

Filigranität und Leichtigkeit bewahrt

Bauherrschaft

Gemeinde Unterägeri

Ingenieure

Staubli Kurath und Partner, Zürich / Zug

Kunstschlosser

Moritz Häberling, Uerzlikon

Baujahr

Historische Brücke: 1908 (durch Gebrüder Gysi, Baar)
Restaurierung, Instandsetzung: 2013

Die Fussgängerbrücke in Unterägeri direkt am Auslauf der Lorze aus dem Ägerisee ist von 1908 und wurde im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten am Seeufer restauriert. Die neuen Stahlelemente ersetzen die alten so, dass sie kaum als neue Teile zu erkennen sind. Das denkmalgeschützte Brüggl bewahrt sein ursprüngliches Erscheinungsbild und seine originale Tragwirkung – nur mit einem neuem Anstich.

Das Ufer des Ägerisees in Unterägeri zwischen Schiffsteg und dem Abfluss der Lorze war instandsetzungsbedürftig. Der Wellenschlag hatte der 100-jährigen Ufermauer zugesetzt; sie war unterspült und zerfiel stellenweise. Im Rahmen der Instandsetzungsarbeiten sollte auch das Bogenbrüggl direkt am Auslauf der Lorze restauriert werden. Es ist eine Fussgängerbrücke aus dem Jahr 1908, die aus einer eleganten, filigranen genieteten Eisengitterkonstruktion besteht. Die beiden Stahlfachwerke bilden zugleich die Geländer, und unterhalb der Brücke sind bei jedem Pfosten Quertträger – ebenfalls als Fachwerke ausgebildet – angeordnet. In Querrichtung wird die Brücke durch einen untenliegenden Verband stabilisiert. Die verschiedenen Teile der Stahlkonstruktion wurden ursprünglich mit Nieten verbunden. Später angebrachte Elemente sind verschraubt.

Bogenbrüggl von hohem Wert

Das Bogenbrüggl wurde Ende 2011 unter Schutz gestellt und ins Inventar der schützenswerten Denkmäler aufgenommen, denn es ist – so im Bericht der Denkmalpflege – von hohem kulturellen, heimatkundlichen und bautechnischen Wert.

Die Fussgängerbrücke Birkenwäldli am Strandweg – wie das Brüggl offiziell heisst, nach deren Namen sie aber kaum jemand benennt – steht als Baudenkmal für den industriellen Aufschwung im zweiten Drittel des 19. Jahrhunderts, als die heimindustrielle Seidenweberei und ab 1834 die Spinnerei zusätzliche

Verdienstmöglichkeiten und eine entsprechenden Bevölkerungszunahme brachten. Mit dieser Industrialisierung und dem Neuentdecken der Landschaft und dem aufkommenden Tourismus gewann die Uferzone am Ägerisee an Bedeutung. Die Bogenbrücke ist somit eng mit dem industriellen Aufschwung vor Ort verknüpft. Ausserdem prägt sie das Ortsbild und in vielen Details erkennt man noch die Handarbeit der früheren Erbauer, wie beispielsweise die Hammerschläge auf die Stege der Gurtungen, womit man ihnen die Bogenform gab. Das Brüggl ist schliesslich als Stahlkonstruktion mit Nietverbindungen für den Kanton Zug ein wertvolles und seltenes Industriedenkmal, das der Umgebung und der Gesellschaft möglichst als typische Stahlkonstruktion ihrer Zeit erhalten bleiben soll.

Geschützt aber verrostet

Die Begehung durch eine Expertenrunde vom Januar 2012 ergab allerdings, dass sich die Fussgängerbrücke in einem schlechten Zustand befand. Die Verantwortlichen der Denkmalpflege und die beteiligten Bauingenieure stellten sich daher die Frage, wie die Konstruktion instandgesetzt werden konnte, ohne dass dabei die Substanz der wertvollen Stahlkonstruktion verloren ginge.

Es standen zwei Varianten im Vordergrund. Die erste Variante hatte die Konservierung des Ist-Zustands zum Ziel. Durch das Umschweissen sollte die Korrosion gestoppt werden, indem der Sauerstoff entzogen würde.



In der zweiten Variante sollten die korrodierten Verbindungen gelöst sowie instandgesetzt und anschliessend wieder mit neuen Nieten zusammengefügt werden. Man beschloss, beide Varianten auszuschreiben und entsprechend den eingereichten Offerten mit den preislichen und technischen Argumenten den Entscheid zu fällen.

Machbarkeit der Instandsetzungsvarianten

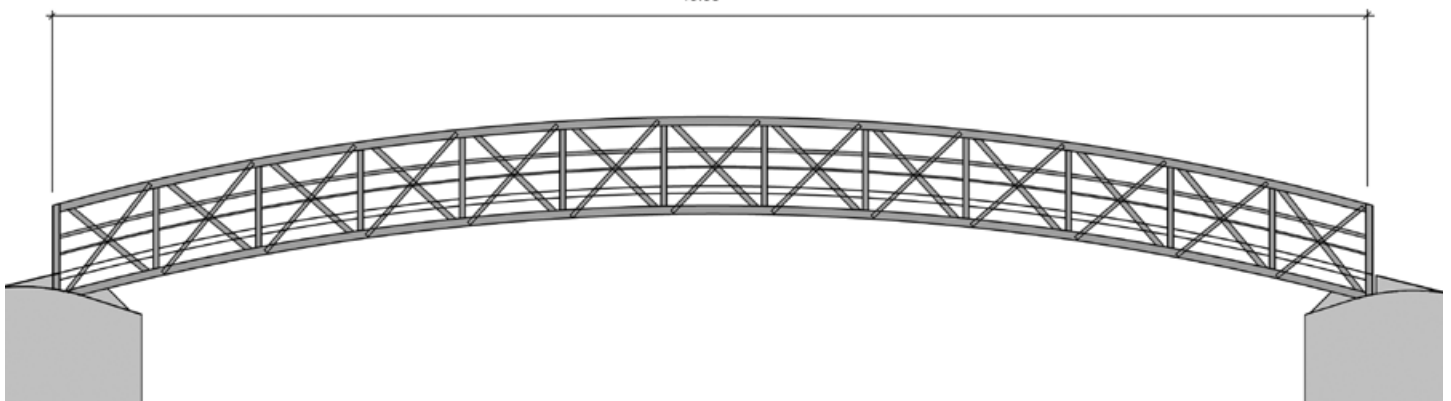
Staubli Kurath und Partner klärte die bestehende Tragkonstruktion und die möglichen Restaurationsarbeiten vertieft ab. Sie konsultierten die SIA-Norm 269/3 «Erhaltung von Tragwerken – Stahlbau», in der Instandsetzungsmassnahmen an Stahlbauten geregelt sind. Folgende Punkte sind dieser Norm entnommen:

- 7.1.2.2 «Werden neue Verbindungen an altem Bau-
stahl ausgeführt, sind Schraubverbindungen den
Schweissverbindungen vorzuziehen.»
- 7.2.2.1 «Mangelhafte Nieten werden in der Regel
durch hochfeste vorgespannte Schrauben ersetzt.
Wenn sich weitere Nieten durch das Vorspannen der
Schrauben lösen, werden auch diese ersetzt.»
- 7.2.2.2 «Hybridverbindungen zwischen Nieten und
Schweissnähten sind in der Regel aufgrund ihres
unterschiedlichen Tragverhaltens zu vermeiden.»

Ausserdem besprachen die Bauingenieure die Massnahmen beider Varianten bezüglich Machbarkeit mit dem Schweizerischen Verein für Schweissttechnik (SVS), der von der Eidgenössischen Materialprüfan-

1 Das instandgesetzte Brüggl
steht wieder an seinem ur-
sprünglichen Ort auf neuen
Widerlagern. Man erkennt kon-
struktiv keinen Unterschied,
nur wo nötig wurden die beste-
henden Nieten durch neue
ersetzt. Der Stahl ist aber neu
angestrichen.

19.03





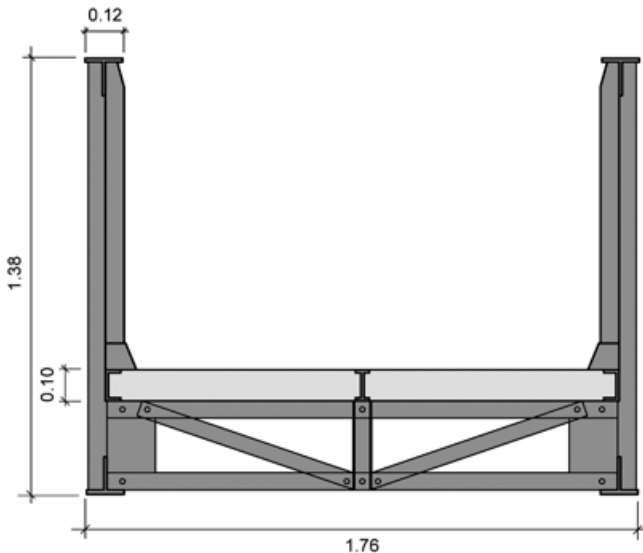
2 Die geschützte Fussgängerbrücke Birkenwäldli am Strandweg in Unterägeri vor der Restauration.



3 Brücke nach dem Entfernen des Betonbelags: Die Stahlkonstruktion ist vor allem im Untergurtbereich stark an- oder durchgerostet.

stalt EMPA als Ansprechpartner für Fragen zur Schweisstechnik empfohlen wird. Es stellte sich heraus, dass die Brücke wahrscheinlich aus Flussstahl gebaut sei, entsprechend der typischerweise eingesetzten Werkstoffs seines Jahrgangs. Flussstahl ist aber eine Bezeichnung für eine ganze Gruppe von alten Stählen.¹ Die genaue Zusammensetzung ist nicht bekannt und kann stark variieren. Auch die Qualität des Stahls ist unbekannt. Der Phosphorgehalt kann hoch sein, was das Schweißen des Stahls erschwert. Ohne die genaue Stahlzusammensetzung vorgängig zu prüfen, kann man auf keinen Fall Schweissarbeiten am Bauwerk vornehmen lassen.

Bei der Ausführung der Schweissung hätten die beiden zu verbindenden Bauteile zudem blank sein müssen, was bei der Fussgängerbrücke mit ihren bestehenden Knoten nicht zu bewerkstelligen gewesen wäre. Die Qualität der Schweissnaht hätte infolge der vorhandenen Korrosionsprodukte abgenommen. Bei Feuchtigkeit in der Fuge zwischen dem Nietkopf und dem Träger hätte schliesslich auch das Risiko bestanden, dass der entweichende Dampf die Schweissnaht weiter geschädigt hätte (Poren und Einschlüsse). Die Schweissverbindungen wären dadurch nicht vollständig dicht geworden. Hingegen sah es der SVS als problemlos machbar an, die bestehenden Nieten durch neues Nietmaterial zu ersetzen.





4–5 Einzelne durchrostete Stahlprofile (links) der Ausfachung der Fachwerke wurden durch neue Profile (rechts) ersetzt.

Nicht oder nur bedingt schweisssbar

Das Institut für Werkstofftechnologie (IWT) untersuchte darauf hin die Brücke vor Ort, um den verwendeten Stahl und seine Schweisseignung exakt zu bestimmen. Mit der mobilen Untersuchung liessen sich an der Brückenkonstruktion Stahlbauteile nachweisen, die aufgrund der chemischen Zusammensetzung und der gemessenen Wirbelstromsignale als versprödete Thomasstähle zu identifizieren waren. Bei den Verbindungsplatten wies man die Verwendung von Puddelstahl nach, und bei allen untersuchten Bauteilen fanden sich Anstriche mit Bleimennigen.

Thomasstähle haben einen teilweise stark erhöhten Phosphor- und Schwefelgehalt. Dies galt es hinsichtlich der Schweissbarkeit der Profile zu berücksichtigen. Zudem wies man am Obergurt eine ausgeprägte Schwefelseigerung (Einschlüsse von Schwefel) nach, die die Werkstoffeigenschaften lokal verändern und bei den statischen Nachweisen entsprechend beachtet werden mussten. Denn sowohl die Schwefelsteigerungen wie auch die erhöhten Schwefel- und Phosphorgehalte bewirken eine erhöhte Gefahr der Terrassenbruchbildung und der Erstarrungsrisse beim Schweißen. Aufgrund ihrer besonderen Gefügeausbildung und der chemischen Zusammensetzung gelten Thomasstähle daher als nur bedingt schweisssbar. Trotzdem konnten an der bestehenden Tragkonstruktion Schweissarbeiten vorgenommen werden. Die Voraussetzungen dafür sind erfahrendes Schweisspersonal

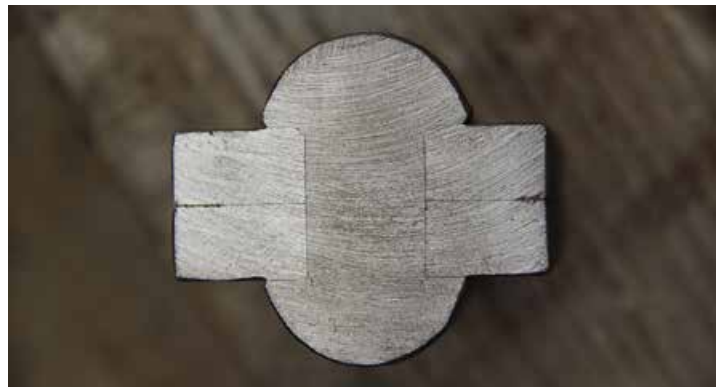
und möglichst gute Schweissbedingungen, also beispielsweise keine Zwangslagen zum Beispiel über Kopf.

Bei einzelnen Verbindungsplatten wurden Puddelstähle nachgewiesen. Sie gelten aufgrund ihrer ausgeprägten Inhomogenität als nicht schmelzschweisssbar.

Wieder nieten statt schweissen

Die Abklärungen ergaben also, dass von einer Instandsetzung des Bogenbrüggli durch Verschweissen der Verbindungsstellen abgeraten werden musste. In diesem Fall musste beim Verschweissen davon ausgegangen werden, dass die Naht nicht dicht geworden wäre und die Korrosion dadurch nicht hätte gestoppt werden können. Im Gegenteil, die Schweissarbeiten hätten die Brücke beschädigen können.

Ausserdem handelte es sich bei den Knotenschweissungen um einen irreversiblen Eingriff, der das Tragverhalten der Brücke grundlegend verändert hätte. Zwar hätten so die bestehenden und originalen Nieten bewahrt werden können, was aus denkmalpflegerischen Gründen wertvoll gewesen wäre. Doch mit dem Verlust der ursprünglichen Tragwirkung wäre auch die Funktion der Nieten obsolet geworden; sie wären nur pro forma erhalten geblieben. Nicht zuletzt wäre auch jede künftige Instandsetzung erschwert worden.



6 Aufwendige Arbeitsschritte von Hand, mit Presslufthammer und mit Schweissbrenner ermöglichen es, die alten Nieten durch neue zu ersetzen.



7 Genietet Stahlverbindung am Bogenbrüggli vor der Restauration. Der Schutzzumfang betrifft den Standort der Baute, seine äussere, historische Erscheinung und die ursprüngliche Konstruktion.

Aufwändige Restaurationsarbeiten

Die Instandsetzungsarbeiten aller Stahlbauteile führte ein auf Restaurierungen spezialisierter Kunstschlosser aus. Um die Nietkonstruktion zu erhalten, führte er zahlreiche und aufwendige Arbeitsschritte durch – zumeist von Hand oder mit eigens dafür gefertigten Apparaturen wie Hydraulikpressen. Die Schlosser zerlegten die gesamte, noch in einem Stück angelieferte Brückenkonstruktion in der Werkstatt, mit Ausnahme des Obergurts; aber auch dort die Stösse. Alle Teile wurden sandgestrahlt und schliesslich mit neuen Nieten wieder verbunden. Indem die Nieten praktisch alle ersetzt wurden, stellte man sicher, dass die Korrosion in den Verbindungen optimal beseitigt wurde und dass die Tragkonstruktion der Brücke weiterhin wie bis anhin funktionierte.

Durch die erfolgten Massnahmen behielt man das originale Aussehen der Brücke und ihre originale Tragwirkung. Ihre Lebensdauer hingegen hat sich wesentlich verändert. Durch die Entfernung der Korrosion in den Verbindungen, den Ersatz der einzelnen durchgerosteten Stahlprofilen, die Neuvernietung, den Grundanstrich und die Verzinkung ist die Brücke fit für einen weiteren Lebensabschnitt von 100 Jahren.

Neue Umgebung für die Brücke

Die Fussgängerbrücke ist seit Ende November wieder an ihrer ursprünglichen Stelle auf neuen Widerlagern und mit ihrem neuen Belag eingebaut. Während die ursprüngliche Brückenplatte noch in Ortbeton zwischen zwei U-Profilen, die in die beiden Stahlfachwerke

eingebunden sind, gegossen war, besteht der neue Belag aus schlanken, kohlefaserbewehrten Betonbohlen. Sein Gewicht ist kleiner als das des ursprünglichen Belags, womit die Auflast des Brüggli reduziert wird. Die gleichen Betonbohlen werden auch für den neuen Laufsteg verwendet, der über das neue Flachufer mit Schilfbepflanzung führen wird. Damit schaffen die Planenden einen Bezug von der historischen Bogenbrücke zur neuen Ufergestaltung. Abgeschlossen wird die erneuerte Promenade mit einem Seezugang in Form von Sitzstufen. Die Abschlussarbeiten der Ufergestaltung und damit die Veränderungen des Naherholungsgebiets rund um die restaurierte Brücke wird im Frühling 2014 abgeschlossen sein. (cvr)

Anmerkungen

1 vgl. Werkstoff Stahl S. 26

Bildnachweis

- 1 Clementine van Rooden
- 2–3 Staubli Kurath und Partner
- 4–6 Clementine van Rooden
- 7 Staubli Kurath und Partner (Foto und Pläne)

Ort Unterägeri (ZG)

Bauherrschaft Gemeinde Unterägeri

Ingenieure Staubli Kurath und Partner, Zürich (Instandsetzung)

Stahlbau Gebrüder Gysi, Baar (historische Bücke)

Kunstschlosser Moritz Häberling, Uerzlikon (Restauration Brücke)

Landschaftsarchitekt OePlan, Balgach

Konstruktionstypologie Bogenbrücke

Spannweite 19 m

Stahlsorten Thomasstähle

Baujahr 1908; Instandsetzungs- und Restaurationsjahr 2013