

Eine besondere Herausforderung für die Brückenbauer

Die neue Verkehrsführung und die Massnahmen zum Hochwasserschutz erforderten die Erstellung von sieben neuen Brücken und einer neuen Überführung. Insbesondere die Aufweitung der Kleinen Emme mit einem zweiten Gerinne im Mündungsbereich führte zu einer Ansammlung von neuen Brückenbauwerken auf engstem Raum, die das Herz jedes Brückenbauers höher schlagen lässt.

Strassenbrücken

Die Kleine Emme wird von drei neuen Strassenbrücken überquert: In Fliessrichtung gesehen sind es die Obere Zollhausbrücke, die Untere Zollhausbrücke und die zweifeldrige Reussbühlbrücke, die beide Arme des Flusses im Mündungsbereich überspannt. Die Zollhausbrücken ersetzen zwei Stahlbetonbrücken, die abgebrochen wurden, um den Gerinnequerschnitt unter den Brücken zu vergrössern. Es handelt sich um sehr schlanke, einfeldrige Rahmenbrücken aus Stahlbeton, die auf Grossbohrpfählen fundiert sind. In Feldmitte sind die kräftig vorgespannten Brückenplatten 1,30 m dick, was etwa $\frac{1}{28}$ der Spannweiten von jeweils rund 45 m entspricht. Optisch wird die Schlankheit durch den trapezförmigen Querschnitt (Abb. 1) der Brückenplatte betont, bei dem die Dicke seitlich stark reduziert wird. Wahrgenommen wird hauptsächlich die Höhe des Konsolkopfs (Abb. 3). Die zahlreichen Werkleitungen sind in einer Längsnut in der Brückenplatte angeordnet und stören das elegante Erscheinungsbild der Brücken nicht. Zur Gewährleistung der Hochwassersicherheit auch während der Bauzeit mussten die Brückenplatten mit einem stützenfreien, obenliegenden Lehrgerüst erstellt werden (Abb. 9). Die Reussbühlbrücke liegt etwas weiter flussabwärts, im Mündungsbereich der Kleinen Emme mit neu zwei Gerinnen.



VON
HEINI M. BOSSERT
Dipl. Bauing. ETH/SIA,
Projektleiter Seetalplatz,
Verkehr und Infrastruk-
tur (vif)



VON
ALDO BACCHETTA
Dipl. Bauing. ETH/SIA,
Mitglied Geschäfts-
leitung, Bänziger
Partner AG



VON
STEPHAN ETTER
Dr. sc techn., dipl.
Bauing ETH/SIA
Stv. Niederlassungsleiter
Zürich, Bänziger Partner AG

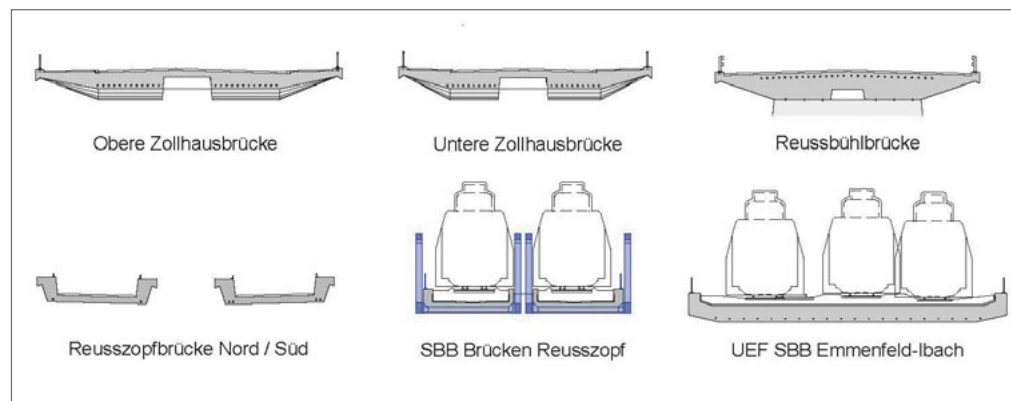


VON
ARMIN WICKI
dipl. Bauingenieur
ETH/SIA/USIC,
Bereichsleiter,
Schubiger AG

Bei der 74 m langen Strassenbrücke über zwei Felder à 35 m resp. 39 m wird die Querschnittsform der Zollhausbrücken aufgenommen. So wird ein einheitliches Erscheinungsbild der Strassenbrückenfamilie geschaffen. Die Reussbühlbrücke wird in Längsrichtung durch den Mittelpfeiler stabilisiert. Zur Reduktion von Zwängen wird das emmenseitige Widerlager Nord als nachgiebige Wand

ausgebildet. Das emmenseitige Widerlager wie auch die Mittelstütze sind auf Grossbohrpfählen fundiert. Auf der Südseite wird der Überbau der Reussbühlbrücke auf einer Pendelwand abgestützt. Fundiert ist diese auf einer grossen Bodenplatte, die auch die Auffahrtsrampen, die Fahrradunterführung und einen Teil der Ufermauer umfasst.

Eine besondere Herausforderung war die ästhetisch befriedigende Anordnung der Beleuchtung und der Signalanlagen im Bereich der Brücke, insbesondere auf deren Südseite, wo der Verkehrsknoten Signale im Bereich des Brückenendes erfordert und die aufgehängte Beleuchtung über der Brücke abzuspannen ist. Der von Eduard Imhof entworfene Signalmast «Corcovado» erfüllt sämtliche Anforderungen und gibt der sonst wenig spektakulären Brückenauffahrt eine starke Identität (Abb. 4). Es handelt sich um eine 11,5 m hohe Stahlkonstruktion mit einer geneigten Stütze, 11 m weit auskragenden Armen zur



1 | Querschnittsformen der Brücken am Seetalplatz.

1 | Formes des sections transversales des ponts au Seetalplatz.



2 | Mündung der Kleinen Emme in die Reuss: Hinter der bestehenden Ibachbrücke sind die Reusszopfbrücken, die SBB-Brücken Reusszopf, die Reussbühlbrücke und die Untere und Obere Zollhausbrücke sichtbar. In der Verlängerung der Ibachbrücke unterquert die Reusszeggstrasse das Bahntrasse unter der SBB-Überführung Emmenfeld-Ibach (Foto: Flugaufnahme Juni 2016).

2 | Confluence de la Kleine Emme dans la Reuss: derrière l'Ibachbrücke, on peut voir les pont du Reusszopf, les ponts des CFF Reusszopf, le Reussbühlbrücke et le Zollhausbrücke inférieure et supérieure. Dans le prolongement de l'Ibachbrücke, la Reusszeggstrasse passe sous la Bahntrasse sous le passage CFF Emmenfeld-Ibach (photo: vue aérienne juin 2016).

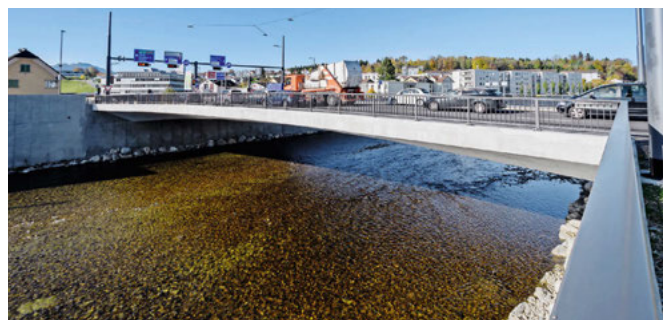
Befestigung der Signaltafeln und Lichtsignale mit aufgesetztem Pylon zur Abspannung der Beleuchtung. Die einzelnen Bauteile bestehen aus Pyramidenstümpfen und setzen sich aus luftdicht verschweissten Blech-Hohlträgern zusammen. Der Stützenfuss ist in die Widerlagerkonstruktion eingespannt.

Realisierung der Strassenbrücken im Totalunternehmermodell

Die Strassenbrücken wurden anders als die übrigen Bauwerke in einem Totalunternehmer-Wettbewerb ausgeschrieben. Nebst den eigentlichen Bauleistungen mussten die Anbieter ebenfalls die Planungs- und Bauleitungsarbeiten offerieren. Grundlage für die Angebote bildeten die vollständigen Bauprojekte der drei Strassenbrücken sowie ein Schnittstellenpapier, das die räumlichen und technischen Anschlüsse zu den angrenzenden Strassenbau-, Tiefbau- und Wasserbauarbeiten regelte. Weiter war ein übergeordnetes Bauprogramm vorgegeben, das die Start- und Endtermine der drei Brücken verbindlich festlegte.

Der Bauherr wollte mit diesem Verfahren eine wirtschaftliche und terminliche Optimierung der drei Strassenbrücken erreichen, abgestimmt auf die technischen Möglichkeiten der anbietenden Baumeister-/Ingenieurteams.

Die Randbedingungen für allfällige Optimierungen der Brückenprojekte wurden in den Ausschreibungsunterlagen exakt festgelegt: Die Geometrie sowie das Erscheinungsbild von Überbau, Pfeiler und Widerlager waren unverändert aus



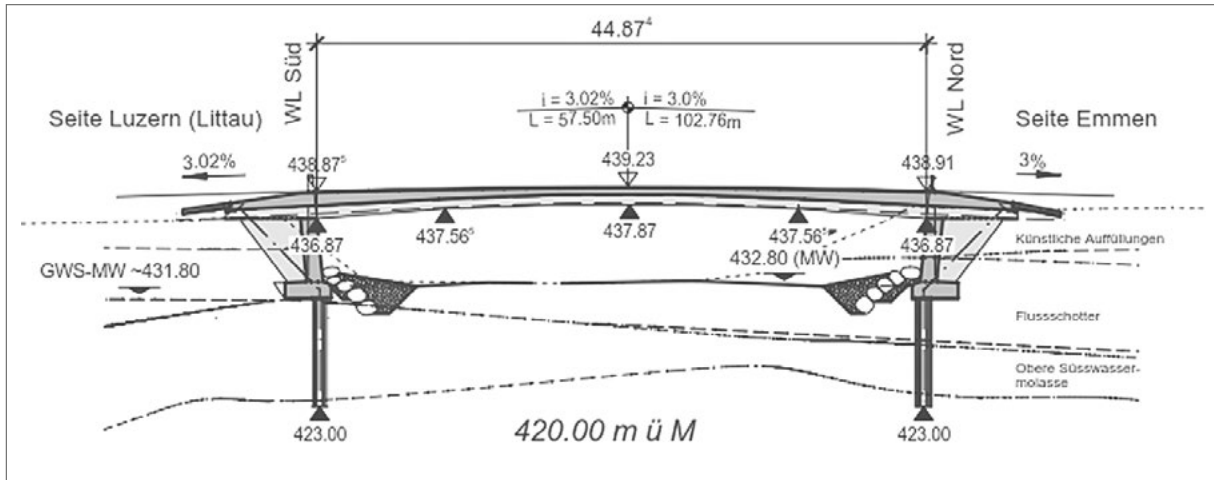
3 | Die neue Obere Zollhausbrücke.

3 | Le nouveau Zollhausbrücke supérieur.



4 | Der Signalmast «Corcovado» markiert den Brückenanfang.

4 | La mât de signalisation «Corcovado» marque le début du pont.



5 | Längsschnitt Obere Zollhausbrücke.

5 | Coupe longitudinale Zollhausbrücke supérieur.

dem Bauprojekt zu übernehmen. Optimierungsmöglichkeiten waren bei den nicht einsehbaren Bauteilen, bei Fundationen, Baugrubensicherungen, Bauvorgängen, Hilfskonstruktionen und Etappierungen möglich.

In der kurzen Submissionsphase konnte das Optimierungspotenzial durch die anbietenden Totalunternehmer wohl abgeschätzt, aber kaum detailliert projektiert und kalkuliert werden. Trotz den engen Randbedingungen zeigten sich im Verlaufe der Projektierung der drei Brücken unternehmerisch interessante Optimierungsmöglichkeiten, die sich durch eine intensive, zielorientierte und kollegiale Zusammenarbeit zwischen Baumeister und Bauingenieur ergaben. Begünstigt durch die zeitliche Staffelung der drei Brücken konnte zudem ein gegenseitiger Lerneffekt auf allen Stufen – von der Planung bis zur Umsetzung auf der Baustelle – ausgenutzt werden.

Die grössten Herausforderungen

Nachfolgend werden einige der grössten Herausforderungen aufgelistet, die aus Sicht Totalunternehmer zu bewältigen waren:

- Der Baustart für die erste der drei zu erstellenden Strassenbrücken erfolgte wenige Monate nach der Auftragsvergabe an den Totalunternehmer. Vor dem Baustart waren bewilligungsfähige Ausführungsprojekte auszu- arbeiten und durch den bauseits vorgegebenen Prüfin- genieur zu kontrollieren. Um den reibungslosen Baustart zu ermöglichen, wurde für die erste Brücke ein Prüfverfahren mit Freigabe von einzelnen Bauteilen gewählt.
- Mit geschickten Anpassungen der statischen Systeme konnten die Widerlagerkonstruktionen, die Fundationen sowie die temporären Baugrubensicherungsmassnahmen für die Unterbauten bei allen Strassenbrücken optimiert werden (Abb. 5).
- Der Bauvorgang für den Rückbau der bestehenden Zoll- hausbrücken (Abb. 6) wurde so gewählt, dass Synergien mit den Baugrubensicherungen und Fundationsarbeiten für die neuen Brücken resultierten.
- Das obenliegende Lehrgerüst wurde bereits in der Ange- botsphase so konzipiert, dass die einzelnen Gerüstbau- elemente bei allen drei Brücken nacheinander eingesetzt werden konnten (Abb. 9).



6 | Teilabbruch einer Zollhausbrücke.

6 | Démolition partielle d'un Zollhausbrücke.

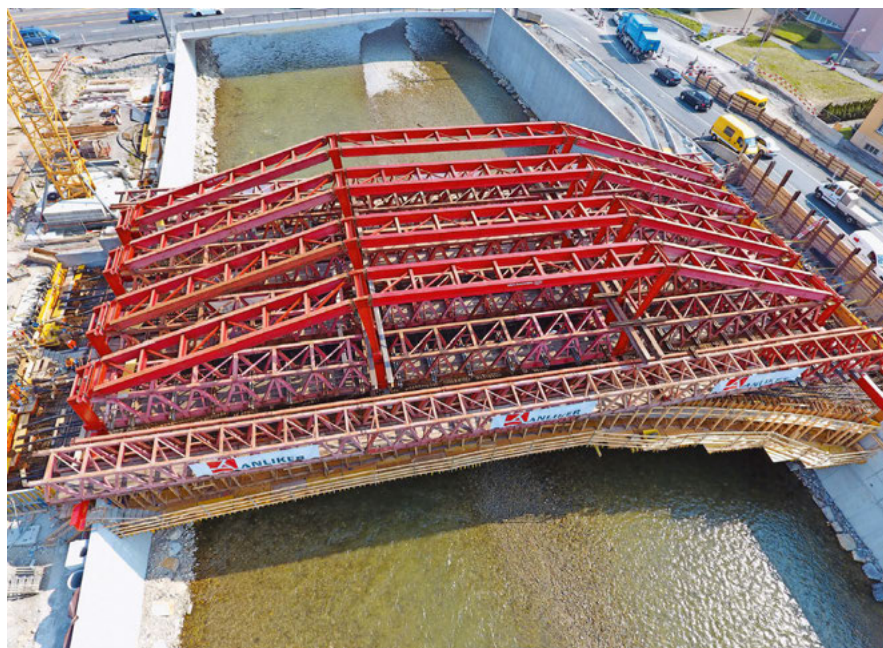


7 | Betonieren der Oberen Zollhausbrücke.

7 | Bétonnage du Zollhausbrücke supérieur.



8 | Pfahlfundationsgerät.
8 | Engin de fondation sur pieux.



9 | Lehrgerüst der Oberen Zollhausbrücke.
9 | Charpente métallique du Zollhausbrücke supérieur.

- Jeweils ein Brückenfeld wurde in einer Etappe in einem Tag betoniert, was eine umfassende Einbauplanung erforderte. Im jeweiligen Betonierkonzept wurden die Lieferwerke, Anfahrtswege mit detailliertem Fahrplan, Verkehrsregelung, Standorte der Pumpen und Ersatzpumpen, Personaleinsatz und alle Sicherheitsmassnahmen geregelt. Die grösste in einer Etappe eingebaute Betonkubatur von 1400 m³ erforderte eine Einbauzeit von 16 Stunden (Abb. 7).
- Die Ausführungsqualität wurde durch einen Kontrollplan gewährleistet, der Bestandteil des Totalunternehmer-Angebotes war. Deren Durchsetzung und die Dokumentation in einem Prüfplan wurden durch die Oberbauleitung permanent gefordert und kontrolliert.
- Die qualitativ, terminlich und finanziell erfolgreiche Realisierung der drei Strassenbrücken durch den beauftragten Totalunternehmer erfüllte die Zielvorgaben des Bauherrn und bestätigte die Zweckmässigkeit des gewählten Ausschreibungsverfahrens.

SBB-Brücken Reusszopf: Spektakulärer Bauablauf

Unweit neben der Reussbühlbrücke quert das zweigleisige Bahntrasse der SBB-Strecke Olten–Luzern die Kleine Emme.

Für das zusätzliche Gerinne sind neue Bahnbrücken erforderlich, die unmittelbar an die zwei parallelgurtigen Stahl-Fachwerkträgerbrücken aus den Jahren 1922 und 1939 anschliessen. Die genieteten Strebenfachwerke mit Hilfsständern haben eine Höhe von 5,1 m und tragen als einfache Balken mit einer Spannweite von 41 m. Die eisenbahnhistorisch und denkmalpflegerisch bedeutenden Bauwerke dokumentieren den damaligen Stand der Brückenbautechnik eindrücklich. Entsprechend basiert der Entwurf für die neuen Reusszopfbrücken auf einer engen Zusammenarbeit mit Vertretern der kantonalen Denkmalpflege und der SBB-Fachstelle für Denkmalfragen. Um die Einheitlichkeit zu wahren, wurden den bestehenden Brücken moderne Versionen ihrer selbst zur Seite gestellt. Insbesondere wurden die Materialisierung, die Höhe und äussere Form der Fachwerke übernommen. Die neuen Strebenfachwerke ohne Hilfsständer bestehen aus unterhaltsarmen, luftdicht verschweissten Hohlquerschnitten mit ermüdungsgerecht ausgebildeten, gerundeten Knotenbereichen. Ein lärmindernder Schottertrog aus Stahlbeton trägt den Gleisoberbau.

Spektakulär war der Bauablauf. Der zweite Arm der kleinen Emme bestand zur Zeit der Erstellung der Brücken noch nicht. Die Brückenträger wurden in verschobener Lage beidseitig vom Bahntrasse erstellt. Zur Erstellung der Pfahlfundation und der Widerlager wurde der Bahnverkehr über zwei Hilfs-

FR Un défi particulier pour les bâtisseurs de ponts

La nouvelle gestion du trafic et les mesures de protection contre les inondations ont nécessité la réalisation de sept nouveaux ponts et d'un nouveau passage surélevé. C'est en particulièrement l'agrandissement de la

Kleine Emme par un deuxième chenal dans la zone de confluence qui s'est traduit par une accumulation de nouveaux ouvrages de pont sur un très faible espace qui ne peut qu'enthousiasmer chaque bâtisseur de ponts.



10 | Fertig gestellte Brückenträger der SBB-Brücken Reusszopf inkl. Vorschotterung vor dem Einschub.
10 | Supports achevés des ponts CFF Reusszopf avec pré-cloisonnement avant installation.

brückenketten à drei Hilfsbrücken geführt. Die geplante Erstellung von Kleinbohrpfählen mit einem Durchmesser von 50 cm unter den Hilfsbrücken wurde durch Bohrhindernisse stark erschwert und ist letztendlich an der zu geringen Bohrleistung gescheitert. Die Widerlager sind nun auf je 48 acht Meter langen Niederdruckinjektionspfählen fundiert. Auf Verschubbahnen wurden die Brückenträger auf die vorbereiteten Widerlagerbänke geschoben. Für den Ausbau der Hilfsbrücken, Einschub der Brücken und das Verlegen der Gleisjoche wurde der Bahnverkehr auf dem jeweils betroffenen Gleis für nur gerade 17 Stunden unterbrochen. Die von allen Beteiligten hervorragend vorbereiteten Nachteinsätze verliefen reibungslos.



11 | Die Reusszopfbrücke Nord dient dem Langsamverkehr (Foto: Emch+Berger WSB).
11 | Le Reusszopfbrücke Nord sert au trafic lent (photo: Emch+Berger WSB).

Brücken allein für den Langsamverkehr

Die beiden untersten Brücken im Mündungsbereich der Kleinen Emme dienen nach Bauabschluss alleine dem Langsamverkehr und liegen auf dem beliebten Radweg entlang der Reuss. Mit den zwei unabhängigen Bauwerken Reusszopfbrücke Nord und Reusszopfbrücke Süd werden die beiden Flussarme überwunden. Es handelt sich um einfeldrige Rahmenbrücken aus Stahlbeton mit Spannweiten von 39 m resp. 28 m, die auf Grossbohrpfählen fundiert sind. Die vorgespannten Brückenträger weisen einen Trogquerschnitt auf. Dank der geringen Fahrbahnbreite von 5,10 m können damit die Anforderungen des Hochwasserschutzes (Hochwasserkote) und des Fahrradverkehrs (geringe Steigungen) ideal erfüllt werden. Die Unterseiten der Brückenträger sind als Kreiszylinderflächen nach oben gewölbt und sorgen zusammen mit den leicht nach aussen geneigten Brückenstegen und der Betonung der Konsolköpfe für ein elegantes Erscheinungsbild (Abb. 11). Die Brücken wurden für die Bauzeit und die für den Gewässerunterhalt nötige Zufahrt auf Strassenverkehrslasten bemessen.

Ersatz der Bahnüberführung

Die Verbreiterung der Reusseggstrasse erforderte den Ersatz der bestehenden Bahnüberführung Emmenfeld-Ibach über die Kantonsstrasse. Das Bauwerk liegt unweit der SBB-Brücken zwischen der Kleinen Emme und dem Bahnhofsbereich auf der Seite Emmenbrücke. Hier ist neben der zweigleisig ausgebauten Bahnstrecke Olten-Luzern ein Ausziehgleis für die Industrie in Emmenbrücke vorhanden. Die Verkehrsträger erfordern ein Kreuzungsbauwerk mit einer Gesamtbreite von 20,65 m und einer lichten Weite für die Reusseggstrasse von



12 | Die neue SBB-Überführung Emmenfeld-Ibach. (Foto: Emch+Berger WSB).

12 | Le nouveau pont des CFF Emmenfeld-Ibach (photo: Emch+Berger WSB).

17 m. Bei der Überführung handelt es sich um ein im Grundriss schiefes Rahmentragwerk mit durchgehender Bodenplatte. Die vorgespannte Brückenplatte mit variabler Dicke von 90 cm bis 103 cm bildet mit seitlichen Aufbordungen einen breiten Schottertrog. Das monolithische Bauwerk ist unter dem Grundwasserspiegel flach fundiert. Die präzise Geometrie des schnörkellosen Bauwerks wird durch gleisparallele Anordnung der Flügelwände, die mit den Aufbordungen der Brückenplatte eine Fläche bilden, betont (Abb. 12). Entsprechend hoch waren die Anforderungen an das Schalungsbild mit liegenden Tafeln und versetzten Stössen.

Zur Erstellung durfte die Reusseggstrasse für neun Monate gesperrt werden, während der Bahnverkehr aufrechtzuerhalten war. Der Abbruch der bestehenden Überführung erfolgte in kürzester Zeit. Unter Bahnverkehr wurde die bestehende Brückenplatte gespriesst, mit Frässhritten längs geteilt und von den Widerlagerwänden gelöst. In je einer verlängerten

Nachtpause wurden ein Teil der Brückenplatte auf Verschubbahnen zur Seite geschoben und die Hilfsbrücken eingebaut. Die Länge der Baustelle erforderte den Einsatz von drei Hilfsbrückenkettens mit einer Zwischenabstützung. Die verbleibenden Abbruch- und Aushubarbeiten erfolgten unter den Hilfsbrücken. Für die Erstellung der Bodenplatte wurden die Mikropfahlfundationen der Hilfsbrückenjoche freigelegt. So konnte die Bewehrung dazwischen verlegt werden (Abb. 13).

Eine besondere Herausforderung auf der Baustelle war die Erstellung der kräftig bewehrten Brückenplatte mit Bügeln und Vorspannkabeln sowie der Abdichtung bei äusserst engen Platzverhältnissen unter den Hilfsbrücken. Der minimale Abstand zwischen Betonoberkante der Brückenplatte und Unterkante der Hilfsbrücke betrug nur gerade 22 cm. Dass das Bauwerk bei diesen Platzverhältnissen ohne Kran in nur neun Monaten Bauzeit in hoher Qualität erstellt werden konnte, zeugt von einer ausserordentlichen Leistung des Unternehmers.



13 | Bauzustand der SBB-Überführung Emmenfeld-Ibach: Verlegen der Bodenplattenbewehrung unter den Hilfsbrückenjochen im Juli 2014.

13 | Avancement de la construction du pont des CFF Emmenfeld-Ibach: pose de l'armature du sol sous les tronçons de voies auxiliaires en juillet 2014.