

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 14 (1992)

Artikel: Unterhaltungsstrategie für Düsseldorf Brücken

Autor: Vollrath, Fritz / Grassl, Manfred

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-853234>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.11.2024

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

Unterhaltungsstrategie für Düsseldorf Brücken

Maintenance Strategy for the Bridges of Dusseldorf

Stratégie de maintenance des ponts de Dusseldorf

Fritz VOLLRATH
Dipl. Ing. Bauwesen
Brückenbauamt
Düsseldorf, Deutschland



Fritz Vollrath, geboren 1934 Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität Hannover. Projektleiter von Großbauvorhaben der Deutschen Bundesbahn in Hamburg und Köln. Seit 1984 Leiter des Straßen- Brücken- und Tunnelbauamtes der Landeshauptstadt Düsseldorf mit einem Neubau- und Instandhaltungsvolumen von rd. 250 Mio DM/Jahr.

Manfred GRASSL
Dipl.-Ing. Bauwesen
Beratender Ingenieur
Düsseldorf, Deutschland



Manfred Grassl, geboren 1940 Studium an der Technischen Universität Braunschweig, Mitinhaber des Ingenieurbüros Grassl mit Büros in Hamburg, Düsseldorf, München und Berlin. Schwerpunkt der Tätigkeiten ist der Brückenbau in Massivbau, Spannbeton und Stahl mit Entwürfen, Ausschreibungen, Statik und Brückenprüfungen.

ZUSAMMENFASSUNG

Vorgestellt wird das System der Brückenprüfung und Brückenunterhaltung in Düsseldorf mit der exakten und detaillierten Erfassung aller Bauwerke in ein universell einsetzbares Dateiensystem. Die Ergebnisse werden in Prüfprotokolle eingetragen und in die Dateien übernommen. Mit Hilfe kann dann die Schadensbeseitigung stetig und langfristig geplant werden. Am Beispiel einer seilverspannten G.ößbrücke werden die Hauptprüfung für die schwer zugänglichen Seile (mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Kabelbefahrgerätes) und die anschließenden Reparaturarbeiten beschrieben.

SUMMARY

The system of examination and maintenance of bridges in Düsseldorf with the exact and detailed recording of all the structures in an universally applicable computer-aided classification scheme is presented. The examination results are entered on record sheets and taken over in the computer scheme. The data enables the planning of the repairs on a continuous and long term basis. The paper describes, taking the example of a cable-stayed longspan bridge, the examination of not easily accessible cables and the consequent repair works with the help of a cable riding platform, specially developed for this purpose.

RÉSUMÉ

L'article présente le système de vérification et de maintenance des ponts à Düsseldorf. Celui-ci saisit de façon exacte et détaillée toutes les constructions dans un système de fichiers universellement utilisable. Les résultats sont inscrits dans des comptes rendus de vérification et transférés dans les fichiers, à l'aide desquels on peut ainsi projeter continuellement et à long terme la réparation d'éventuels dommages. La vérification principale des haubans difficilement accessibles, conduite à l'aide d'un appareil d'inspection des haubans construit exclusivement dans ce but, et les travaux de réparation consécutifs sont décrits en prenant comme exemple un pont à haubans.



1. AUFGABE

Düsseldorf, eine Stadt mit knapp 600.000 Einwohnern im Westen Deutschlands, am Rhein gelegen, besitzt ungefähr 600 Brücken und andere Ingenieurbauwerke, von der kleinen Bachbrücke über die Eisenbahnbrücken bis zu Straßentunnels, einem sehr attraktiven Sportstadion und 3 großen Rheinbrücken. Diese 3 Schrägseilbrücken sind als Düsseldorfer Brückenfamilie weltbekannt. 1957 wurde das erste Mitglied dieser Familie als erste Schrägseilbrücke der Welt gebaut, die Verschiebung der Oberkasseler Brücke, des jüngsten Familienmitgliedes, erregte 1983 weltweites Aufsehen. Die Systematik der Instandhaltung dieser Bauwerke ist Thema des Vortrages. Die Arbeitsweise in Düsseldorf ist deshalb besonders interessant, weil sie wegen der großen Bandbreite der zu unterhaltenden Bauwerke und wegen der universellen Systematik als Modell für andere Baulastträger übertragbar ist.

Die Entwicklung der Brückenflächen in Düsseldorf spiegelt die wirtschaftliche Entwicklung Westeuropas wider. Im Jahre 1900 waren in Düsseldorf 8.000 m² Brückenfläche vorhanden. Diese Fläche wuchs bis zum Jahre 1950 stetig auf 12.000 m². Das heißt, die Brückenfläche wuchs in 50 Jahren um 4.000 m². In den folgenden 40 Jahren bis 1990 stieg die Fläche dagegen auf 400.000 m² an. Das heißt, im Mittel wurden in jedem Jahr so viele Brücken gebaut, wie es 1950 insgesamt gab. Diese Brücken haben heute einen Wiederbeschaffungswert von rd. 1.2 Mrd DM entsprechend 700 Mio. US \$. Alle diese Bauwerke müssen selbstverständlich instandgehalten werden: zum Erhalt der Verkehrswege, des Vermögens und nicht zuletzt der Sicherheit des Verkehrs. Das zunehmende Alter der Bauwerke aber auch die steigende Belastung durch Verkehrszunahmen, höhere Achslasten und Umwelteinflüsse erfordern eine Fülle von Unterhaltungsmaßnahmen.

2. STRATEGIE

Voraussetzung für eine organisierte Instandhaltung der Bauwerke ist die systematische Bestandserfassung. Zur wirtschaftlichen Bewältigung dieser Arbeit wurde ein ADV-Ordnungssystem erstellt. In diesem System sind alle Bauwerke mit allen Bauteilen nach Bauart, Material, Alter und Zustand erfaßt.

Die INSTANDHALTUNG besteht aus der PRÜFUNG der Bauwerke und der UNTERHALTUNG der Bauwerke. Die Prüfung der Bauwerke erfolgt in vorgegebenen Fristen entsprechend den technischen Regelwerken. In besonderen Fällen z.B. nach Hochwasser oder anderen besonderen Ereignissen werden Sonderprüfungen angeordnet. Die Regelprüfungen, die in Deutschland in unterschiedlichem Umfang nach einem, nach drei und nach sechs Jahren erforderlich sind, werden in die ADV-Systematik eingespeichert und zur rechten Zeit abgerufen. Die ADV druckt zu vorgegebenen Terminen Einzelprüfaufträge mit bauwerksspezifischen Checklisten aus, das heißt, es werden in der Liste jeweils nur die Bauteile aufgeführt, die im jeweiligen Bauwerk auch wirklich vorhanden sind. Diese präzisen Prüfaufträge steigern die Übersichtlichkeit und vermindern den Papierkrieg.

Bei der Brückenprüfung vor Ort werden alle Schäden in 4 Kategorien nach Dringlichkeit der Reparaturarbeiten klassifiziert und teilweise schon unmittelbar in einen tragbaren Computer eingegeben. Im Büro werden täglich die Prüfergebnisse in die Datei des Zentralrechners eingegeben. Anschließend werden die erforderlichen Reparaturarbeiten geplant und veranschlagt. Die Zuordnung der Kosten jeder einzelnen Unterhaltungsarbeit in der Datei ergibt den Gesamtmittelbedarf der folgenden Jahre. Die Haupttätigkeiten werden jeweils auf 5 Jahre im Voraus geplant und eingeordnet. Durch eine optimale Mischung und Abstimmung größerer und kleinerer Arbeiten sowie durch die rechtzeitige Ausführung der Reparatur- und Unterhaltungsarbeiten wird ein fast konstanter und niedriger Mittelbedarf erreicht. Die Geldgeber sind in der Regel bereit, das erforderliche Kapital zur Verfügung zu stellen, weil sie insgesamt mit niedrigen Kosten und niemals überraschend mit hohen Forderungen konfrontiert werden. Ar-

beitsaufträge für jeweils ein Haushaltsjahr werden von der ADV ausgedruckt und an die zuständigen Prüfer verteilt. Die Erledigung der Durchführung wird durch jeweilige Einzelmeldungen an die ADV kontrolliert. Damit wird sichergestellt, daß alle bei den Prüfungen entdeckten Mängel letztlich behoben werden. Außerdem ist jederzeit für jedes Bauwerk nachvollziehbar, welche Schäden auftraten und wann sie auf welche Weise mit welchen Kosten behoben wurden. Die Brückenunterhaltungsdatei wird auch ständig dazu verwendet, aus Fehlern zu lernen und bei der Planung von Neubauten stets mit an niedrige Unterhaltungskosten zu denken und die Wiederholung von Fehlern zu vermeiden.

Die Brückenprüfungen werden von Prüftrupps durchgeführt, die immer wieder dieselben Bauwerke in den vorgegebenen Fristen prüfen. Die Prüfer kennen daher "ihre" Bauwerke genau und identifizieren sich mit ihrer Aufgabe. Wirtschaftlich nicht vertretbar ist es, bei der Stadt Personal für alle Prüfarbeiten anzustellen. Die bessere Lösung liegt in der Kooperation mit speziellen Ingenieurbüros. Kleinere und konstruktiv einfache Brücken werden in der Regel vom eigenen Personal geprüft. Bei komplizierten Bauwerken ist der verantwortliche Prüfer ein Spezialist des Ingenieurbüros, der in Zusammenarbeit mit städtischen Prüfern alle erforderlichen Prüfungen durchführt. Auch hier ist eine langjährige Zusammenarbeit als Grundlage für Vertrauen, Zuverlässigkeit und Kontinuität erforderlich. Die Prüfung der Bauwerke ist eine sehr verantwortungsvolle Sache, darum ist es unerlässlich, nur entsprechend qualifizierte und erfahrene Ingenieure einzusetzen.

Die Reparaturarbeiten werden ausschließlich durch private Bauunternehmen ausgeführt. Die Leitung erfolgt durch eigenes Personal oder Ingenieurbüros entsprechend den vorausgegangenen Prüfungen. Seit 4 Jahren wird diese Instandhaltungsstrategie in Düsseldorf erfolgreich praktiziert. Die praktische Durchführung von Prüfungen wird im folgenden erläutert.

3. BRÜCKENPRÜFUNG

Am Beispiel der Theodor-Heuss-Brücke über den Rhein in Düsseldorf werden die Vorbereitung und Durchführung einer Brückenprüfung nach DIN 1076 durch ein Ingenieurbüro gezeigt und die daran anschließenden Arbeiten zur Instandsetzung beschrieben.

Zur Information:

Die Theodor-Heuss-Brücke ist die älteste seilverspannte Brücke in Deutschland. Fertigstellung 1957. Hauptöffnung 260 m, 4 Pylonen mit einer Höhe von 41 m über der Fahrbahn.

Der Übergang der ADV-mäßig erfaßten Bauwerks- und Schadensdatei zu dem mit der Hauptprüfung beauftragten Ingenieurbüro erfolgt nahtlos, da alle ADV-Dateien auch im Ingenieurbüro gespeichert sind. Also die beauftragte Prüfinstanz, das Ing.-Büro, hat denselben Kenntnisstand wie die Verwaltung und hat auch die vorangegangenen Prüfungen durchgeführt. Dadurch entsteht eine Kontinuität bei dem Ingenieurbüro und ermöglicht den Aufbau der Prüfgruppe mit erfahrenen Ingenieuren, der Ausstattung mit hochwertigen, für eine durchgreifende Brückenprüfung erforderlichen Instrumenten und einem über Jahre entstandenen qualifizierten Kenntnisstand über das Bauwerk. Der Brückenprüfer "lebt" somit mit dem Bauwerk und ist sich auch seiner Verantwortung bewußt.

Der Ablauf der Brückenprüfung der Rheinbrücke gliedert sich in 3 Abschnitte:
1. Abschnitt: Vorbereitung, 2. Abschnitt: Durchführung, 3. Abschnitt: Auswertung und Schlußfolgerung

zur Vorbereitung: Alle wichtigen Daten sind aus der Bauwerksdatei, das Ergebnis der vorangegangenen Prüfung aus der Schadensdatei zu entnehmen.



Es wird das geeignete Team und die erforderliche Ausrüstung zusammengestellt:

Geräte wie Fotoapparat mit Blitzlichteinrichtung, Schichtendickenmeßgerät für Anstriche, Reißweitenlupe für Betonrisse, Prallhammer, Meß- und Führungslehren, Spiegel, Thermometer und Endoskop stehen zur Verfügung. Endoskope werden für schwer zugängliche Bauglieder wie Verankerungen von Zugpendel und im Fall der Rheinbrücke die Kabel, Kabelsattel und Verankerungen benötigt. Die Prüfer sind mit Lap-Top-Computern ausgerüstet, um die Befunde direkt in gespeicherte Protokolle einzugeben, und um Veränderungen zur vorangegangenen Prüfung unmittelbar zu erkennen.

Wesentlich ist die Überlegung der Zugänglichkeit und die Minimierung der Verkehrsbehinderung.

Zur Durchführung: Die Prüfung einer Stahlbrücke beginnt grundsätzlich mit der äußeren Beurteilung der Deckbeschichtung auf Verwitterung, mechanische Beschädigung, Abplatzungen, Korrosionsbefall mit Klassifizierung in Rostgradstufen, die in einer DIN-Norm geregelt sind.

Weiter werden sämtliche Niet- und Schraubenverbindungen und die Schweißnähte geprüft.

Aus der Vorbereitung kennt der Prüfer die Schweißnähte, die zur Reißbildung neigen. Wenn ein Verdacht auf Reißbildung besteht, wird mit geeigneten Mitteln eine Reißuntersuchung durchgeführt. Darauf will ich aber hier nicht im Einzelnen eingehen.

Die Prüfung der Konstruktion erfolgt durchgreifend. Es genügt nicht nur Stichproben durchzuführen. Zu einer Brückenprüfung gehört selbstverständlich auch die Prüfung der Brückenausbauten wie: Lager, Fahrbahnübergänge, Belag und Kappen, Geländer, abweisende Schutzeinrichtungen, Entwässerung ganz wichtig gegebenenfalls Lärmschutzeinrichtungen, Brückenbeleuchtung, Beschilderung und Verkehrslenkungseinrichtungen und schließlich müssen auch die Besichtigungseinrichtungen und die Zugänge angesehen werden. Die Prüfung der Unterbauten, Pfeiler und Gründung will ich hier nur erwähnen.

Das bisher Berichtete ist bei guter Organisation beherrschbar. Ein Problem bilden die Brückenseile. Im Düsseldorfer Stadtgebiet existieren 3 seilverspannte Rheinbrücken, die bezüglich ihrer Überspannung gleichen Konstruktionsmerkmalen unterliegen.

- Pylonhöhen zwischen 41 m und 100 m über der Fahrbahn.
- Patentverschlossene Seile zu Kabeln zusammengefaßt liegen in vertikalen Ebenen. Bei der hier vorgestellten Brücke sind es 4 Ebenen.
- Die Einzeldrähte sind unverzinkt. Bei den zwei jüngeren Brücken sind lediglich die äußeren Drahtlagen feuerverzinkt.
- Die Kabel laufen über Sattellager.
- Im Versteifungsträger werden die Seile mit einer Umlenkschelle gespreizt und einzeln verankert.
- Die Kabel sind in den oberen Zwickeln zwischen den Seilen verkittet.

Bei der Prüfung heißt es nun zwei wesentliche Probleme zu lösen:

Zunächst die Kabel zugänglich zu machen bei Pylonhöhen bis zu 100 m und dann den Zustand der Seile im Inneren der Kabel zu überprüfen.

Oberstes Gebot für die Besichtigung der Tragseile der Düsseldorfer Rheinbrücken ist, den Verkehr nicht zu behindern. Die Sperrung nur einer Spur der 3 Rheinbrücken führt zu weit in die Region reichenden Verkehrsstaus.

Bis 1986 wurden die Seile bei der Prüfung von der Fahrbahn und von den Pylonen aus mit dem Fernglas visuell besichtigt. Eine direkte Kontrolle der Kabel, die aber zwingend erforderlich ist, erfolgte wegen der Unzugänglichkeit nicht. Die grundsätzlichen Möglichkeiten, nämlich der Einrüstung der Seilebenen mit hohen Kosten und mit starker Beeinträchtigung des Verkehrs, dem Steigereinsatz, bei den erforderlichen Höhen nicht mehr möglich und einem Besichtigungsgerät mit gesondertem Tragseil werden in Düsseldorf nicht angewendet. Vielmehr wurde ein Kabelbefahrgerät entwickelt, das von den Kosten die günstigste Möglichkeit bietet und so angeordnet wird, daß keine Verkehrsbehinderung entsteht.

Das Gerät wurde so entwickelt, daß die Brückenkabel als Tragseil verwendet werden können. Es besteht aus einem Wagen, der nur auf dem obersten Brückenkabel fährt und 2 daran angehängten Arbeitsbühnen. Im Normalfall fährt dieses Gerät nur einmal das Seil bis zum Pylon und zurück zum Brückendeck (Berg- und Talfahrt). Die Versorgung der 3 Bühnen erfolgt vom Brückendeck über die Hängebühnen. Die darunter liegenden Kabel (Harfe oder Büschel) können ohne direktes Befahren besichtigt und der Anstrich von dem Wagen und von den angehängten Bühnen aus ausgebessert werden. Die Laufeinheit ist so ausgebildet, daß kein Zwang auf das Kabel ausgeübt wird. Ein Fahrwerk aus 16 schwingend gelagerten, luftbereiften Gummirädern verteilt die Lasten gleichmäßig. Seitliche Kunststoffrollen erzeugen die Seitenführung. Bewegt wird das Gerät mit einer in der Seilebene aufgestellten Winde über eine Umlenkrolle an der Pylonspitze und einem Zugseil. Als zusätzliche Sicherung ist eine Blockbremse vorgesehen, die sich selbständig auslöst und sich mit dem Brückenkabel verklemmt.

Gegenüber allen anderen Methoden Brückenseile zu besichtigen, hat das Kabelbefahrgerät folgende wesentliche Vorteile:

- Der Verkehr wird nicht behindert, da der Wagen in der Ebene der Tragseile außerhalb des Verkehrsraumes läuft.
- Es sind hohe Nutzlasten möglich, somit kann nicht nur besichtigt und geprüft werden, sondern auch alle erforderlichen Arbeiten ausgeführt werden. Im letzten Punkt des Vortrages wird gezeigt, wie nach Umbau des Wagens eine vollständige Neubeschichtung der aufgekeilten Seile vorgenommen wird.
- Von allen Möglichkeiten die kostengünstigste.

zur Auswertung und Schlußfolgerung: Im Zuge der Hauptprüfung wurde ein Kabel erstmals an mehreren Stellen aufgekeilt und mit dem Endoskop die Seile im Inneren des Kabels kontrolliert. Es zeigte sich folgender Befund: Starker Korrosionsbefall mit starker Narbenbildung, aber keine Drahtbrüche.

Es wurde folgendes Instandsetzungskonzept vorgesehen: Aufkeilen der Kabel und Anbringen von Hilfsbändselungen. Strahlen der Kabel auch im Inneren zwischen den aufgekeilten Seilen. Aufbringen der neuen Beschichtung: 2 Grundbeschichtungen und 3 Deckbeschichtungen.

Die Kabel werden im gespreizten Zustand belassen. Durch Abstandhalter alle 4 Meter aus VT-Elastomer bekommen die Einzelseile einen Abstand untereinander von ca. 20 mm. Dieses genügt, um mit dem Endoskop die Beschichtung zu überprüfen und eventuelle Drahtbrüche festzustellen. Der Abstand der Prüfungen wird verkürzt. Die in DIN 1076 vorgegebenen Fristen von 3 und 6 Jahren gehen davon aus, daß die Bauwerke keine Schäden aufweisen. Hier zeigt sich aber, daß die äußeren Drahtlagen der inneren Seile starke Narbenbildung aufweisen. Daher muß durch engeren Prüfungsabstand der Beginn von Drahtbrüchen sofort erkannt werden, um rechtzeitig Maßnahmen ergreifen zu können. Bei Dauerschwingversuchen an ausgebauten Brückenseilen an anderen Brücken ist immer ein Bruch der Seile mit Ankündigung festgestellt worden. Auch der Ausfall von beinahe der gesamten äußeren Drahtlage bewirkte kein schlagartiges Versagen. Dieses "gutmütige" Verhalten von patentverschlossenen Seilen untermauert diese Vorgehensweise. Um nun den Aufwand für Prüfungen in kürzeren Abständen möglichst niedrig zu hal-



ten, werden die Seile im aufgekeilten Zustand belassen. Ein weiterer Vorteil ist die bessere Belüftung, damit wird die Korrosionsneigung im Inneren der Kabel vermieden.

Begleitet werden die Strahl- und Korrosionsschutzarbeiten von dem Ingenieur, der die Prüfung durchgeführt hat und der auch zum Abschluß der Sanierungsarbeiten eine Aussage über den Erfolg der Maßnahmen geben muß.

Das Ergebnis der Prüfung geht in die Bauwerks- und Schadensdateien ein, wodurch auch bei der zuständigen Verwaltung der neueste Zustand der sanierten Rheinbrücke dokumentiert ist.