährleistet sein
- Der Verkehr auf der Nationalstrasse soll durch die Bauarbeiten möglichst nicht beeinträchtigt werden

In der Phase Massnahmenprojekt wurde eine Lösung erarbeitet, bei der je eine Brückenhälfte für die Instandsetzung bzw. für den Verkehr zur Verfügung stand. Um die Möglichkeit zu prüfen, die Bauarbeiten vom Verkehr völlig zu trennen, wurde auch eine Variante mit Hilfsbrücke ausgearbeitet. Während bei der Variante mit Hilfsbrücke der bestehende Brückenüberbau für die Bauarbeiten zur freien Verfügung des Unternehmers steht, sind bei der Lösung ohne Hilfsbrücke Arbeitsbehinderungen durch den Verkehr, der auf der bestehenden bzw. auf der erneuerten Brückenhälfte rollt, in Kauf zu nehmen. Dies wirkt sich insbesondere bei der 252 m langen Brücke 1 negativ aus.

Vorteile der Lösung mit Hilfsbrücke gegenüber der hälftigen Bauweise:

- Trennung zwischen Arbeitsbereich und Verkehr, dadurch grosse Arbeits- und Verkehrssicherheit
- Vereinfachung des Bauvorgangs
- Elimination der Längsfuge in Brückenmitte
- Keine Queretappierungen
- Verzicht auf Quervorspannung

Bei der Offertöffnung lag eine Variante mit Hilfsbrücke vor, die preislich mit der Amtslösung konkurrenzfähig war. Diese Variante mit Hilfsbrücke erhielt den Zuschlag für die Ausführung.

Ausführung

Installationskonzept

Das Herzstück der Baustelleneinrichtung ist die Hilfsbrücke, die talseitig und parallel zum bestehenden Viadukt verläuft. Sie ist flach fundiert. Die Stützen sind als im Fels rückverankerte Stahlkonsolen oder als bis zu 16 m hohe Stahlfachwerke (Trägertürme) ausgebildet (Bild 10). Der Überbau besteht aus 2,6 m hohen Stahlfachwerkbindern. Ihre Spannweite liess sich mit 2,5 m langen Grundelementen von 15 bis 27,5 m variieren. Dies ermöglichte eine flexible Anpassung der Hilfsbrückenkonstruktion an das sehr steile und unwegsame Gelände. Für den Fahrbahnbelag der Hilfsbrücke entwickelte die Unternehmung einen mit Epoxy-Quarzsand beschichteten Holzbretterbelag, bei dem die einzelnen Bretter diagonal zur Fahrtrichtung verlegt sind.

In Kombination mit der Hilfsbrücke werden für die Beschickung der ganzen Baustelle zwei Portalkrane eingesetzt (Bild 10).

Bauprogramm, Bauvorgang

Die Instandsetzungsarbeiten werden in der Zeitspanne von November 1997 bis November 1999 ausgeführt. Die Unternehmung folgt einem Taktprogramm, das eine fortlaufende Demontage der bestehenden Brücke mit nachlaufender Pfeilerinstandsetzung und Erstellung des neuen Überbaus erlaubt.

Für die Demontage wird die bestehende Brücke längs der Elementstösse der Träger aufgefräst und mit den Portalkranen seitlich auf die Hilfsbrücke verschoben, verladen und abtransportiert (Trägergewicht ca. 35 t).

Die Stahlträger für den Überbau werden als Zwillingsträger angeliefert, versetzt und die Trägerstösse auf der Baustelle verschweisst. Die Fahrbahnplatte wird mit einem an den Trägerflanschen aufgehängten Schalwagen betoniert (Bild 11).

Besondere Aspekte zur Ausführung

Bei Brückenbauwerken mit grösseren Fallliniengefällen (beim Viadukt Wassnerwald ca. 7%) muss den folgenden Punkten

bei der Planung und der Ausführung besondere Beachtung geschenkt werden:

An das Gesamtsystem Abdichtung/Belag wird die Anforderung gestellt, einer Gebrauchsdauer von 25 Jahren zu genügen, was dem Interventionszyklus von Verschleissteilen entspricht. Dazu ist eine sorgfältig abtaloschierte Betonoberfläche der Fahrbahnplatte eine zwingende Voraussetzung. Es empfiehlt sich daher, die Aufwendungen für die Oberflächenbearbeitung im Werkvertrag explizit als Leistungspositionen auszusetzen, damit die Unternehmung bereits in der Submissionsphase auf diese hohen Anforderungen aufmerksam gemacht wird.

Weiter ist darauf hinzuweisen, dass der viskose, heisse Gussasphalt bei grösseren Gefällen dazu neigt ins Fliessen zu geraten. Dies kann in der Gussasphalt-Schutzschicht zu grösseren Unebenheiten und variablen Schichtstärken führen.

An den Pfeilerschäften wird der chloridhaltige Beton mit Hochdruckwasser (HDW) entfernt und mit einem unbewehrten 14 cm starken Vorbeton ummantelt (Bild 12). Während der Ausführung hat sich gezeigt, dass das Ausmass der Bewehrungskorrosion kleiner war, als aufgrund der Zustandserfassung (Potentialfeldmessungen, Sondierfenster, Chloridmessungen) angenommen. Zudem bestätigen Messungen[2] an vorbetonierten Galeriestützen der Nationalstrasse A2 im Kanton Uri eine «Wanderung» der Chloride vom bestehenden Beton zum frischen Vorbeton hin. Die nach dem HDW-Abtrag im Beton verbleibende Chloridkonzentration in Bewehrungstiefe und die damit verbundene Korrosionswahrscheinlichkeit der Bewehrung wird dadurch verkleinert. Daher wurden die Abtragstiefen während der Ausführung gegenüber dem Projekt um 10 bis 30% reduziert.

Betonkonzept

Das Betonkonzept wurde von der Unternehmung mit dem Projektverfasser zusammen erarbeitet, um einen Beton herzustellen, der ein möglichst dichtes und porenarmes Gefüge, eine hohe Frostbeständigkeit, keine künstlichen Luftporenbildner, sowie eine gute Verarbeitbarkeit und Ausführungssicherheit mit einem WZ-Wert von 0,46 aufweist. Zusätzlich sollte für die in ihrer Geometrie sehr verschiedenen Bauteile (14 cm Vorbeton, Widerlager, Pfeilerköpfe, Fahrbahnplatte) immer die gleiche Betonrezeptur verwendet werden können.

Gemäss den Vorgaben des Amts für Tiefbau des Kantons Uri entsprechen diese Anforderungen der Rezeptur eines Kübelbetons B 40/30, Sorte a, CEM I 325 kg/m^3, mit hoher Frostbeständigkeit nach SIA 162/1, Prüfung Nr. 8. (Der gemessene E-Modul-Abfall bei 100 Zyklen betrug 5-10%). Die Rezeptur wird unverändert auch für die Konsolköpfe eingesetzt. Die Festbetonprüfung gemäss SIA 162/1, Prüfung Nr. 9, ergab eine hohe Frosttausalzbeständigkeit (gemessene Abwitterung Δm_{30} = 50-200 g/m^2), was im Betonkonzept nicht als Anforderung gestellt wurde.

Schutzmassnahmen

Der Viadukt liegt für witterungsabhängige Arbeiten wie die Applikation der Flüssigkunststoffabdichtung und des Korrosionsschutzes an den Stahlträgern in einem mikroklimatisch schwierigen Gebiet (tiefe Temperaturen, hohe relative Luftfeuchtigkeit, keine Besonnung). Für den Korrosionsschutz gelangten epoxidgebundene Zweikomponenten-Produkte, gemäss den Astra-Richtlinien, zur Anwendung. Zur Gewährleistung der geforderten, strengen Applikationsbedingungen beim Aufbringen des Deckanstrichs auf der Baustelle mussten unter der Brücke aufwendige Einhausungen und Heizeinrichtungen installiert werden.

Aufgrund der Erfahrung wäre in vergleichbaren Fällen eine Lösung mit feuchtigkeitshärtenden Produkten als Deckanstrich zu prüfen. Im Vergleich mit Zweikomponenten-Anstrichen liegen die Vorteile dieser Fabrikate in der witterungsunabhängigeren Applikation bei gleicher Qualität. Die Ausführungsrisiken werden minimiert.

Baukosten

Die Baukosten (Preisbasis 1997) betragen 8,26 Mio. Franken. Dies entspricht einem Preis von Fr. 2600.-/m^2 Brückenfläche inklusive der Kosten für die Hilfsbrücke. Der Anteil der Hilfsbrücke beträgt Fr. 400.-/m^2. Die aufwendigen Installationen (inkl. Hilfsbrücke) belaufen sich auf 2,1 Mio. Franken, was 25% der Baukosten entspricht.

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 (bis August 1998)
J. Dobler, Bundesamt für Strassen, Bern (ab August 1998)

Projektleitung:
H. Huber, Brückeningenieur, Abt. Kunstbauten, Altdorf

Experten:
R.P. Frey, Frey & Schwarz, Ingenieurbüro Zug
C. Menn, Chur
K. Schellenberg, Rottweil (Abdichtung und Belag)

Projekt und Bauleitung:
Ingenieurgemeinschaft Wolf, Kropf & Bachmann AG, Bauingenieure und Planer SIA/usic, Altdorf und Plüss + Meyer, Bauingenieure AG, Luzern

Bauausführung:
Batigroup AG Uri, Altdorf (vormals Emil Baumann AG)

Anmerkungen

[1]Zum Instandsetzungskonzept und den dabei verwendeten Beurteilungskriterien und Kategorien sei auf die letztjährige Publikation in SI+A 16/17 vom 20. April 1998, insbesondere S. 253 ff. verwiesen.

[2]Forschungsprojekt des Amts für Tiefbau Kanton Uri, ausgeführt durch die Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton, Wildegg. Objekt: A2, Steinschlaggalerie Güetli Kanton Uri. Instandsetzung Mittelstützen, erster Zwischenbericht der Überwachung

Adresse der Verfasser:
Heribert Huber, dipl. Bauing. ETH/SIA, Amt für Tiefbau, Abt. Kunstbauten, Klausenstrasse 2, 6460 Altdorf (Einleitung), *Peter Kropf*, dipl. Bauing. HTL/SIA (Instandsetzungsprojekt) und *Jakob Willi*, dipl. Bauing. ETH, Wolf, Kropf & Bachmann AG, Hochmühlegasse 1, 6460 Altdorf (Ausführung)