Zeitschrift: IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte
Band: 57/1/57/2 (1989)

Artikel: Schäden und Sanierung von Brückentragseilen
Autor: Schneider, Adolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44246

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schäden und Sanierung von Brückentragseilen

Damage and Repair of Bridges Track Ropes

Défauts et réparations de câbles porteurs de ponts

Adolf SCHNEIDER
Dipl. -Ing. Dr.
Austria Draht Ges.m.H.
Bruck a. d. Mur, Österreich

Adolf Schneider, geboren 1925, studierte Metallurgie und promovierte am Institut für Fördertechnik an der Technischen Universität Graz. Er leitete ab 1959 das Technologische Laboratorium und von 1969 bis 1983 das Seilwerk der Felten & Guilleaume AG, Wien und bis 1985 das Seilwerk der Austria Draht Ges.m.b.H., in St. Aegyd. Er ist gerichtlich beeideter Sachverständiger und Konsulent.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Bereich von Verankerungen, Aufliegestellen und Hängerklemmen treten, infolge von Seilschwingungen und Ermüdungskorrosion, manchmal schon nach kurzer Betriebszeit, Drahtbrüche in der Aussenlage von verschlossenen Tragseilen auf. Durch Einpressen von neuen Z—Drähten und durch Löten können Drahtbrüche in aufliegenden Tragseilen, auch unter voller Betriebsbelastung, saniert werden. Hohe Kosten, die für den Austausch der schadheften Tragseile notwendig wären, sind dadurch vermeidbar.

SUMMARY

In the regions of anchorages, saddles and cable-clamps wire breaks can occur even after short periods of operation due to rope oscillation and fatigue corrosion. It is, however possible to repair these damages under full load of operation by pressing in new Z — wires and soldering. Thus the high costs of replacing damaged track ropes will be avoided.

RÉSUMÉ

Au droit des ancrages, des supports et des serres-câbles apparaissent parfois, même après une court période d'exploitation, des ruptures de fils dans la couche extérieure des câbles porteurs clos. La cause de ces ruptures est liée aux oscillations du câble et à une fatigue due à la corrosion. En serrant de nouveaux fils, du type z, et en les soudant, on peut réparer des ruptures de câble, même sous pleine charge d'exploitation. De cette manière, on peut éviter de grands frais pour l'échange de câbles porteurs défectueux.

1. EINLEITUNG

Infolge von Seilschwingungen, manchmal auch im Zusammenhang mit Ermüdungskorrosion, treten des öfteren, insbesondere in der Außenlage von verschlossenen Tragseilen, nach verhältnismäßig kurzer Betriebszeit, Drahtbrüche auf. Diese befinden sich bevorzugt im Bereich von Verankerungen und Aufliegestellen oder im Bereich von Hängerklemmen. (Fig. 1)

Treten die Drahtbrüche vereinzelt auf, so genügt eine Sanierung der klaffenden Bruchenden durch Plombieren mittels Kunstharz. Dadurch wird das Eindringen von Feuchtigkeit verhindert. Tritt Drahtbruchhäufung auf oder befinden sich die Bruchstellen in benachbarten Z-Drähten, besteht die Gefahr, daß Z-Drähte aus dem Seil treten und sich auf weite Strecken aus dem Verband schälen. Um dies zu verhindern, sind im Bereich der Schadensstelle Schraubklemmen zu montieren. (Fig. 2)

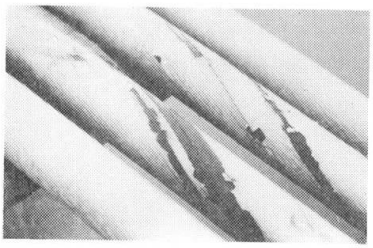

Fig.1 Drahtbruchhäufung in verschlossenen Tragseilen einer Hängebrücke im Bereich des Pylonsattels

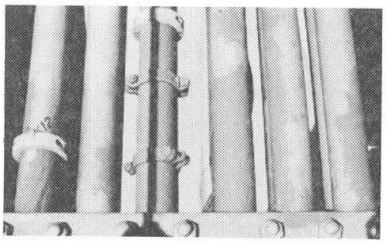

Fig.2 Drahtbruchhäufung in verschlossenen Tragseilen einer Hängebrücke im Bereich einer Hängerklemme

Tritt Drahtbruchhäufung im Bereich des Vergußkopfes auf, besteht vorerst keine Gefahr, daß die gebrochenen Z-Drähte aus dem Seilverband treten; die Krafteinleitung in den Vergußkopf wird jedoch so gestört, daß die weitere Zunahme der Drahtbrüche progressiv erfolgt.

Die Beurteilung von Drahtbrüchen in Brückenseilen bezüglich einer Sanierung erfolgt nach mehreren Gesichtspunkten. Es ist zu klären:

a) Ob der Seilschaden durch eine temporäre, örtliche Überbeanspruchung verursacht wurde, die durch konstruktive Maßnahmen oder durch eine entsprechende Wartung behoben werden kann.

b) Ob der Seilschaden durch Gewalteinwirkung entstanden ist und

c) Ob der Schaden bereits auf einen so hohen Dauerfestigkeitsverlust der Drähte zurückzuführen ist, daß die Tragseile innerhalb einer kurzen Zeitspanne den Zustand der Ablegereife erreichen.

Im letzten Fall ist eine Sanierung des Seilschadens nicht statthaft. Handelt es sich hingegen um einen örtlichen Seilschaden mit bekannter Ursache und entspricht der Allgemeinzustand der Tragseile, in bezug auf Seil- und Betriebsicherheit, den einschlägigen Bestimmungen, so ist eine Sanierung zulässig. Die Sanierung der Tragseile ist, wenn dies möglich, einem Austausch vorzuziehen, da die Erneuerung der Tragseile nicht nur mit hohen Kosten verbunden ist, sondern auch den Verkehr auf längere Zeit beeinträchtigt.

2. SANIERUNG EINES VERSCHLOSSENEN TRAGSEILES IM BELASTETEN ZUSTAND IN DER SEILRECKANLAGE

Die Sanierung von Drahtbrüchen in verschlossenen Tragseilen wird schon seit Jahrzehnten praktiziert. Insbesondere müssen Tragseile von Personenseilbahnen

nach Gewalteinwirkung, z.B. nach Blitzeinschlägen, saniert werden. Zu diesem Zwecke wurden früher die Tragseile entspannt und die Sanierung der gebrochenen Z-Drähte im unbelasteten Zustand vorgenommen. Im letzten Jahrzehnt wurden auch aufliegende Tragseile im belasteten Zustand mit nachhaltigem Erfolg saniert. Auf diese Weise konnten erhebliche Kosten, vor allem aber auch Zeit, eingespart werden. [1] [2] [3]

Tragseile von Hängebrücken, die gebündelt oder gefächert angeordnet sind, können nicht einzeln entspannt werden. Aus diesem Grunde ist die Sanierung einzelner, schadhafter Tragseile unter Betriebsbelastung oder unter jener Belastung vorzunehmen, die bei unbelasteter Brücke gegeben ist.

In der Seilreckanlage der AUSTRIA DRAHT Ges.m.b.H., kann die Sanierung bei jeder beliebigen Belastung, auch entsprechend den Bedingungen im Bauwerk, simuliert werden. Die dabei zu messenden Werte hinsichtlich des Drahtes, wie Wegstrecke zur Beseitigung der Drahtüberlänge nach dem Löten und hinsichtlich des Tragseiles, wie Belastungs-Dehnungs-Diagramm und Elastizitätsmodul, geben Aufschluß über die erforderliche Sanierungslänge und über das Verhalten des sanierten Tragseiles unter Betriebsbedingungen.

2.1 Vorbereitung des Versuches

Um das zehn Meter lange verschlossene Tragseil, 63 mm Durchmesser, belasten zu können, wurde es an beiden Enden mit Vergußköpfen versehen. Die äußere Z-Drahtlage weist in Seilmitte zwei nebeneinander liegende Drahtbrüche auf. (Fig. 3)

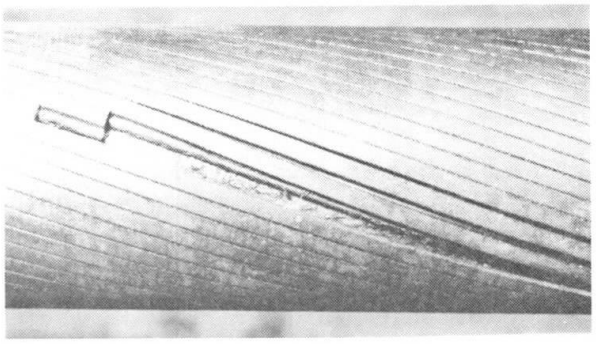

Fig.3 Verschlossenes Tragseil, 63 mm Durchmesser, mit zwei nebeneinander liegenden gebrochenen Z-Drähten, Belastung des Seiles in der Seilreckanlage: 1430 kN

Nach dem Einsetzen der Seilköpfe in den Kuppelwagen (Fig.4) und in den Klemmenwagen (Fig.5) wurde eine Last von 1430 kN, das sind 30 % der rechnerischen Seilbruchlast, aufgebracht. Mittels Einrichtung zur Konstanthaltung konnte die Belastung des Seiles während der Sanierung der beiden Drahtbrüche auf gleichem Niveau gehalten werden.

2.2 Versuchsdurchführung

Im ersten Arbeitsgang wurde das Bruchende des Drahtes Nr.1 aus dem Seilverband gehoben und der Z-Draht in Richtung Kuppelwagen aus dem Seilverband geschält. In einer Entfernung von 560 mm, das entspricht einer Seilschlaglänge, wurde der Z-Draht durchtrennt, geschäftet und mit einem neuen, 2800 mm langen Z-Draht, hart verlötet.

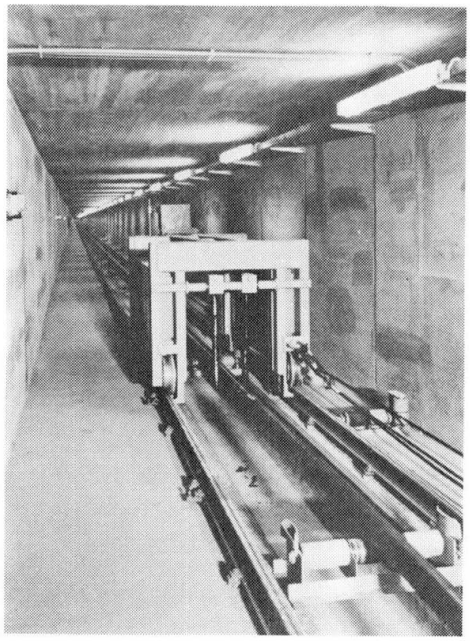

Fig.4 Seilreckanlage, 400 m lang, mit Einziehwagen, Kuppelwagen im rückwärtigen Teil des Tunnels

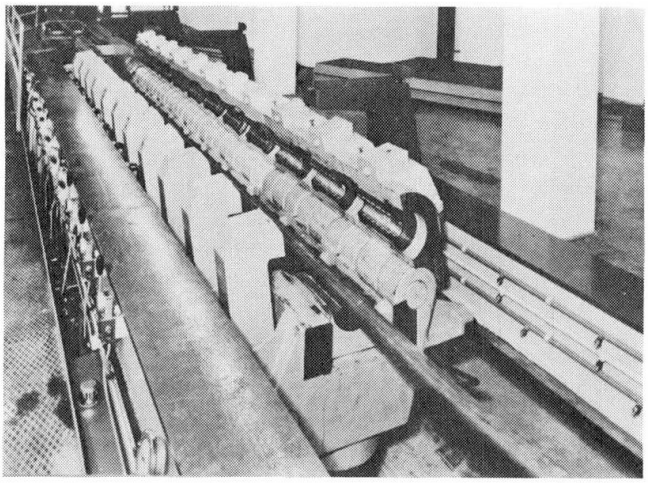

Fig.5 Klemmenwagen mit elf hydraulisch betätigbaren Klemmbacken

Im zweiten Arbeitsgang wurde der neue Z-Draht mittels einer gut passenden Schraubklemme in den Seilverband gepreßt und zwar vorerst bis zur ursprünglichen Schadensstelle. Im weiteren Verlauf der Sanierung wurde das zweite Bruchende des Z-Drahtes Nr.1 aus dem Seilverband gehoben und in Richtung Klemmenwagen, auf eine Länge von 2240 mm, aus dem Seilverband geschält. Anschließend wurde der neue Z-Draht von der ursprünglichen Schadensstelle mittels Schraubklemme in den Seilverband gepreßt. In einer Entfernung von 2800 mm von der ersten Lötung wurde die zweite Lötung mit kurzer Drahtüberlänge vorgenommen. (Fig.6) Nach Behandlung der Lötstelle mit Spezialwerkzeugen wurde im dritten Arbeitsgang die Drahtschlaufe mittels Schraubklemme bis zum Verschwinden in die Außenlage des verschlossenen Tragseiles gepreßt. (Fig.7) Hierzu war eine Wegstrecke von ein Meter Länge erforderlich. Die Gesamtlänge zur Sanierung eines gebrochenen Z-Drahtes beträgt in diesem Falle 3800 mm, das sind ca. sechs Seilschlaglängen. Mit der Sanierung des zweiten Drahtbruches wurde in gleicher Weise wie beim Drahtbruch Nr.1 verfahren.

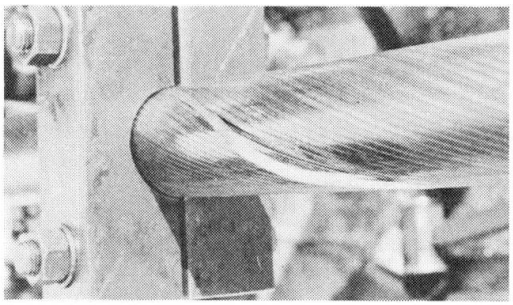

Fig.6 Einpressen der Drahtüberlänge (Schlaufe) in den Seilverband mittels einer Schraubklemme

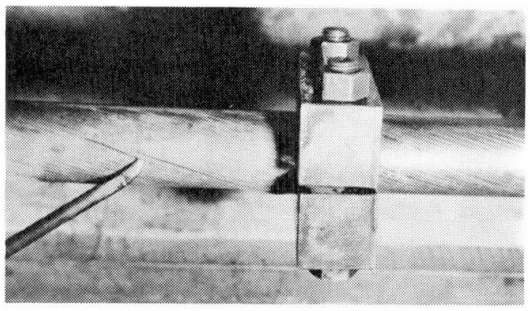

Fig.7: Seilzustand nach dem Einpressen der Drahtüberlänge in den Seilverband, Entfernung von der sanierten Bruchstelle: 2800 mm

Aus Fig.8 ist der Seilverband im sanierten Bereich ersichtlich. 'Alle Z-Drähte der Außenanlage liegen fest im Seilverband. Unmittelbar nach der Sanierung tragen die eingepreßten und gelöteten Z-Drähte nicht voll mit. Ein weitgehender Spannungsausgleich zwischen den Z-Drähten tritt jedoch nach mehrmaliger Be- und Entlastung auf.

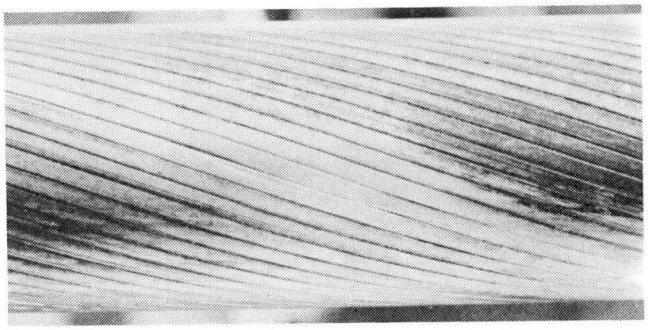

Fig.8 Verschlossenes Tragseil, 63 mm Durchmesser, Seilzustand im sanierten Bereich

2.3 Beschreibung der Seilreckanlage [4]

Die Seilreckanlage wurde 1970 im Werk Wien als Tunnelreckanlage, vier Meter unter Hüttenflur, errichtet. (Fig.4) Als Besonderheit der Anlage ist hervorzuheben, daß der Reckvorgang zu jeder Zeit bei konstanter Temperatur und unabhängig von den Außenbedingungen erfolgen kann.

Die wichtigsten Daten der Seilreckanlage:
Maximale Reckkraft: 5000 kN
Länge des Tunnels: 400 m
Hubweg des Reckkolbens: 3500 mm

Die Reckkraft wird mittels eines hydraulischen Reckzylinders aufgebracht. Je 12 mit Feinzinklegierung gefutterte Klemmbacken ermöglichen das Recken von Seilen bis zu 100 mm Durchmesser und 40 Tonnen Stückgewicht. Die Krafteinleitung erfolgt über hydraulisch betätigte Klemmbacken. (Fig.5) Dadurch ist es auch möglich, Seile mit einer Länge von mehr als 400 m vorzurecken.

3. SANIERUNG VON AUFLIEGENDEN VERSCHLOSSENEN TRAGSEILEN EINER HÄNGEBRÜCKE UNTER BETRIEBSBELASTUNG

In den verschlossenen Tragseilen, 72 mm Durchmesser, einer Hängebrücke mit 325 m Spannweite, wurden nach 18-jähriger Aufliegezeit eine große Anzahl von Drahtbrüchen festgestellt. Drahtbruchhäufung trat insbesondere im Bereich zweier Hängerklemmen auf, wo die Tragseile mittels Stahlplatten und Bügelklemmen eingespannt und gepreßt sind, wodurch es in Verbindung mit Schwingspannungen zu einer örtlichen Überbeanspruchung kam. Die Hängerklemmen befinden sich im Vorspannfeld der Brücke und sind nur 12 m vom Pylon entfernt. (Fig.2) Nach Überprüfung des Seilschadens konnte festgestellt werden, daß die Bruchenden der Z-Drähte die Form des Dauerbruches aufweisen. Ermüdungskorrosion trat nicht auf.

Da der Allgemeinzustand der Tragseile befriedigend war, wurde deren Sanierung durch Einpressen neuer Z-Drähte im Schadensbereich unter Betriebsbelastung beschlossen. Während der Sanierungsdauer, die drei Wochen in Anspruch nahm, mußte der Verkehr auf eine Fahrbahnhälfte eingeschränkt werden.

3.1 Lötstellenplan

Im Bereich einer Hängerklemme wurden in 6 von 12 Tragseilen insgesamt 24 Drahtbrüche festgestellt. Die Lage der Drahtbrüche in den einzelnen Seilen ist aus dem Lötstellenplan ersichtlich. (Fig.9) Die Verteilung der Lötstellen wurde so festgelegt, daß der Abstand zwischen zwei benachbarten Lötstellen 700 mm beträgt. Im Bereich der Hängerklemme wurde eine lötstellenfreie Zone von 4 m geschaffen. Aufgrund der Drahtbruchverteilung ergaben sich im zu sanierenden Bereich folgende maximale Einziehlängen bzw. Sanierungslänge: Seil Nr. 11: Einziehlänge 10,3 m und Länge des sanierten Bereiches 16,6 m.

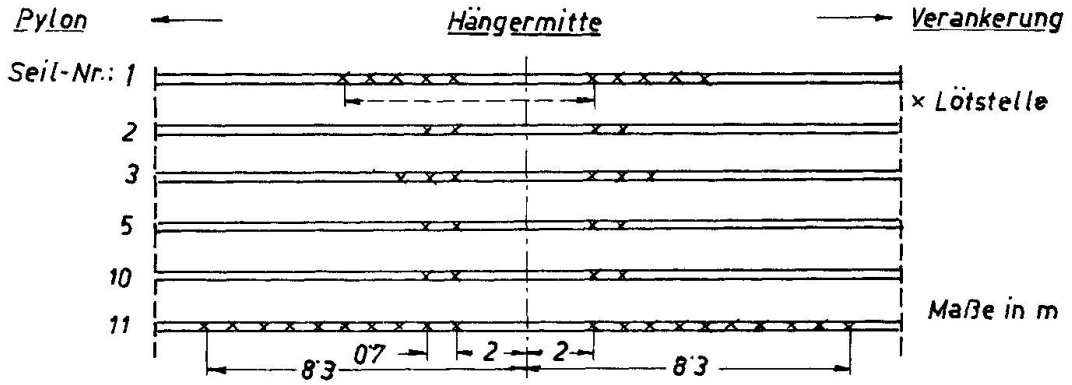

Fig.9 Lötstellenplan zur Sanierung der verschlossenen Tragseile im Bereich einer Hängerklemme

3.2 Sanierung der Drahtbrüche durch Löten und Versetzen der Stoßstelle

Diese Methode wird dann angewendet, wenn sich die Schadensstelle in unmittelbarer Nähe eines Pylons oder in Nähe der Verankerung befindet, so daß für das Vertreiben der Drahtüberlänge nicht genügend Wegstrecke zur Verfügung steht. Es wurde aus diesem Grunde jeweils ein Ende des einzupressenden neuen Z-Drahtes durch Hartlötung mit einem gebrochenen Z-Draht verbunden; das zweite Ende auf 200 mm Länge ausgeglüht und auf Stoß in den Seilverband gepreßt. Außerdem wurde das Drahtende mit Kunstharzkleber bestrichen und gegen Eindringen von Feuchtigkeit geschützt.

Vor dem Einpressen der neuen Z-Drähte wurde die Seiloberfläche durch Sandstrahlen gereinigt. Das Einpressen der Z-Drähte erfolgte wie im Kapitel 2.2 beschrieben. Die in die Tragseile gepreßten Z-Drähte liegen seit der Sanierung, die 1984 stattfand, noch immer fest im Seilverband. Eine zusätzliche Absicherung der sanierten Seillänge ist nicht erforderlich. Fünf Jahre nach der Sanierung zeigen die verschlossenen Tragseile keine nachteiligen Veränderungen. Der Erfolg der angewandten Sanierungsmethode ist nachhaltig.

Entsprechend der durchgeführten Methode können auch schadhafte Tragseile von Schrägseilbrücken saniert werden. Voraussetzung dafür ist, daß die Tragseile frei zugänglich sind und eine Arbeitsplattform errichtet werden kann.

LITERATURVERZEICHNIS

1. SCHNEIDER A., Restoration of a full-locked-coil track rope of high-strength steel wire under tension. Vail Aerial Tramway & Ski Safety Seminar, 8/1981 Vail, Colorado, U.S.A.
2. BRITISH ROPES GROUP, Repair of locked-coil ropes. Technical Information Bulletin No.12, Warmsworth Hall, Doncaster, Yorkshire, England.
3. OPLATKA G., Zur kritischen Länge von gebrochenen Formdrähten in der Decklage von verschlossenen Seilen. OITAF - 5. Internationaler Seilbahnkongreß München, 14.-20.9.1981.
4. SCHNEIDER A., Das Vorrecken der verschlossenen Tragseile für die Tragkabel der 2. Linzer Donaubrücke. Technisch wissenschaftliche Woche Österreichs in Polen, Warschau 1972.