

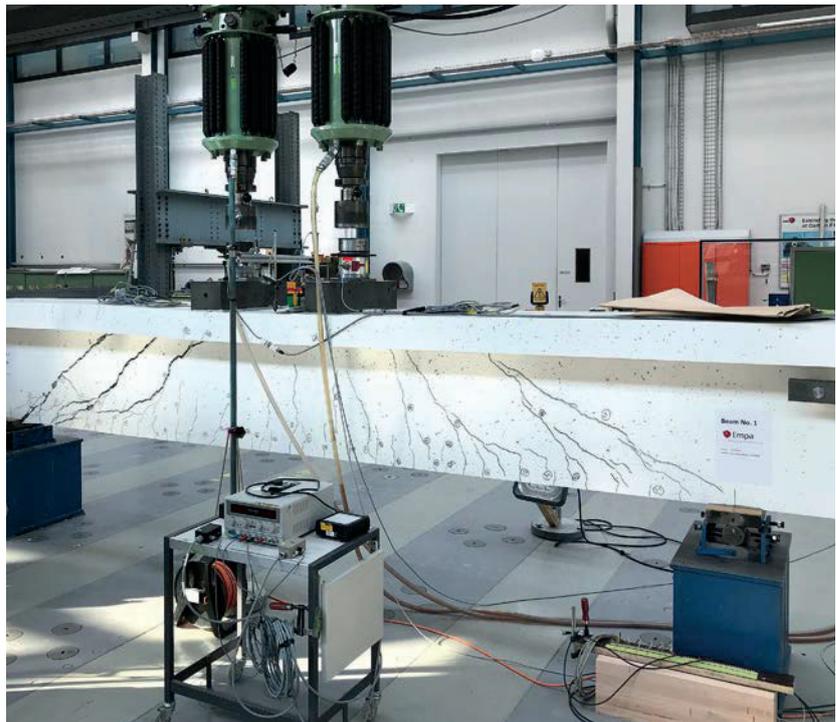
memory-steel im Kurtheater Baden

Vorgespannte Schubverstärkungen aus memory-steel-Rippenstählen kamen bei der Instandsetzung des Kurtheaters an mehreren Unterzügen zum Einsatz. Die Entwickler des neuen Materials berichten.

Text: Dr. Julien Michels, Daniel Schmidig

Re-bar heissen die gerippten Stäbe, die nun einige Unterzüge im denkmalgeschützten Kurtheater Baden auf Schub verstärken. Ihre Besonderheit? Sie bestehen aus dem Material memory-steel, das im Werk vorgedehnt und nach Einbau und Verbund mit einem Heizgerät erwärmt wird. Der Temperaturwechsel löst einen Memory-Effekt aus – das Material zieht sich zusammen und bringt dadurch eine Vorspannung in das zu verstärkende Bauteil ein.

Um einen guten Verbund des neuen, umhüllenden Mörtels mit dem Bestand zu gewährleisten, wurden in Baden zuerst die Seitenflächen und die Unterseite der Stahlbetonträger hydrodynamisch aufgeraut. Zwecks Verankerung der Schubbügel in der oberen Druckzone durchbohrte man die Deckenplatte. Die Fixierung der eingebrachten re-bar-Schubbügel erfolgte mit speziellen Kunststoffdübeln. Sie beugen einer Kontaktkorrosion mit der vorhandenen Bewehrung vor und stellen den Stromfluss sicher, der für das Aktivieren des re-bar-memory-Stahls nötig ist. Nach Schalung des bestehenden Trägers konnten die neuen Schubbügel und die Bohrlöcher mit



Balkenversuch an der Empa.

einem Fließmörtel über die gesamte Anwendungslänge zementös verfüllt werden. Erst nach Aushärtung des Mörtels wurde der re-bar-Stahl mittels Stromzufuhr aufgeheizt, sodass es im Bauteil zu einer Vorspannung kam. Die gebogenen und eingebette-

ten Stabenden bilden somit einen vorgespannten, zweischnittigen Schubbügel im Verbund mit einer Tragfähigkeit von etwa 50 kN.

Getestete Traglast

Im Vorfeld der ersten Baustellenanwendung wurden an der Empa im Rahmen eines inno Suisse-Projekts mehrere Traglastversuche durchgeführt. Die Versuchskörper wurden so dimensioniert, dass ein Schubversagen eintrat.

Einen Referenzbalken (Balken 0) ohne zusätzliche Verstärkung mit lediglich innen liegenden, schlaffen Schubbügeln (8 mm) belastete man bis zum Bruch. Den stark beschädigten Träger – er wies gerissene Bügel und klaffende Risse von mehr als 1 cm auf – verstärkte



Instandsetzung des Kurtheaters Baden. Links: Anbringen der re-bar-Schubbügel. Rechts: Aktivieren der Schubbügel mittels Aufheizen (planendes Ingenieurbüro: WaltGalmarini, Zürich; ausführende Unternehmung: SikaBau, Aarau).

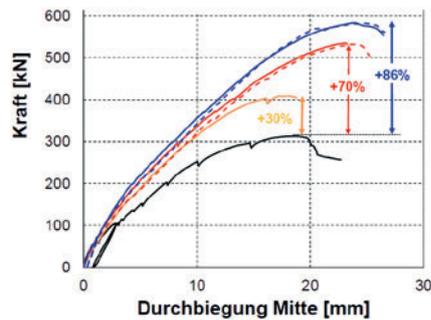
man anschliessend mit memory-steel-Schubbügeln (Balken 1).

Vier weitere unbeschädigte, mit re-bar-Bügeln verstärkte Träger (Balken 2–5) erfuhren ebenfalls eine Belastung bis zum Bruch. Die eingebauten Schubverstärkungen waren hier teils vorgespannt, teils schlaff, also nicht aktiviert, eingebaut. Die Nachverstärkung des teilzerstörten Referenzbalkens (Balken 1) zeigt eine 30% höhere Traglast.

Die Verstärkungsmassnahmen haben deutliche Zugewinne bei der Traglast zur Folge. Ebenfalls erlaubt es die Vorspannung, die Rissöffnungen bei gleicher Last kleiner zu halten und dadurch die innen liegende schlaffe Schubarmierung zu entlasten. Die Schubrisslast von vorgespannten re-bar-Schubbügeln ist 50% höher im Vergleich zu nicht vorgespannten Schubbügeln. •

Dr. Julien Michels, CEO re-fer,
jmichels@re-fer.eu

Daniel Schmidig, Projektingenieur re-fer,
dschmidig@re-fer.eu



Balkenversuch an der Empa.

- **Balken 0:** Referenz
- **Balken 1:** Referenzträger repariert (3 vorgespannte re-bars pro Seite)
- **Balken 2:** 3 re-bars vorgespannt (pro Seite)
- - **Balken 3:** 3 re-bars schlaff (pro Seite)
- **Balken 4:** 5 re-bars vorgespannt (pro Seite)
- - **Balken 5:** 5 re-bars schlaff (pro Seite)

Intelligenter Baustahl

Die eisenbasierte Formgedächtnislegierung memory-steel wird seit zwei Jahren als Rippenstahl «re-bar» (Ø 12 mm) zur Tragwerksverstärkung eingesetzt, eingelegt in Spritz-, Reprofilier- oder Vergussmörtel. Eine weitere Lieferform des Gedächtnisstahls sind die Stahlbänder «re-plate» (Abmessungen 120/1.5 mm), die auf der Betonoberfläche mechanisch verankert werden. Der memory-steel wird vor der Auslieferung vorgedehnt und zieht sich auf der Baustelle unter Wärmezufuhr wieder zusammen. Das Material erfährt beim Erhitzen durch Kristallgitterumwandlung einen Memory-Effekt. Wird diese Rückverformung durch Verankerung im Bauwerk verhindert, entsteht eine Vorspannung im Bauteil. Die Rissbildung des Bauteils wird reduziert, die Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks erhöht. • *Dr. Julien Michels*



Fachtagungen «Externe Vorspannung mit memory-steel zur Bauwerksverstärkung»

Im Frühling 2020 werden drei Fachtagungen im Tessin (IT, DE) und in der Westschweiz (FR) zum Thema memory-steel durchgeführt. Neben einer Einführung zur neuartigen Technologie, werden Praxisanwendungen und Bemessungsgrundlagen aufgezeigt. Ebenfalls werden verschiedene Mörtelsysteme präsentiert, welche in Kombination mit memory-steel, beispielsweise zum Brandschutz, eingesetzt werden.

Veranstaltungsorte:

- Hotel La Perla, 6592 S. Antonino (12.3.2020)
- NH Hotel Fribourg, 1700 Fribourg (26.3.2020)
- Mövenpick Hotel, 1007 Lausanne (6.4.2020)

Die Tagungen finden an allen Veranstaltungsorten jeweils von 13:45 bis ca. 17:00 Uhr statt.