



Ingenieurbüro Schiessl · Gehlen · Sodeikat GmbH · Landsberger Str. 370 · 80687 München

Stadt Ulm
Hauptabteilung Verkehrsplanung und Straßenbau,
Grünflächen und Vermessung
Herrn Dipl.-Ing. Fraidel
Münchner Straße 2
89073 Ulm

Ob 18-145
Philipp Obermeier
+49 (0)89 54 63 729-13
obermeier@ib-schiessl.de
25.09.2018

Kurzstellungnahme 1.5.1

Projekt 18-145 Gänstorbrücke Ulm - Untersuchungen zur Bausubstanz
Zusammenfassung Untersuchungsergebnisse und Beurteilung Bauwerkszustand

Sehr geehrter Herr Fraidel,

hiermit erhalten Sie vorab eine Kurzzusammenfassung der Untersuchungsergebnisse zum Zustand der Gänstorbrücke in Ulm. Die gutachterliche Stellungnahme zu allen durchgeführten Untersuchungen wird Ihnen nach Abschluss der Untersuchungen übermittelt.

NOTWENDIGKEIT DER UNTERSUCHUNGEN

Aufgrund anstehender Brückenbaumaßnahmen an einer Donaubrücke im Stadtgebiet Ulm/Neu-Ulm findet derzeit eine Untersuchung und Bewertung der Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit sowie erforderlicher Instandsetzungsmaßnahmen für die ebenfalls über die Donau führende Gänstorbrücke statt. Die Brücke weist unterseitig an verschiedenen Bauwerksteilen augenscheinlich sichtbare, fortgeschrittene Korrosionsschäden auf. Nach Hinweisen aus dem Schriftverkehr zu einer Instandsetzung etwa 1980 muss auch von der Brückenseite aus mit einer Schädigung gerechnet werden.

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Abdichtung Fahrbahntafel

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse muss davon ausgegangen werden, dass die Abdichtung der Fahrbahntafel an Einbauten sowie in Bereichen mit größerer Beanspruchung, wie z.B. an den ÜKOs, der



Mittelfuge, am Übergang zum Randstein der rechten Fahrbahn zumindest lokal Fehlstellen aufweist, über welche Chloride in die Konstruktion eindringen und Bewehrungskorrosion auslösen.

Längsvorspannung

Die Untersuchung der Längsspannglieder hat ergeben, dass eine Vielzahl der Spannglieder auf großen Längen unverpresst oder nur teilverpresst ist. Die systematischen Verpressprobleme sind in erster Linie auf die ungünstigen hydraulischen Verhältnisse beim Verpressen durch den geringen freien Querschnitt und die zur Bauzeit noch begrenzten technischen Erfahrungen im Spannbetonbau und der Einpressmörteltechnologie zurückzuführen. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse ist anzunehmen, dass auch Blutwässer mit korrosiven Bestandteilen (Sulfat und Sulfit) ursächlich für die Korrosion sind. Aufgrund des schlechten Verpresszustands muss mit fortschreitenden Korrosionsprozessen an den Spanndrähten gerechnet werden. Die größten Korrosionsschäden wurden im Bereich der Koppelstellen (15% QS-Verlust an sondierter Stelle abgeschätzt) und den Tiefpunkten des Spanngliedverlaufs festgestellt (30% QS-Verlust an sondierter Stelle abgeschätzt), vgl. **Bild 1** und **Bild 2**.



Bild 1: Stark korrodierter Spannstahl unter der Dichtung am Übergang zur Koppelstelle



Bild 2: Stark korrodierter Spannstahl im Tiefpunktbereich, Nähe Koppelstelle

Konstruktionsbedingt ist die chloridinduzierte Korrosion an den Spannstählen der Längsvorspannung mit einzelnen Ausnahmen, z.B. im Widerlagerbereich, weitestgehend auszuschließen. Auch im Bereich der Hochpunkte ist aufgrund der hohen Betondeckung von zumeist rd. 15 cm vorerst nicht mit einer Schädigung aus chloridinduzierter Korrosion zu rechnen.

Allerdings ist im Bereich der Spannköpfe der Längsvorspannung zumindest teilweise mit erheblichen Korrosionsschäden zu rechnen. An den Außenstegen beider Widerlager wurden, bedingt durch undichte ÜKOs, starke Korrosionserscheinungen mit erheblichen Querschnittsverlusten an den Konstruktionsteilen der Spannverankerung der Längsvorspannung festgestellt, vgl. **Bild 3** und **Bild 4**.



Bild 3: Stark korrodierte Ankerplatte der Längsvorspannung am Steg 4, WL Neu-Ulm

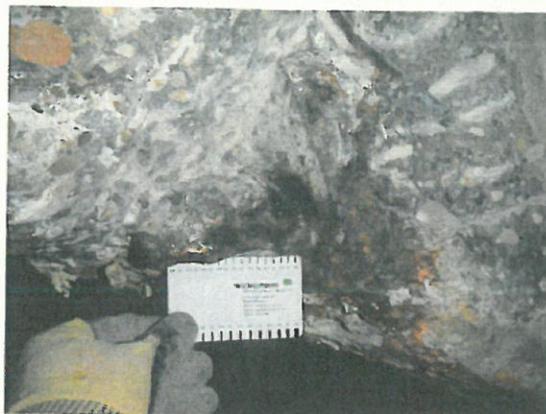


Bild 4: Stark korrodierte Ankerplatte der Längsvorspannung am Steg 1, WL Neu-Ulm

Die Ergebnisse der Chloridbeprobung bestätigen den augenscheinlichen Befund, wonach die Schädigung der Spannanker durch chloridhaltiges Wasser verursacht wurde, welches im Bereich der undichten ÜKOs an der Stegunterseite abläuft und über kapillare Transportvorgänge in die Betonierfuge zwischen Konstruktionsbeton und Vorsatzschale nach oben gezogen wurde, vgl. **Bild 5** und **Bild 6**.

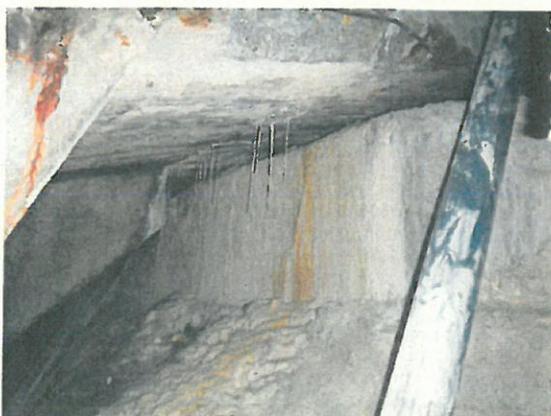


Bild 5: Undichte ÜKO am Steg 1, WL Ulm



Bild 6: Undichte ÜKO am Steg 1; WL Neu-Ulm

Es muss davon ausgegangen werden, dass zumindest die untere Lage der Spannanker der äußeren Stege beider Widerlagerbereiche stark korrodiert ist. An den Sondierstellen wurden bis jetzt noch keine Hinweise auf ein Schlupf der Spannglieder im Verankerungsbereich, d.h. ein Versagen der Verankerung festgestellt.

Insgesamt können die Korrosionsschäden an der Spannbewehrung nicht genau quantifiziert werden. Die mit uns abgestimmte Annahme der Tragwerksplanung von 15% Ausfall der Längsvorspannung ist nach unserer derzeitigen Einschätzung noch angemessen. Die festgestellten Schäden können nicht instand



gesetzt werden. Ein Schädigungsfortschritt ist zu erwarten. Bis zur Erneuerung der Brücke kommt deshalb dem Bauwerksmonitoring wesentliche Bedeutung zu.

Quervorspannung

Für die Querspannglieder gelten mit Ausnahme der Koppelstellen die gleichen Betrachtungen wie für die Längsspannglieder, d.h. aufgrund Verpressmängel muss in den freien Längen mit Querschnittsverlusten von rd. 1-3% gerechnet werden. Zudem muss lokal in Bereichen mit geschädigter Abdichtung auch mit Korrosion durch eingedrungene Chloride und damit lokal mit höheren Querschnittsverlusten gerechnet werden. Zu den Spannköpfen an der Kragplatte liegen keine Sondierungsergebnisse vor.

Insgesamt können die Korrosionsschäden an der Spannbewehrung nicht genau quantifiziert werden. Die mit uns abgestimmte Annahme der Tragwerksplanung von 10% Ausfall der Quervorspannung ist nach unserer derzeitigen Einschätzung angemessen, wobei lokale Effekte bei Ausfall eines Spannglieds der Quervorspannung ggf. gesondert zu betrachten sind.

Zugbänder

Die an den Spanngliedern der Zugbänder festgestellte Korrosion ist zum einen auf den mangelhaften Verpresszustand der Spannglieder mit einhergehender Kondenswasserbildung im Hüllrohr, u.U. auch dem Zutritt von Blutwässern aus der Betonage, zurückzuführen. Die Korrosion findet dabei von „Innen nach Außen“ statt. Zum anderen lagen die Spannglieder im Übergang zu den Stegen und an Betonierfehlstellen ohne Betondeckung frei. Die Korrosion erfolgte dabei von „Außen nach Innen“, d.h. das Hüllrohr war nicht durch den Beton vor Korrosion geschützt und ist aufgrund des feuchten Milieus im Widerlager (Donauwasser drückt bei höheren Wasserständen ins Widerlager) offensichtlich schnell durchkorrodiert. Aufgrund der Verpressfehler der Spannglieder konnte die Korrosion schnell auf die Spannstähle übergreifen, vgl. **Bild 7** und **Bild 8**. Verschärft wird die Situation durch eine erhebliche Chloridbelastung in Teilbereichen der Zugbänder durch chloridhaltiges Wasser, dass an den Überbauenden zu den Zugbändern herabgelaufen ist.



Bild 7: Stark korrodiertes Spannglied im Zugband 1, WL Neu-Ulm



Bild 8: Abgeschlagene Hohllage an der Rückseite des Zugbands 1, WL Neu-Ulm

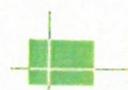
Besonders kritisch sind auch Bereiche zu bewerten, in denen ggf. nach der Betonage der Wasserspiegel von Blutwässern aus der Betonage anstand. Die Blutwässer konnten in die Spannglieder eindringen, da die gefalteten Hüllrohre nicht wasserdicht sind. In den Blutwässern reichern sich u.a. Sulfate an, die Bewehrungskorrosion auslösen und beschleunigen können. Aufgrund der tiefen Einbindung der Zugbänder in den Boden sind diese Bereich jedoch nicht prüfbar und wären auch bei direktem Zugang zum Zugglied nicht feststellbar.

Die Spannköpfe der Zugbänder weisen Betondeckungen von über 15 cm auf. Wesentliche Schäden etwa aus chloridinduzierter Korrosion sind damit hier nicht zu erwarten und wurden an den Sondierstellen auch nicht festgestellt. Allerdings liegen u.U. Korrosionsschäden an einzelnen Spannköpfen aus Schädigungsprozessen vor, welche vor der Instandsetzung 1980 entstanden sind.

Insgesamt können die Korrosionsschäden an der Spannbewehrung nicht genau quantifiziert werden. Die mit uns abgestimmte Annahme der Tragwerksplanung von 20% Ausfall der Vorspannung der Zugglieder ist nach unserer derzeitigen Einschätzung in Anbetracht der sehr hohen Anzahl von Spanngliedern und des wahrscheinlich sehr gutmütigen Spannstahls noch plausibel. Die festgestellten Schäden können nicht instand gesetzt werden. Ein Schädigungsfortschritt ist zu erwarten. Bis zur Erneuerung der Brücke kommt deshalb dem Bauwerksmonitoring wesentliche Bedeutung zu.

Erdanker

Durch den Austritt von Korrosionsschutzmasse im oberen Bereich der Erdanker, wie es an einigen Erdankern beider Widerlager festgestellt wurden, kann es bei eindringender Feuchtigkeit zur Korrosion der Spannstähle kommen. Entsprechende Untersuchungen wurden noch nicht durchgeführt.



MONITORING

Da eine Instandsetzung der Gänstorbrücke nicht mehr zielführend ist und von der Obersten Baubehörde Bayern ausgeschlossen wird, wurde in Abstimmung mit den Fachplanern und der Obersten Baubehörde festgelegt, dass die Gänstorbrücke bis zur Erneuerung unter laufender Überwachung (Monitoring) so lange in Betrieb bleiben soll, wie dies ingenieurtechnisch ausreichend sicher ist.

Das mit den Fachplanern, der Obersten Baubehörde sowie dem Bauherren abgestimmte Monitoringkonzept (Bild 1) umfasst die Kombination der nachfolgenden aufeinander abgestimmten Monitoring- bzw. Messsysteme:

- Acoustic Emission zur Detektion von Spannstahlbrüchen
- Messung der Dehnungen am Spannstahl mittels DMS zur Erfassung zunehmender Dehnungen und veränderten Schwingbreiten
- Messung der Temperatur in definierten Querschnitten zur Durchführung einer Temperaturkompensation der Verformungsmessungen (DMS und Wegesensoren) sowie für die weiteren statischen Berechnungen insbesondere zur Abschätzung der Zwangbeanspruchung
- Messung der Verformung an der Unterseite der Stege (LGA Bayern) zur Detektion zunehmender Verformungen infolge Spannstahlausfall/Systemwechsel und zur Auswertung der Probelastung
- Verkehrszählung zur Verifizierung des Verkehrsaufkommens (TU München).

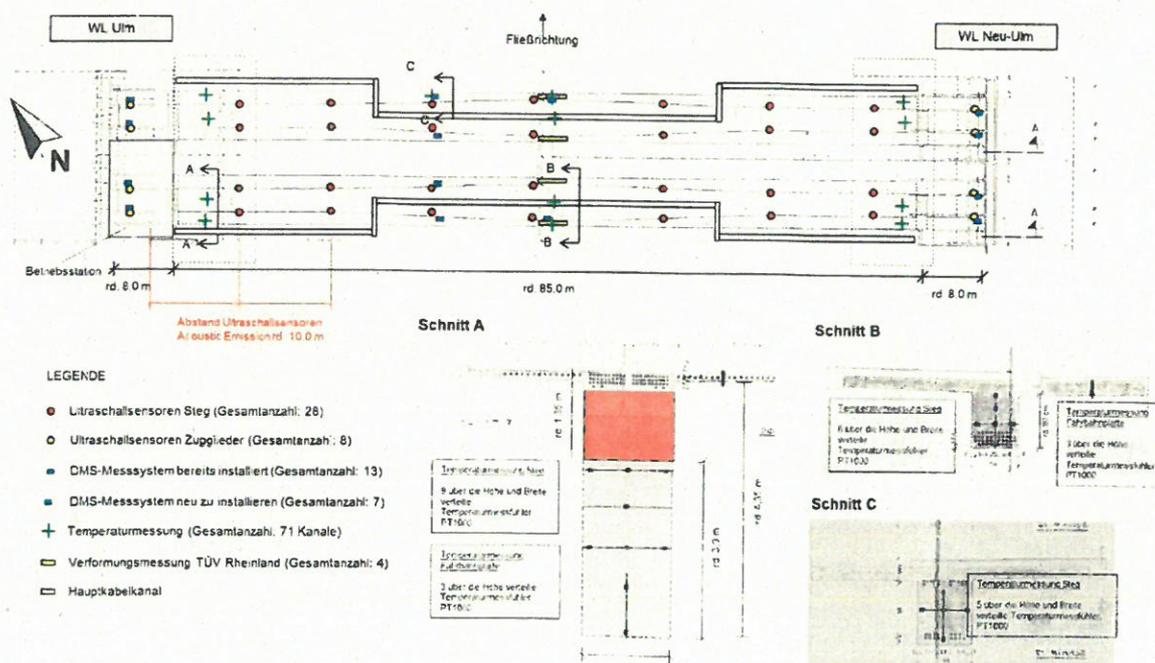
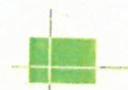


Bild 9: Übersicht Messsysteme/-verfahren und Lage der Sensoren



Das Notfall- und Alarmkonzept wird derzeit erarbeitet und bis zum Belastungsversuch im Entwurf zur Abstimmung vorgelegt. Die Ergebnisse des Belastungsversuchs werden Auswirkungen auf die Justage und Bewertung von Alarmergebnissen haben, so dass das finale Konzept erst nach Auswertung der Belastungsversuche durch die Tragwerksplanung gemeinsam fixiert werden kann.

Die Installation der Messsysteme für das Monitoring beginnt am 15.10.2018, die ersten vorbereitenden Arbeiten laufen bereits. Die Installation und Inbetriebnahme wird voraussichtlich bis zum 12.11.2018 abgeschlossen sein. Die Durchführung des geplanten Belastungsversuchs (Überfahung der Brücke, stufenweise mit unterschiedlicher Geschwindigkeit und Belastung) ist für den 17./18.11.2018 geplant (Ersatztermin: 24./25.11.2018).

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Christian Sodeikat

ppa. Knab

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.Ing. Franz Knab

Dipl.-Ing. Philipp Obermeier