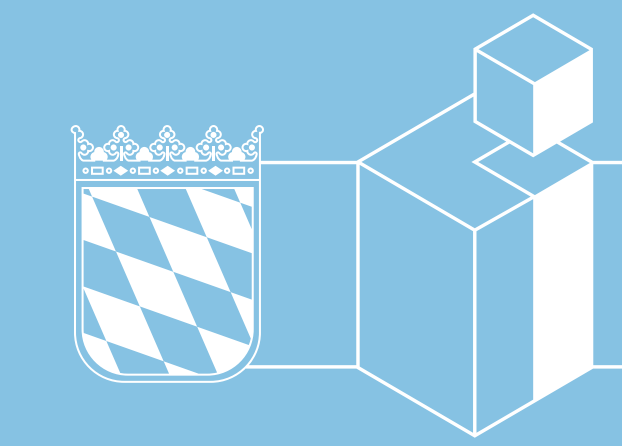


# Bayerischer Ingenieurpreis 2023



Bayerische Ingenieurekammer-Bau  
Körperschaft des öffentlichen Rechts

Zukunft gemeinsam gestalten.

## SANIERUNG DER HISTORISCHEN KÖNIG-LUDWIG-BRÜCKE KEMPTEN

### Projektbeschreibung

Die Geschichte der 1847–1852 errichteten König-Ludwig-Brücke ist bewegt. Das dreifeldrige und 123 m lange Bauwerk wurde zunächst als Eisenbahnbrücke, dann von 1911–1970 als Straßenbrücke und nach erneutem Umbau 1986 als Geh- und Radwegbrücke genutzt. 2012 wurde das inzwischen denkmalgeschützte Bauwerk wegen seiner bautechnischen Einzigartigkeit von der Bundesingenieurkammer als „Historisches Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst“ ausgezeichnet. Infolge der Ergebnisse der Bauwerksprüfung 2013 erfolgte die Sperrung der Brücke. 2015 entschied die Stadt Kempten, die Brücke grundlegend zu sanieren. Als eine der ältesten weltweit erhaltenen Holz-Eisenbahnbrücken und in Deutschland als letzte weitgehend im Originalzustand erhaltene Konstruktion, deren Tragwerk aus zwei parallelen, miteinander verbundenen Howeschen Fachwerkrägern besteht, ist sie ein Baudenkmal von herausragender konstruktionsgeschichtlicher Bedeutung.

### Konzeption und Realisation

Im Vorfeld der Maßnahme wurde eine intensive Untersuchung der Brücke durchgeführt. Aufgrund der bereits bekannten Schäden war ein Befahren mit einem Brückenuntersichtgerät nicht möglich. Aus diesem Grund wurde die gesamte Untersuchung durch für Höhenarbeiten ausgebildete Mitarbeiter unseres Büros am Seil kletternd durchgeführt. Parallel dazu wurde die Brücke mit Hilfe eines 3D-Aufmaßes aufgenommen und der Ist-Zustand in Plänen dargestellt. Basierend auf diesen Unterlagen wurden die kritischen Stellen identifiziert und die Brücke statisch nachgewiesen. Notwendige Verstärkungsmaßnahmen (im Wesentlichen Windverbände) mussten mit möglichst geringem Eingriff in die historische Bausubstanz erfolgen. Nach aufwendigen Variantenuntersuchungen zu den Sanierungsmöglichkeiten wurde das Konzept zum Aushub der Brücke und der anschließenden Sanierung auf einer eigens eingerichteten Feldwerkstatt unweit des Brückenstandortes realisiert.

### Originalität und Kreativität

Besondere Kreativität wurde bei der Entwicklung der windabtreibenden, horizontalen Lamellenschalung unter Beweis gestellt. Durch diese im Windkanal erprobte Lösung trotz der Brücke nachhaltiger Witterung und den Windlasten; die Standsicherheit ist ebenfalls gewährleistet. Gleichzeitig lässt sie einen uneingeschränkten Blick auf die außergewöhnliche Fachwerkkonstruktion zu und schützt diese nachhaltig. Das neue, filigran-schlanke Seilgeländer mit beleuchtetem Handlauf nimmt sich innerhalb der Gesamtkonstruktion deutlich zurück. Somit konnte auf Laternen verzichtet werden und der Fokus des Betrachters bleibt auf das Tragwerk gerichtet.

### Ingenieurleistung und Innovationskraft

Im Zuge der Bauwerksprüfung wurde in Zusammenarbeit mit der HTWG Konstanz die Beurteilung der Bauteile mit Hilfe von Impulstomographiemessungen durchgeführt. Mit diesem im Regelfall bei der Beurteilung der Standsicherheit von lebenden Bäumen angewandten Verfahren können geschädigte Bereiche identifiziert werden. Dies war insbesondere hilfreich, damit etwaige Abweichungen bei den Bohrwiderstandsmessungen lokalisiert werden konnten. Zur Risikominimierung bei der Ausschreibung und der späteren Umsetzung wurde mittels einer Binomialverteilung die Wahrscheinlichkeit einer Abweichung vom angenommenen Schadensumfang bestimmt, um einerseits das Risiko von unentdeckten Schäden zu minimieren und andererseits eine Qualitätskontrolle der Ergebnisse der Bauwerksprüfung zu erhalten. Rückblickend zeigte sich, dass diese Maßnahme hervorragend funktioniert hat. Nur zwei Bauteile von statisch untergeordneter Bedeutung, die nicht in der ursprünglichen Planung erfasst worden waren, mussten ausgetauscht werden. Zum Transport auf die Feldwerkstatt musste die Brücke ausgehoben werden. Dort wurde sie von September 2017 bis Juli 2018 instand

gesetzt. Zum Einhub des 140 t schweren Mittelfeldes befanden sich vier große Autokrane (750 t, 700 t, 2x 500 t) auf der benachbarten denkmalgeschützten Stampfbetonbrücke von 1906. Der Nachweis dieser Brücke für die Kranlasten gehörte ebenfalls zum Umfang der Gesamtmaßnahme.

### Funktionalität und Praxistauglichkeit

Seit ihrer Eröffnung am 24. Mai 2019, die mit einem großen Bürgerfest begangen wurde, ist die Brücke wieder ein fester Bestandteil der städtischen Infrastruktur. Sie ermöglicht Fußgängern und Radfahrern eine unkomplizierte Überquerung der Iller und wird damit ihrer stadtteilverbindenden Aufgabe gerecht. Vor allem die neu gewonnene Sicherheit durch die räumliche Trennung von Auto- und Rad-/Fußgängerverkehr wird mit viel Zustimmung und Dankbarkeit aufgenommen.

### Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit

Die weitere Nutzung bestehender Bauwerke ist per se nachhaltig, da der Verbrauch an neuem Baumaterial sowie die Entsorgung vom Bestand minimiert wird. Zudem wurde durch die erneute Bewertung jedes ausgebauten Bauteils sichergestellt, dass nur diejenigen Bauteile ausgetauscht wurden, deren Schädigung eine weitere Nutzung verhinderte. Einzelne Bauteile konnten angepasst und an anderer Stelle wiederverwendet werden. So wurden beispielsweise bei den drei unterschiedlich langen Bugpaaren nur die längsten durch neue Hölzer ersetzt, während für die kurzen und mittleren Büge vorhandene längere Bauteile wiederverwendet wurden. Es ergab sich eine Synergie aus Nachhaltigkeit und Denkmalschutz, denn für reine Holzbrücken ergibt sich von Natur aus ein geringer CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.

### Nutzung neuer Technologien

Die Digitalisierung aller durch visuelle, bildgebende und messtechnische Verfahren festgestellten Schäden (ca. 1.400 Stück) in einer Datenbank und ein spezielles, für dieses Projekt entwickeltes Web-Interface erlauben allen Beteiligten die Einsichtnahme, die Bewertung und die Auswahl weiterer Schritte. Aus den weiterverarbeiteten Daten wurden die Massen und die Pläne für die Ausschreibung generiert. Ein weiterer Vorteil dieser Digitalisierung war, dass auch Jahre nach der Begutachtung auf der Baustelle via mobilem Endgerät der gesamte Entscheidungsprozess nachvollzogen und die durchgeführten Maßnahmen festgehalten werden konnten.

Um das 140 t schwere, auf der Feldwerkstatt instand gesetzte Mittelfeld wieder einheben zu können, musste in enger Abstimmung mit dem Kranunternehmen und unter Berücksichtigung der aufnehmbaren Lasten der denkmalgeschützten Stampfbetonbrücke ein ausgeklügeltes Krankonzept erstellt werden. Es zeigte sich, dass nur ein paralleler Hub mit vier Kränen gleichzeitig in Frage kam. Dies forderte nicht nur bei der Planung, sondern auch bei der Umsetzung vor Ort alle Beteiligten in höchstem Maße.

### Wirtschaftlichkeit und Kosten-Nutzen-Verhältnis

Während des gesamten Planungs- und Ausführungsprozesses wurde permanent ein Augenmerk auf die Wirtschaftlichkeit des Projektes gelegt, da zu hohe Kosten zu jedem Zeitpunkt eine Instandsetzung verhindert hätten. Daher wurde eine umfassende Ist-Zustandsfeststellung durchgeführt, um Unvorhergesehenes auszuschließen. Bei der Entwicklung des Endzustandes wurde zuerst die Tragfähigkeit des bestehenden Systems ermittelt und mit dieser die möglichen Ausbaulasten untersucht. Ziel war es, unnötige und teure Verstärkungen zu vermeiden. Weiterhin wurde der gesamte Instandsetzungsprozess im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit beurteilt und über Variantenuntersuchungen die kostengünstigste Lösung erzielt. Die mit Hilfe von Windkanalversuchen neu entwickelte windabtreibende Lamellenschalung vermied aufwendige und teure Verankerungen in den Unterbauten zur Kippsicherheit.



### Bauherr

Stadt Kempten – Amt für Tiefbau und Verkehr  
Markus Wiedemann, Baudirektor  
Kronenstraße 8 · 87435 Kempten

### Einreicher

Konstruktionsgruppe Bauen AG  
Ingenieurbüro für Bauwesen  
Bahnhofplatz 1 · 87435 Kempten

### Verantwortliche Ingenieure der

Konstruktionsgruppe Bauen AG  
Dipl.-Ing. Rainer Böhme · Gesamtprojektleitung, Objektplanung, Bauoberleitung  
Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Schänzlin · Objektplanung, Tragwerksplanung



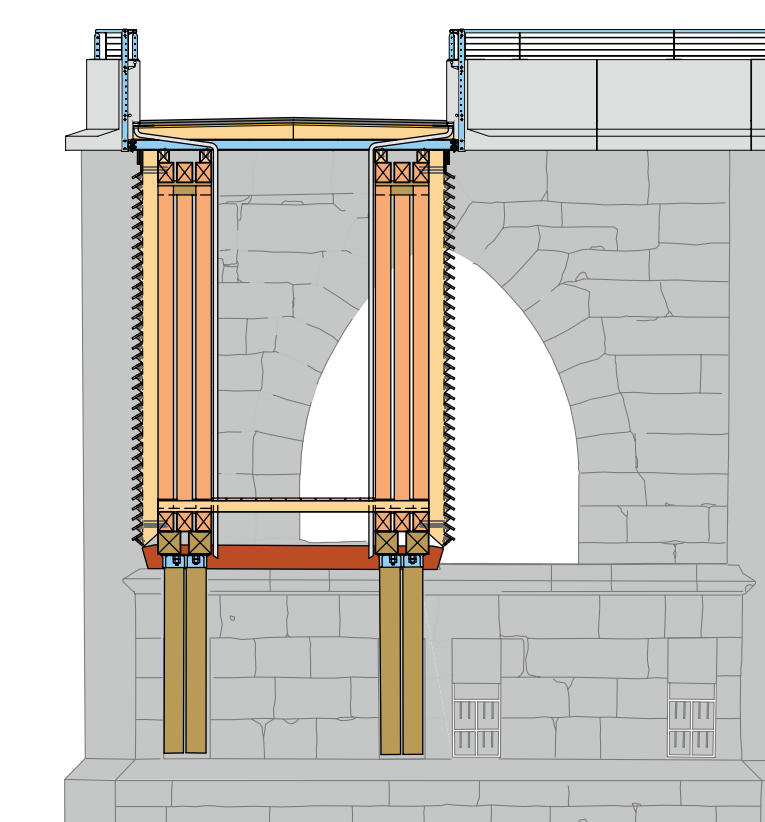
Einhub des sanierten Mittelfeldes im Juli 2018 mit vier Autokränen. Brückenensemble von vorne: König-Ludwig-Brücke, Illerbrücke II, Illerbrücke III (Foto: Silberstein, Hermann Rupp)



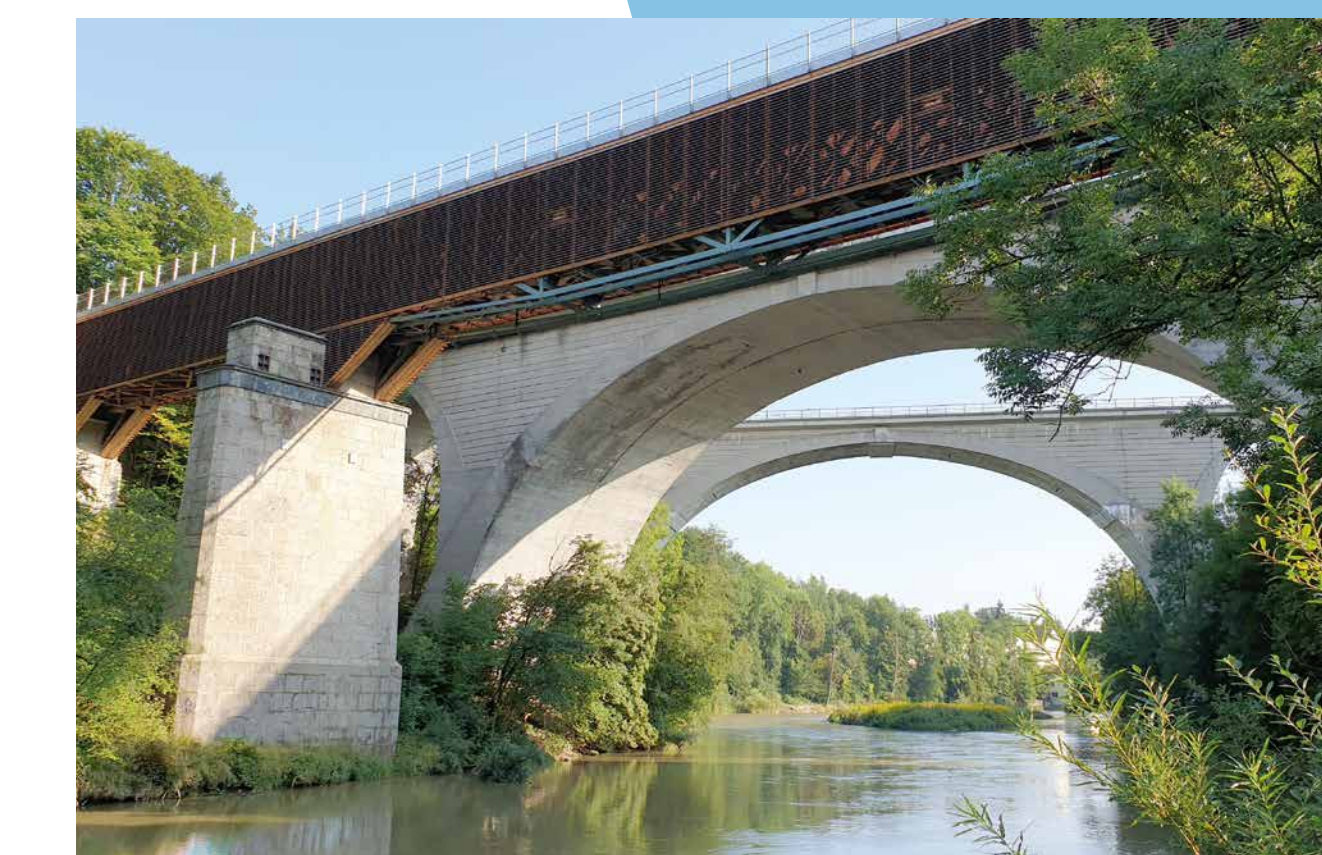
Beleuchtete Brücke anlässlich der Eröffnungsfeierlichkeiten (Foto: Allgäuer Zeitung, Ralf Lienert)



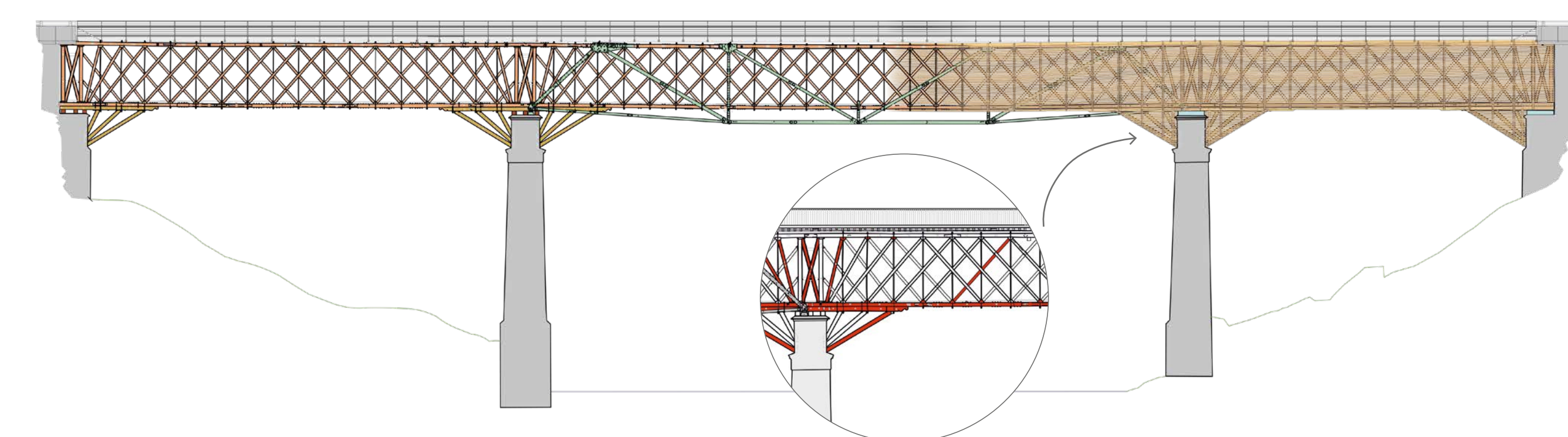
Arbeiten auf der Feldwerkstatt in unmittelbarer Nähe zum Brückenstandort (Foto: Silberstein, Hermann Rupp)



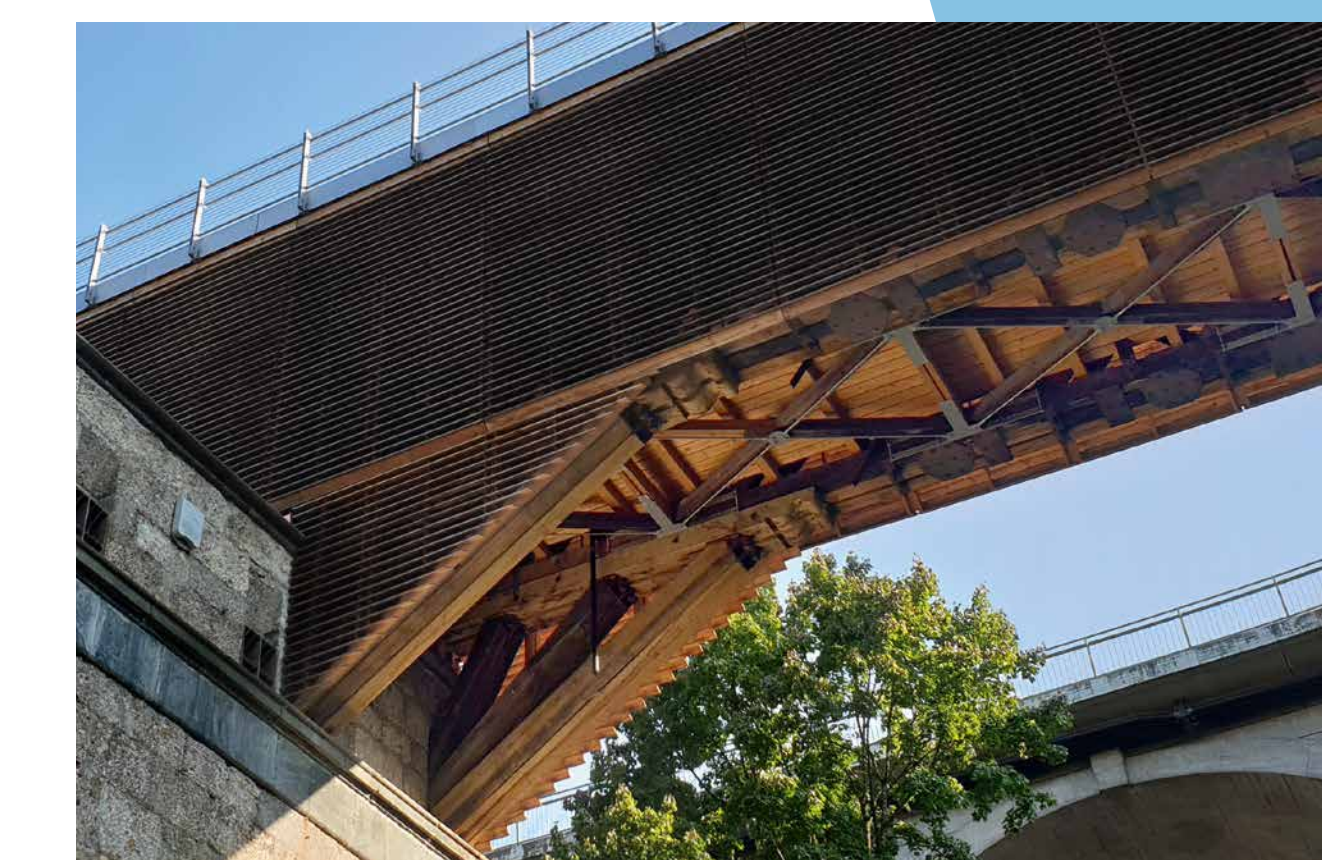
Regelquerschnitt mit Widerlager (Grafik: Konstruktionsgruppe Bauen AG)



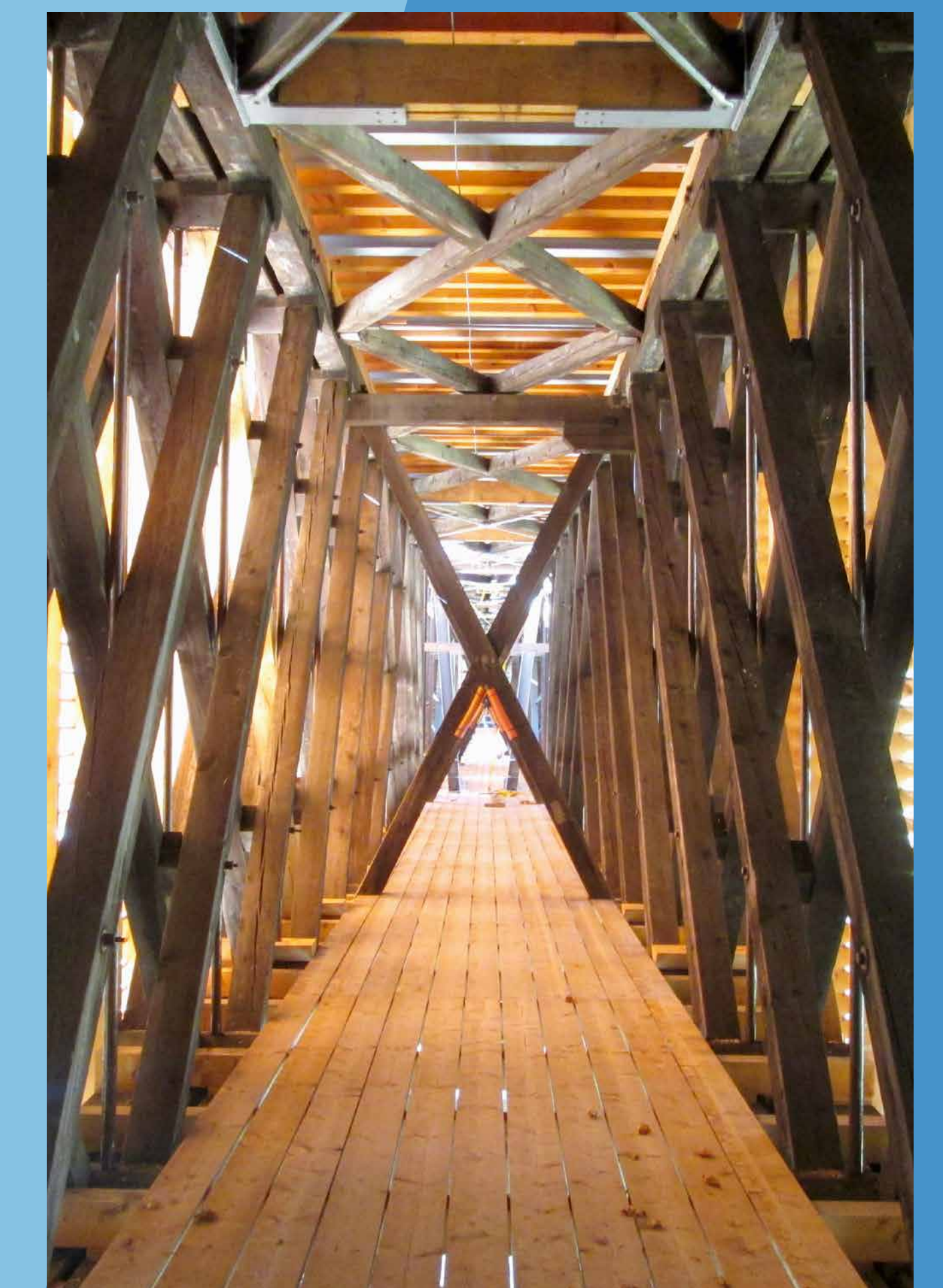
Ansicht der fertigen Brücke zusammen mit den denkmalgeschützten Stampfbetonbrücken im Hintergrund (Foto: Konstruktionsgruppe Bauen AG)



Ansicht ohne Fassade (links); Ansicht mit Fassade (rechts); Darstellung neuer Bauteile (Kreis) (Grafik: Konstruktionsgruppe Bauen AG)



Untersicht der Brücke (Foto: Konstruktionsgruppe Bauen AG)



Innenansicht Brücke (Foto: Konstruktionsgruppe Bauen AG)