

Bericht zu den Untersuchungen an den Brückenbauwerken C518 und C519

gemäß „Handlungsanweisung zur Überprüfung und
Beurteilung des Ankündigungsverhaltens von älteren
Brückenbauwerken mit Spannungsriss-empfindlichen
Spannstahl (06/2011)“,

Zusammenfassung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der:

- **Bestandsaufnahme**
- **Nachrechnung für das Bauwerk C518 sowie**
- **Untersuchungen an den Bauwerken C519 und C518.**

(Stand 22.07.2016)

1 Allgemeines

Gegenstand der Betrachtung waren insgesamt 7 Brückenbauwerke im Verlauf der U6 zwischen dem U-Bhf. Holzhauser Str. und dem U-Bhf. Kurt-Schumacher-Platz. In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Daten der vorhandenen Bahnbrücken im betrachteten Abschnitt aus den vorliegenden Bestandsunterlagen (Stufe I des Bearbeitungskonzeptes) zusammengestellt. Auf Grundlage der Analyse der Bestandsdaten der Brückenbauwerke erfolgt eine Bewertung des Risikos für ein plötzliches Versagen infolge von Spannungsrisskorrosion (SpRK).

Tabelle 1: Zusammenfassung der verwendeten Spannstähle

Bauwerk	Baujahr	Bauwerks- zustand	VSP längs	VSP quer	SpRK
Holzhauser Straße	1957-1958	1,7 (EP 2012)	St 135/150	St 145/160	(nein)*
Flohrstraße	1957-1958	1,3 (EP 2012)	St 135/150	St 145/160	(nein)*
Otisstraße	1956-1958	2,0 (EP 2012)	St 145/160	St 145/160	Ja
Seidelstraße	1956-1958	2,7 (EP 2012)	St 135/150	St 145/160	Ja
Antonienstr	1974-1975	1,7 (EP 2012)	St 150/170	-	Nein
Eichborndamm	1956-1958	2,3 (EP 2012)	St 135/150	St 145/160	(nein)*
Uranusweg	1956-1958	1,3 (EP 2012)	St 130/150	St 130/150	Nein

* auf Grund der statischen und geometrischen Randbedingungen kann ein plötzliches Versagen auf Grund von Spannungsrisskorrosion ausgeschlossen werden

Die Bearbeitungsergebnisse der Stufe I sind in **z** zusammengefasst. Grundsätzlich unterscheiden sich die Ergebnisse wie folgt:

- Bauwerke, bei denen kein spannungsriss-gefährdeter Spannstahl verwendet wurde,
- Bauwerke, bei den trotz der Verwendung von spannungsriss-gefährdeten Spannstahl keine Gefährdung der Standsicherheit des Brückenbauwerkes durch Spannungsrisskorrosion besteht und
- Bauwerke bei denen eine Gefährdung der Standsicherheit des Brückenbauwerkes durch Spannungsrisskorrosion besteht.

Für die Bauwerke C 518 Otisstraße und C 519 Seidelstraße werden zusätzliche Untersuchungen im Rahmen der Handlungsanweisung SpRK erforderlich, welche in den nachfolgenden Abschnitten näher erläutert werden.

3 Bauwerk C519 – Brücke über die Seidelstraße

3.1 Allgemeines

Das Brückenbauwerk C519 im Verlauf der U6 (Brücke über die Seidelstraße) wurde in den Jahren 1956/58 als voll vorgespannte Stahlbetonkonstruktion errichtet. Bei der Brücke handelt es sich um einen Zweigelenkrahmen mit einer Stützweite von 65,10 m. Der Überbau besteht aus einem schiefwinkligen, zweizelligem gevouteten Hohlkasten.



Bauwerksansicht

Die Fahrbahnplatte hat in Querrichtung eine variable Plattendicke von ca. 25-35 cm und eine lichte Spannweite von 2,76 m zwischen den Stegen und eine Kragarmlänge von 1,45 m. Sie wurde mit dem System Vorspann-Technik-Freyssinet quer vorgespannt. Die Spannglieder wurden in einem Abstand von 0,25 m abwechselnd auf der Plattenoberseite (3 Stück/lfm) und der Plattenunterseite (1 Stück/lfm) verlegt. Die in der Platte verwendeten Spannglieder der Quervorspannung mit 12 Drähten aus vergütetem Sigma-Spannstahl 145/160 (rund, 21,2) sind gegenüber Spannungsrissskorrosion (SpRK) als stark gefährdet eingestuft worden.

3.2 Bauwerkszustand

Das Bauwerk wurde 1996 auf Grund von festgestellten Schäden verstärkt und instandgesetzt. Grund waren Risschäden in der Bodenplatte in Feldmitte, die auf nicht berücksichtigte Zwangsspannungen aus Temperaturbeanspruchungen zurückzuführen sind. Das Bauwerk wurde mit externen Spanngliedern in Längsrichtung nachgerüstet. Die Spannisenen zum Absetzen der externen Vorspannung wurden zur Verankerung mit Spannstäben quer vorgespannt. Zusätzlich wurde im Zuge der Instandsetzung ein

Oberflächenbeschichtungssystem auf den Außenflächen des Überbaus aufgebracht (nähere Angaben hierzu liegen jedoch nicht vor).

Weitere den Bauwerkszustand betreffende Änderungen oder Instandsetzungen sind nicht bekannt. Im Jahr 2012 wurde am Bauwerk C 519 (Bauwerksbuch liegt nicht vor) die Einfache Prüfung nach DIN 1076 durchgeführt. Das Gesamtbauwerk erhielt die Zustandsnote: 2,7.

Die Schäden betreffen laut Prüfbefund im Wesentlichen dauerhaftigkeitsrelevante Aspekte. Diese sind durch den besonderen Konstruktionsaufbau bedingt, da die Brücke keine Abdichtung und kein Schotterbett besitzt. Die Schienen liegen auf Betonschwellen, die mit Bitumen auf Schwellenträgern aus Beton lagern. Die Entwässerung der Brückenoberfläche erfolgt über ein im Konstruktionsbeton ausgebildetes Quergefälle von ca. 4 % zur Brückenmitte hin (Durchläufe in den Schwellenträgern im Abstand von ca. 3,95 m) und über ein von der Feldmitte ausgehendes jeweils zum Widerlager führendes Längsgefälle von 1,25 %. Der Überbau wird über 2 x 3 Brückenabläufe an den Widerlagern entwässert. Eine ausreichende Entwässerung scheint jedoch derzeit nicht sichergestellt zu sein, da lokal Wasser durch die Fahrbahnplatte in den Hohlkasten eindringt.

Weitere Schäden an der Fahrbahnplatte betreffen vereinzelte Betonabplatzungen mit freiliegender Bewehrung. Diese sind wahrscheinlich auf unzureichende Betondeckungen des ursprünglichen Konstruktionsbetons zurückzuführen. Die Korrosion der Bewehrung führt dabei zum Abplatzen der Betonüberdeckung und des darüber liegenden Spritzbetons. Darüber hinaus sind Risse an den Spannisenen der nachträglichen Vorspannung aufgetreten.

Die Betonblöcke, auf denen die Schienen aufgelagert sind, zeigen Risse und Abplatzungen, sodass auf längere Sicht die Verkehrssicherheit beeinträchtigt werden kann.

Die aufgeführten Schäden betreffen hauptsächlich die Dauerhaftigkeit der Fahrbahnplatte und führen zu keiner Beeinträchtigung der Standsicherheit. Es wurden keine Mängel (z.B. Querrisse oder starke Verformung der Fahrbahnplatte) festgestellt, die darauf hindeuten, dass standsicherheitsrelevante Schädigungen an den Spanngliedern infolge SpRK vorliegen.

3.3 Untersuchungen am Bauwerk

In einem ersten Schritt wurden zur Beurteilung des Gefährdungspotentials für einen Spannstahlausfall der Quervorspannung infolge von wasserstoffinduzierter Spannungsrisskorrosion Untersuchungen zum Zustand des Spannstahls gemäß Abschnitt 10 der Handlungsanweisung durchgeführt. Es wurden der Zustand des Betons, der schlaffen Bewehrung sowie der Zustand und die Lage der Spannglieder untersucht. Die Ergebnisse der Spannstahlentnahme lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Gute Betonqualität, sehr hohe Festigkeiten
- Planmäßige Lage und Durchmesser der Bewehrung (in gutem Zustand)
- Starke Abweichung der Lage der Spannglieder (in Längsrichtung und Tiefe im Querschnitt)
- Hüllrohre außen in gutem Zustand, innen teilweise korrodiert)
- Spannkraftverlust bei Durchtrennen der Litzen für die Probenentnahme

Aus den freigelegten Entnahmestellen wurden auf einer Länge von 60-80 cm einzelne Litzen aus den Spanngliedern entnommen. Die Proben wurden anschließend metallurgisch und mechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Geringe Korrosionserscheinungen auf Litzen
- Materialanalyse bestätigt Spannstahl des gefährdeten „alten Typs“
- Festigkeitsuntersuchungen bestätigen Festigkeitsklasse 145/160 (keine Überfestigkeiten)
- Keine Hinweise auf aktive Korrosionsprozesse auf den Spannstahloberflächen
- Keine akute Gefährdung der Bauwerke
- Keine Gefahr für SpRK, wenn Stahl vor korrosiven Einwirkungen geschützt ist

3.4 Zusammenfassung

Das Bauwerk weist Schäden auf, die auf längere Sicht Instandsetzungsarbeiten erfordern. Hiervon ist im Wesentlichen die Fahrbahnplatte betroffen. Für die Fahrbahnplatte kann die Dauerhaftigkeit auf Grund der fehlenden Abdichtung und der vorhandenen Undichtigkeiten langfristig nicht gewährleistet werden.

Der Überbau selbst zeigte erhebliche Strukturdefizite, welche den Einbau einer nachträglichen externen Längsvorspannung notwendig machten. Mit diesem verhältnismäßig großen Eingriff in das Tragwerk wurden jedoch auch die Möglichkeiten weiterer evtl. erforderlicher baulicher Veränderungen eingeschränkt.

Darüber hinaus wurden für die Quervorspannung erhebliche Abweichungen der vorhandenen Spanngliedlage zur Bestandsplanung festgestellt. Die Abweichungen sind derart groß, dass Auswirkungen auf die statische Wirksamkeit der Vorspannung gegenüber der Bestandsplanung bestehen. Innerhalb der 60 jährigen Nutzungsdauer des Bauwerks sind keine Schäden an der Fahrbahnplatte festgestellt worden, die auf die Abweichungen der Spanngliedlage zurückzuführen sind. Deshalb scheint keine unmittelbare Gefährdung der Standsicherheit der Fahrbahnplatte zu bestehen.

In den untersuchten Spannstahlproben wurden keine Anzeichen auf wasserstoffinduzierte Spannungsrisskorrosion gefunden, sodass keine akute Gefährdung des

Bauwerks durch SpRK besteht. Unter Voraussetzung eines ausreichenden Schutzes der Spannglieder vor korrosiven Einwirkungen besteht derzeit keine Gefahr für das Auftreten von SpRK.

Es ist jedoch zu beachten, dass die v.g. Aussage nur bei ausreichendem Schutz der Spannglieder vor korrosiven Einwirkungen gilt. In den partiell stark durchfeuchteten Bereichen der Fahrbahnplatte ist dieser ausreichende Schutz mit großer Wahrscheinlichkeit nicht gegeben.

3.5 Empfehlungen

Die Ergebnisse führen zu der Schlussfolgerung, dass unter den gegebenen Randbedingungen die Gefahr für ein plötzliches Versagen ohne Vorankündigung nicht ausgeschlossen werden kann. Eine rechnerische Ermittlung des Ankündungsverhaltens ist auf Grund der abweichenden Lage der Spannglieder und der Vielzahl von beeinflussenden Parametern nur in begrenztem Maße aussagekräftig.

Neben diesem Problem des Haupttragwerkes in Längsrichtung, das bereits einer Verstärkung unterzogen werden musste, besteht innerhalb des Einzeltraggliedes „Fahrbahnplatte“ eine grundlegende Fertigungsabweichung in der Spanngliedlage der Quervorspannung. Deren rechnerischer Nachweis der Trag- und Gebrauchstauglichkeit erscheint aus unserer Sicht kaum möglich.

Unter weiterer Einbeziehung

- der fortgeschrittenen Standzeit des Bauwerkes (Bauwerksalter 59 Jahre, externe Vorspannung 20 Jahre; die normative Nutzung von Überbauten aus Spannbeton beträgt 70 Jahre nach ABBV 2010),
- einer, selbst nach Austausch grundlegender Teile des Bauwerkes, unverändert hohen Standzeit der restlichen Bauwerksteile,
- der, die Rissdedektion verhindernden Beschichtung der Haupttragglieder,
- der festgestellten Schäden und
- der seit Herstellung des Bauwerks fehlenden Abdichtung der Fahrbahnplatte gegen eindringendes Regenwasser (um die Undichtigkeiten der Fahrbahnplatte zu beseitigen und den Spannstahl vor korrosionsfördernden Einwirkungen zu schützen)

in die Betrachtung, ist die Herstellung eines vorschriften- und normenkonformen Bauwerkszustandes nur schwer umsetzbar und mit erheblichen Risiken verbunden. Mit der Umsetzung eines Ersatzneubaus wären diese Probleme grundlegend gelöst.

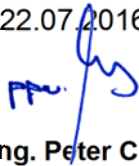
Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen empfehlen wir deshalb den Ersatzneubau des Brückenbauwerkes.

Inwieweit der sofortige Ersatzneubau in Verbindung mit der bevorstehenden Dammsanierung der U6 und der damit verbundenen Streckensperrung zusätzliche vorteilhafte monetäre und nicht monetarisierte Aspekte eröffnet, könnte im Rahmen einer

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, auf Grundlage der „Richtlinie zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im Rahmen von Instandsetzungs-/ Erneuerungsmaßnahmen bei Straßenbrücken“, geklärt und dargestellt werden.

Ingenieurbüro GRASSL GmbH

Berlin, 22.07.2016:



Dipl.-Ing. Peter Cordes

i.A. 

Dipl.-Ing. Eric Mündecke

Anlagen:

Bericht zur Spannstahlentnahme Bauwerk C518 „Brücke über die Otisstraße – Gleis 1“, Ingenieurbüro GRASSL 2016, 10 Seiten, 3 Anlagen

Bericht zur Spannstahlentnahme Bauwerk C518 „Brücke über die Otisstraße – Gleis 2“, Ingenieurbüro GRASSL 2016, 11 Seiten, 3 Anlagen

Bericht zur Spannstahlentnahme Bauwerk C519 „Brücke über die Seidelstraße“, IB Grassl 2016, 12 Seiten, 3 Anlagen

Gutachten zur „Untersuchung an Spannstahlproben aus zwei Brückenbauwerken der U-Bahnlinie U6 in Berlin“, BAM 2016, 22 Seiten

Grundlagen (übergeordnet):

Beurteilung der Bauwerksdaten von Brückenbauwerken im Zuge der U6 hinsichtlich des Nachweises auf Spannungsrisskorrosion, IB Grassl 2015

Nachrechnung von Bauwerk C518 gemäß Handlungsanweisung SpRK, Grassl 2015, 166 Seiten, 5 Anlagen

Prüfberichte zur Bauwerksprüfung nach DIN 1076

Bauwerksbücher

Bestandszeichnungen der BVG

Unterlagen Nachrechnungen

Ausführungsunterlagen