

Sanierung der Lorrainebrücke

Autor(en): **Weyeneth, Rolf / Fuchs, Guido**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **115 (1997)**

Heft 49

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79354>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Rolf Weyeneth, Stettlen, Guido Fuchs, Bern

Sanierung der Lorrainebrücke

Bei der Gesamtsanierung der Lorrainebrücke sollte das historische Bauwerk von Robert Maillart in Erscheinungsbild und Charakter erhalten werden. Die verkehrstechnische Bedeutung dieses Aareüberganges bedingte eine Bauausführung unter Verkehr. Die grossen Betonoberflächen der Innenräume führten zu einer unkonventionellen Substanzerhaltungsmethode mit einer Trockenluftanlage, die die relative Luftfeuchtigkeit im Brückeninnern in korrosionsinaktiven Werten hält.

Robert Maillart und sein architektonischer Berater, der Architekt Klausener, reichten 1926 das Projekt für die heutige Brücke ein. Im Gegensatz zu der überwiegenden Anzahl der andern Brücken Maillarts ist die Lorrainebrücke kein offenes Bogentragwerk, sondern weist eine geschlossene Struktur auf. Gemäss dem damaligen

Wunsch der Bauherrschaft sollte die Brücke mit dem ruhigen, geschlossenen Gewölbeüberbau den Charakter der Nydegg- und Untertorbrücke aufnehmen. Dazu gehörte auch, dass die Aussenflächen den Charakter anderer Berner Sandsteinbauten aufnehmen, weshalb als Betonzusätze weisser Solothurner und grüner Briger Stein verwendet wurden. Die Brücke wurde in den Jahren 1928-1930 gebaut.

Die Lorrainebrücke verbindet die Berner Innenstadt mit dem Lorrainequartier und dem Autobahnanschluss Wankdorf der A1. Sie besteht aus einer Hauptbrücke, die vom Hauptbogen getragen wird, und den beidseitigen Vorbrücken, die auf Nebenbögen ruhen. Der Hauptbogen ist aus Betonquadern mit Vorsatz gemauert. Die Nebenbögen sind mit vorfabrizierten Platten verkleidete Stahlbetonkonstruktionen. Über diesen Gewölben bilden Längs- und Querwände aus Stahlbeton den Aufbau und ergeben total 245 Kammern mit erschwerter Zugänglichkeit.

Die tragenden Pfeiler sind auf Molasse oder auf Grundmoräne fundiert, und beidseitige Auskragungen bilden den Übergang auf das Terrain. Ein Leitungsgang in Fahrbahnmitte ermöglicht die einfache Führung von Werkleitungen (Bild 1). Dieser Gang wurde dazu benützt, die Erschliessung des oberen Bereichs der Seitenkammern mittels Durchbrüchen und permanenten Gerüsten zu gewährleisten.

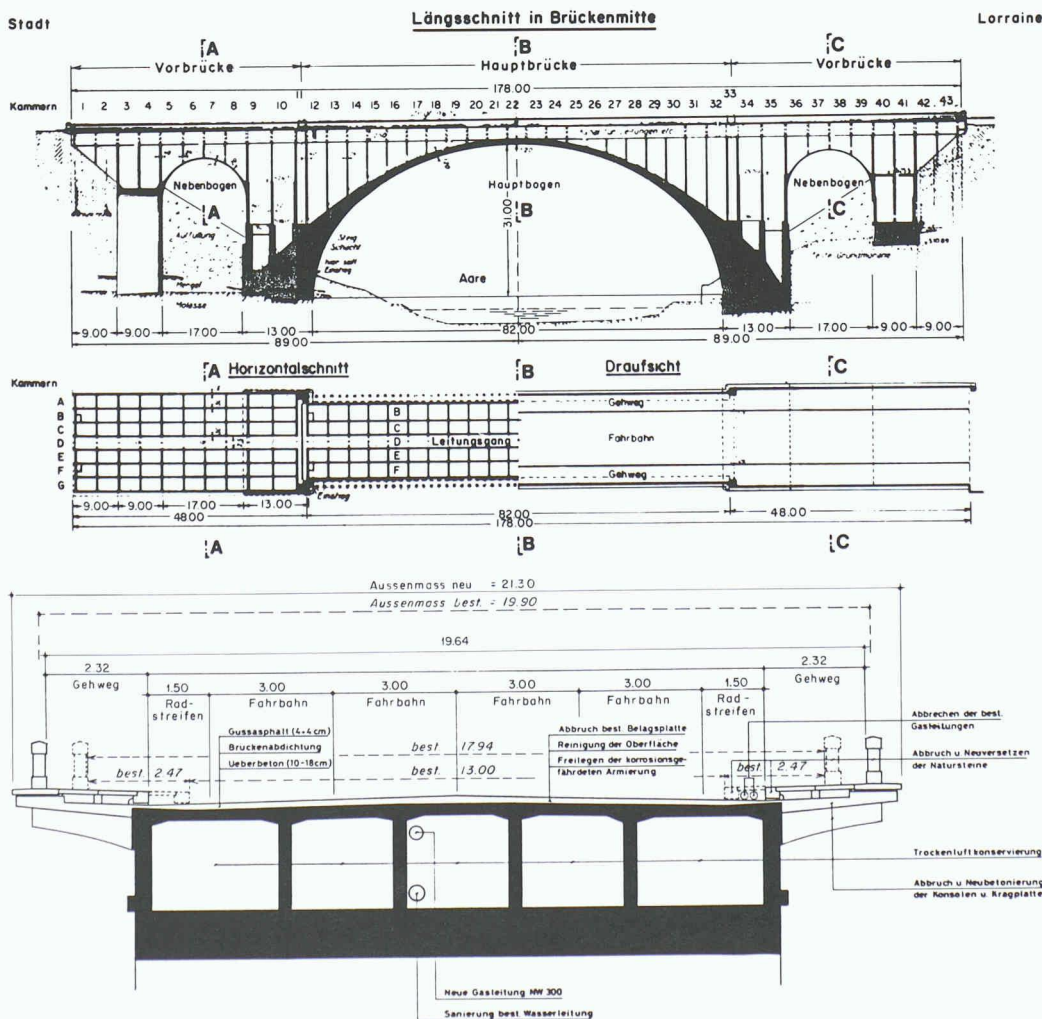
Besonders zu beachten war die unter den Gehwegen hausende Alpenseglerkolonie mit ihren eingebauten Nestern.

Sanierungsziele

Die Sanierung sollte die Nutzungsdauer der 65jährigen Brücke um mindestens weitere 30 Jahre verlängern, hatte unter Verkehr zu erfolgen und bezüglich der Fahrbahnplatte die heutigen Strassenlasten nach Norm SIA 160 (1989) zu berücksichtigen.

Zustand vor der Sanierung

Die Schäden an der Betonverschleisschicht erforderten einen Ersatz. Die dar-



1
Längsschnitt und Grundriss. Im Grundriss erkennbar sind die Kammern sowie der Leitungsgang

2
Querschnitt

unterliegende Mastix-Isolation war undicht und nicht reparierbar. In der Fahrbahnplatte wiesen die Eigenschaften des Massivplattenbetons grosse Streuungen auf. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Karbonatisierung des Betons mit Ausnahme von Einzelstellen gering war. Die undichte, später aufgebrachte Isolation führte in der Fahrbahnplattenoberseite jedoch zu unzulässigen Chloridkonzentrationen und zu Korrosionsschäden in der Armierung.

- Die Plattenunterseite wies an undichten Stellen, vorwiegend bei nachträglich zubetonierten Öffnungen, Schäden auf (Betonabplatzungen und Armierungskorrosion).
- In 12% der Kammern wurden gravierende, in weiteren 22% mehrere und in den restlichen Kammern vereinzelte Roststellen und Abplatzungen gefunden.
- Die seitlich auskragenden Teile der Brückenplatte inklusive der Konsolrippen wiesen generell massive Frost- und Korrosionsschäden auf.
- Der innere Wandbeton zeigte eine vollständige Karbonatisierung auf 1-7 mm Tiefe, an Einzelstellen bis 14 mm.
- Hauptbogen: Der Vorsatzbeton ist auf einer Tiefe von 7-40 mm karbonatisiert. Da die Betonquader nur einige Verankerungsseisen (Stirnkranze) aufweisen, die unter dem Vorsatzbeton liegen, konnte diese Karbonatisierung hingenommen werden.
- Nebenbogen: Die Haftung zwischen Verkleidungsplatten und Betongewölbe war zu gering. Die Platten mussten zusätzlich verankert werden.

Verkehrstechnische Randbedingungen

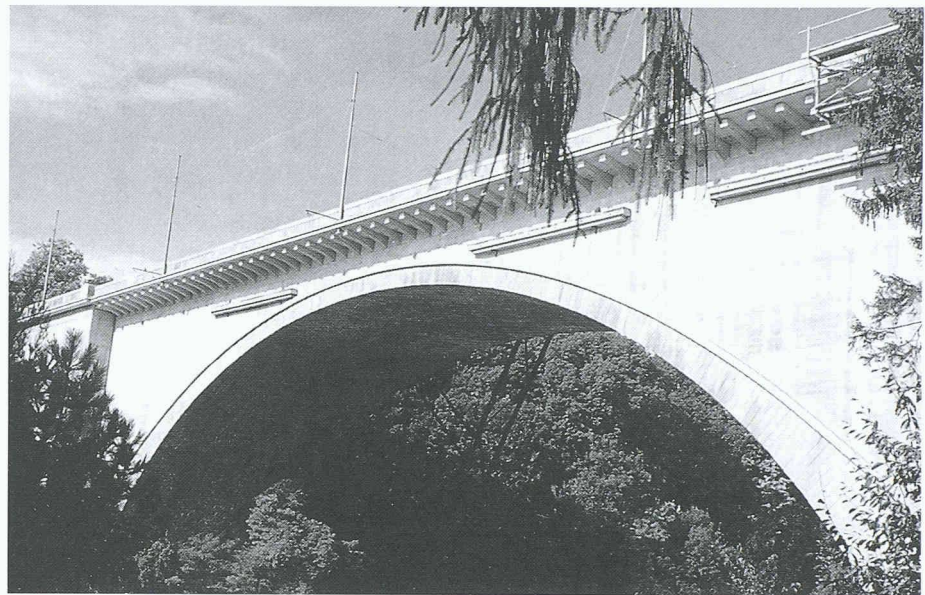
Folgende Randbedingungen waren vorgegeben:

- Es sind grundsätzlich immer zwei Fahrspuren stadtaus- und eine Fahrspur stadteinwärts zum staufreien Abfluss des Verkehrs aus der Innenstadt offenzuhalten.
- Für die Fussgänger ist auf der flussabwärtigen Seite ein temporärer Fussgängersteg zu erstellen.
- Die Verkehrsumstellungen sowie die Belagsarbeiten im Brückenanschlussbereich sind ausnahmslos nachts auszuführen.

Sanierungskonzept

Fahrbahnplattenoberseite

Abbruch und Entfernen des Betonbelags (Betonplatte) und der Isolation. Betonabtrag ganzflächig mit Höchstdruck-



3 Gesamtansicht der Lorrainebrücke. Sichtbar sind die Rippen für die Trottoir-Konsolplatte und die provisorischen Nistkästen für die Alpengseglerkolonie

wasserstrahl bis auf die obere Armierung. Anschliessend flächige Potentialfeldmessung, um Stellen mit erhöhter Chloridkonzentration und korrodierter Armierung festzustellen. Es folgte ein gezielter zweiter Betonabtrag an diesen Stellen, um die Armierung freizulegen. Der alte Beton wurde mit dem neuen, armierten und auf die ganze Fläche mit 12-15 cm Stärke aufgebrauchten Überbeton verdübelt. Die Isolation besteht aus vollflächig aufgeflämmten, kunststoffvergüteten Polymerbitumendichtungsbahnen (PBD). Als Fahrbelag dient ein zweilagig aufgebrachter Gussasphalt von je 40 mm Stärke.

Auskragende Brückenkonsolen

Abbruch und Neubetonieren der Konsolen mit gleichzeitiger Brückenverbreiterung: Diese beträgt bei den Nebenbogen 30 und beim Hauptbogen 70 cm. Beim Hauptbogen wurden die Rippenform für die vergrösserte Ausladung übernommen und anhand eines Modells 1:1 von der Denkmalpflege gutgeheissen (Bild 3). Im Trottoirbereich applizierte man als Isolation der Tragkonstruktion eine Flüssigfolie. Die Gehwegkonstruktion (Natursteinplatten) und die Brüstung (Natursteinquader) wurden sorgfältig abgebrochen und nach der Erstellung der Tragkonstruktion wieder verlegt. In die Konsole eingebaut wurden Nistkästen aus

Eternit für die Alpengseglerkolonie, die seit dem Bau der Lorrainebrücke hier ansässig ist.

Bogenunterseiten

Die Hauptbogenunterseite wurde von einem fahrbaren Hängegerüst aus abgeklopft und lose Teile des Betonvorsatzes entfernt.

Sämtliche Verkleidungsplatten der Nebenbogen wurden mit Klebeankern fixiert. Zum Teil mussten in den Pfeilerbereichen zwischen Haupt- und Nebenbogen Sanierungsarbeiten (korrodierte Armierung) ausgeführt werden.

Brückeninnenraum

Die Lorrainebrücke hat mit ihren 245 Kammern eine sehr grosse innere Betonoberfläche. Ziel der Innenraumsanierung war es, den heutigen Zustand zu stabilisieren. Dazu wurde das Trockenluftverfahren gewählt. Die Luft im Brückeninnern wird soweit entfeuchtet, dass der Korrosionsvorgang gestoppt bzw. auf unbedeutende Werte gesenkt wird. Eine Studie empfahl als sicheren Wert für einen totalen Stopp der Korrosion eine relative Luftfeuchtigkeit von unter 50% anzustreben.

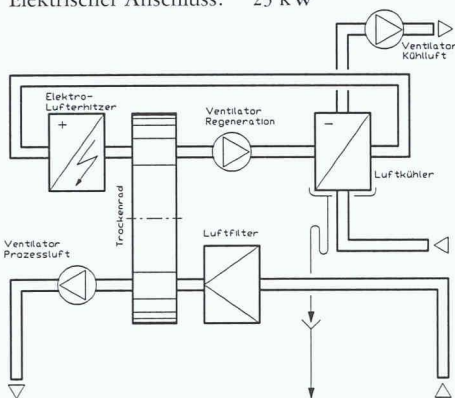
Aus der Literatur [1], [2] ist ersichtlich, dass für chloridhaltigen Beton ein Wert der relativen Betonfeuchtigkeit zwi-

4
Betriebsdaten
Entfeuchtungsgerät

Betriebsdaten Entfeuchtungsgerät

Betriebsbedingung	Entfeuchtungsleistung [kg Wasser/h]	Spez. Energieverbrauch [kWh/Liter Wasser]
+20 °C/60% r.F.	15	1,0
+10 °C/60% r.F.	11	1,3
+ 0 °C/60% r.F.	5	2,5

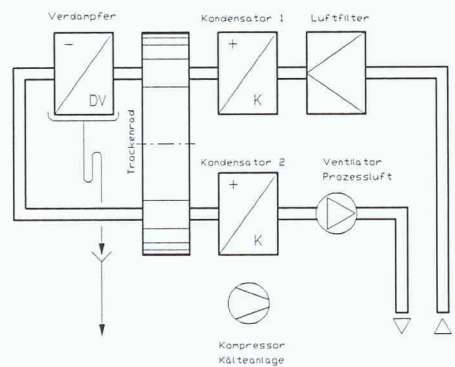
Luftmenge 2900 m³/h
 Entfeuchtungsleistung 15 kg/h
 Elektrischer Anschluss: 23 kW



5

Lufttrocknung: System mit Adsorption

Luftmenge 4500 m³/h
 Entfeuchtungsleistung 15 kg/h
 Elektrischer Anschluss: 10 kW



6

Lufttrocknung: System mit Adsorption, kombiniert mit Wärmepumpe

schen 50 und 60% nötig ist; für karbonatisierten Beton genügt ein leicht höherer Wert [3]. Der erforderliche Wert ist abhängig von den Betoneigenschaften im heutigen Zustand. Der Korrosionsprozess kommt zum Stillstand, wenn der elektrische Widerstand des Betons sehr gross ist [4].

Für die Dimensionierung der Anlage wurde ein resultierender relativer Luftfeuchtigkeitswert von 50-60% vorgegeben. Auf längere Sicht wird sich damit der Betonfeuchtigkeitswert auf einem Durchschnittswert von rund 55% einpendeln.

Statik und Dynamik

Die Fahrbahnplatte wurde in der Projektierungsphase nach der Belastungsnorm SIA 160 (1970) überprüft und unter Einbezug der Verstärkung mit der neuen oberen Plattenarmierung als in Ordnung befunden.

In der Ausführungsphase wurde auch ein Tragsicherheitsnachweis nach Norm SIA 160 (1989) erbracht, der auch bei reduzierter unterer Armierung (2/3 der unteren Armierung korrodiert) eine genügende Sicherheit nachwies.

Die neuen Konsolen wurden für Eigengewicht und Fussgänger bemessen. Bei den Konsolen flussabwärts musste ein Bauzustand einbezogen werden, bei dem der Trolleybus mit 12 t Achslast auf dieser Fahrspur verkehrte (vor Erstellung des Trottoirs). Die neuen Konsolen wurden entsprechend dimensioniert. Dagegen sind die Natursteinplatten des Trottoirs grundsätzlich nicht befahrbar.

Temporärer Fussgängersteg

Der Fussgängersteg wurde separat als Unternehmervorschlag mit definierten Randbedingungen ausgeschrieben. Anlass zu Diskussionen gab die zu erwartende Eigenschwingungsfrequenz der Brücke. Der Projektverfasser (Unternehmervorschlag) legte eine Berechnung eines Ingenieurbüros mit Werten von 18,3 bis 43,7 Hz vor. Eigene Überslagsrechnungen ergaben einen Wert von 3,9 bis 5,75 Hz, so dass eine Kontrolle mit einem Statikprogramm durchgeführt wurde, woraus Vertikalfrequenzen von 3,5 bis 5,3 Hz resultierten. Eine Berechnung nahm die Eigenfrequenz von 3,3 Hz für einen einfachen Balken als Grundlage für Sicherheitsüberlegungen an. Ein Fachmann für Schwingungen empfahl ebenfalls, von der Eigenfrequenz des einfachen Balkens auszugehen, die im kritischen Bereich liegt.

Schliesslich beschloss man, die Brücke zu bauen und in einem Versuch Eigenfrequenz und allfällige Aufschaukelungen zu messen. Zwölf Schüler der benachbarten Gewerbeschule erregten durch Gleichschritt, synchronen Laufschrift und durch Hüpfen an Ort den Steg. Die gemessenen Frequenzen betragen 3,5 bis 5,4 Hz. Interessant war jedoch, dass keine Aufschaukelung stattfand, da die Brücke Knoten mit dämpfender Wirkung bildete.

Der Fussgängersteg wurde im Februar 1992 feierlich durch den städtischen Baudirektor eröffnet und als Maillartsteg eingeweiht.

Bauüberwachung und Qualitätskontrolle

Im Rahmen der üblichen Kontrollen bezüglich Betonabtrag, Armierungsabnahmen, Frischbetonkontrollen usw. kam es zu gewissen Mängeln: Vom Frischbetonwerk wurde ohne Wissen von Unternehmung und Bauleitung für die erste Etappe der Fahrbahnplatte entgegen der Aus-

schreibung eine Betonmischung mit 25 kg/m³ Kalk anstelle des Hochleistungsverflüssiger-Zusatzes geliefert. Ein dazu eingeholter Expertenbericht stellte bezüglich Karbonatisierungsgeschwindigkeit der verwendeten Betonmischung ein schlechteres Zeugnis als der bestellten Mischung aus. Dies führte nach langen Diskussionen mit Bauherrschaft, Unternehmung, Frischbetonwerk, TfB, Experten und Gesamtleiter schliesslich zu einem Nachbesserungsvorschlag der Ausführungsfirma, der akzeptiert wurde.

Bei einer Applikation von Flüssigfolie mit der computergesteuerten Spritzanlage gab es temporäre Schwierigkeiten; die Anlage dosierte falsch, und die Folie haftete schlecht. Die entsprechende Partie musste entfernt und ausgebessert werden. Ferner führte der Anschluss der PBD an die Flüssigfolie zu Problemen in der ersten Etappe. Die Flüssigfolie war im Anschlussbereich mit einem Haftanstrich versehen, der sich bei 200°C mit der PBD verbinden sollte.

Diese Methode erwies sich als nicht baustellengerecht, da beim Aufblähen der Folie die geforderte Temperatur nicht erreicht oder dann überschritten wurde. Im ganzen Anschlussbereich musste der Haftanstrich entfernt und statt dessen eine neue Lage Flüssigkunststoff mit eingestreutem Quarzsand aufgebracht werden.

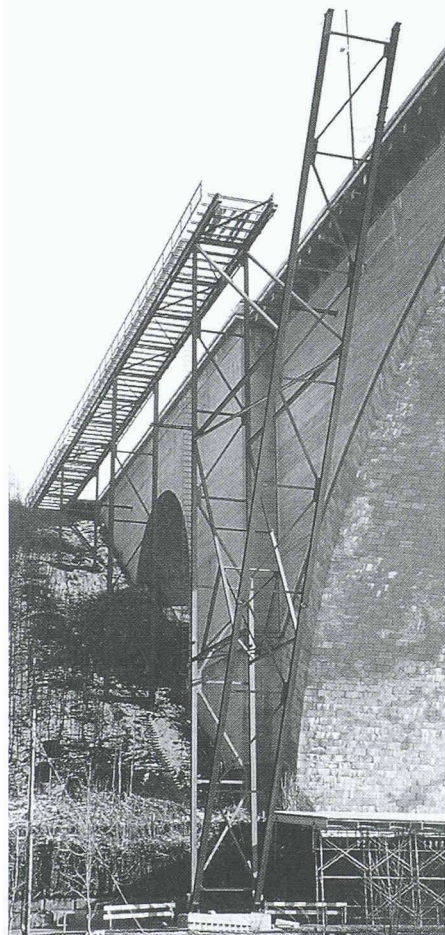
Innenraumsanierung

Die im Brückeninnern installierte Trockenluftanlage verlangt eine möglichst dichte Gebäudehülle. Zu diesem Zwecke wurde die Brücke in drei Abschnitte unterteilt: Hauptbogen, Nebenbogen Schützenmatte sowie Nebenbogen Lorraine. Jeder Abschnitt ist im Installationsgang mit luftdichten Türen abgeschlossen.

Nach Rauchversuchen wurden offensichtliche Lecks gedichtet. Vor allem mussten Schächte und Leitungen gegen aussen nachgedichtet werden. In den Nebenbogen wurden im Hangbereich Betonböden auf das Terrain betoniert.

Beim Zwischenpfeiler Lorraine wurde eine Kammerreihe mit zusätzlichen Zwischendecken versehen, da im unteren Bereich dieser Kammern durch die bergseitige Wand dauernd Wasser durchsickerte. Dieser durchnässte Teil (im unteren, nicht armierten Pfeilerbereich) wird nicht getrocknet.

Gemäss Lüftungskonzept mussten alle Durchbrüche im oberen Teil zu den beiden äusseren Kammerreihen mit Türen versehen werden, womit man die Zuluft der Anlage durch die bodennahen Öffnungen zwingt.



7

Der Fussgängersteg im Bau

Investitionskosten Trockenluft

Entfeuchtungsanlagen mit Verteilleitungen	Fr.	385 000.-
Elektroanlagen	Fr.	109 000.-
MSRL-Anlage	Fr.	49 000.-
Bauarbeiten (für Trockenluft)	Fr.	488 000.-
Honorare	Fr.	238 000.-
Investitionskosten total	Fr.	1 269 000.-

Betriebskosten

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiekosten 		
Approximativer Jahresenergieverbrauch		65 000 kWh
Betrieb der Anlagen nur im Nachttarif		
Arbeitspreis	Fr. 5560.-	
Leistungspreis	Fr. 2740.-	Fr. 8300.-
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wartungs- und Servicekosten 	Fr.	3000.-
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kapitalkosten 		
Investitionskosten		
Entfeuchtungsanlagen	Fr.	679 000.-
Nutzungsdauer	20 Jahre	
Kalkulationszinsfuss	4,5%	
Annuitätsfaktor	7,69%	Fr. 52 200.-
Bauarbeiten		Fr. 590 000.-
Nutzungsdauer	50 Jahre	
Kalkulationszinsfuss	4,5%	
Annuitätsfaktor	5,05%	Fr. 29 800.-
Approximative Jahresgesamtkosten	Fr.	82 000.-

Projekt und Ausführung der Trockenluftanlage

Mit einem Messkonzept wurden vor und während der Fahrbahnsanierung die Lufttemperaturen, die relative Feuchtigkeit und der Wassergehalt in der Luft im Brückeninnern und in der Aussenluft erfasst und ausgewertet. Die relative Luftfeuchtigkeit im Brückeninnern bewegte sich über das Jahr zwischen 75 und 95%. Ziel des Trockenluftprojekts war es, die relative Luftfeuchtigkeit über das ganze Jahr auf einem Wert zwischen 50 und 60% zu stabilisieren.

Um den ersten Indikator für den Feuchteanfall im Brückeninnern zu erhalten, musste die Dampfdiffusion durch die armierten Betonwände berechnet werden. Die theoretisch anfallende Wassermenge von nur 150 g/h war jedoch so gering, dass die hohen Feuchtigkeitswerte im Brückeninnern nicht alleine von der Dampfdiffusion stammen konnten. Die Ursache musste bei Lecks gesucht werden. Durch verschiedene Überdruckmessungen und Rauchversuche konnte die Brücke auf einen allseitig wirtschaftlich vertretbaren Wert abgedichtet werden.

Mit einem zugemieteten Kleinluftentfeuchter setzte man zusätzlich die Theorie in die Praxis um und testete in zwei ungünstig gelegenen Kammern die theoretisch berechnete Entfeuchtungsleistung. Die maximale Entfeuchtungsleistung beträgt nun pro Brückenabschnitt 15 kg Wasser/h bei einer Lufttemperatur von +20 °C und einer relativen Feuchte von 60% (Bild 4).

Evaluation der Entfeuchtungsprinzipien

Die Entfeuchtungsmethode soll energiesparend arbeiten, die Betriebssicherheit im Temperaturbereich zwischen $\pm 0^\circ\text{C}$ und $+25^\circ\text{C}$ gewährleisten, einfach zu bedienen und wartungsfreundlich sein. Folgende Entfeuchtungsprinzipien wurden untersucht:

- Kälte/Kondensationsprinzip: Bei Lufttemperaturen unter 10°C ist diese Entfeuchtungsmethode unwirtschaftlich und konnte nicht in Betracht gezogen werden.
- «Winterlüftung»: Als zusätzliche Entfeuchtung mittels Aussenluft während der kalten Jahreszeit eignete sich die «Winterlüftung» nicht, da die Lufttemperatur in der Brücke mit einer Zeitverschiebung der Aussentemperatur folgt.
- Adsorption: Die in Frage kommenden Geräte arbeiten im Kern alle nach diesem Prinzip. Es wurden folgende zwei Adsorptionstechniken gegenübergestellt:
 - Adsorption: Adsorption der Luftfeuchtigkeit im Trockenrad, Re-

Am Bau Beteiligte

- Bauherr: Tiefbauamt der Stadt Bern
- Bauingenieur: Bernet + Weyeneth, Bauing. SIA/ASIC, Bern
- Ingenieur Trockenluft: Fuchs & Partner AG, Bern
- Spezialisten:
 - Trockenluft: Helbling AG, Zürich
 - Potentialfeldmessungen: Wolfseher + Partner, Bern
 - Elektroplanung + EDV: Schneider + Suter AG, Gmüli
 - Verkehrsplanung: Emch + Berger AG, Bern
- Unternehmer:
 - Baumeister: Marti AG, Bern
 - Isolation, Beläge: Perroud & Pasquier, Giviez
 - Isolationen: Tecton AG, Pfäffikon ZH
 - Natursteinarbeiten: Arge Fesch/Bernasconi AG, Bern
 - Schlosserarbeiten: Gebr. Müller AG, Bern, und Hostettler Metallbau AG, Bern
 - Fussgängersteg: Meier + Jäggi AG, Wynau, und Senn AG, Stahlbau, Oftringen
 - Trockenluft: Delta-E AG, Münchenstein, Wirz AG, Bern, und Balduin Weisser AG, Bern

generation (Desorption) im abgeteilten Radsektor durch einen im Gegenstrom geführten elektrisch erwärmten Luftstrom. Kondensation der Regenerationsluft im Kondensator mittels Querluftstrom (Bild 5).

- Adsorption kombiniert mit Wärmepumpe System Frigosorb: Adsorption der Luftfeuchtigkeit im Trockenrad, Regeneration (Desorption) durch die im Kondensator erwärmte Prozessluft und Kondensation des ausgeschiedenen Wassers im Verdampfer des Kälteteils (Bild 6).

Das mit einer Wärmepumpe kombinierte Adsorptionsgerät wurde für den Einbau vorgeschlagen. Das Gerät ist zwar teurer in der Investition, braucht jedoch im Betrieb wesentlich geringere Energiekosten als ein herkömmliches Gerät und verursacht auch sonst niedrigere Betriebskosten.

Disposition der Entfeuchtungsanlagen

Pro Brückenabschnitt ist je eine Anlage eingebaut, die alle unabhängig voneinander betrieben werden können. Die Anlagen umfassen folgende Hauptkomponenten:

- Entfeuchtungsapparat
- Rohr- und Kanalnetz zur Luftverteilung in den äusseren Kammern
- Lufteinblasdüsen in den äusseren Kammern
- Automatische Feuchtesteuerung und Betriebsdatenerfassung

- Elektroverteilkasten für den Einbau der speicherprogrammierbaren Steuerung (Prinzipschema).

Steuerung

Die Anlagen werden nur im Niedertarif (22 bis 6 Uhr) und bei Bedarf in Betrieb gesetzt.

Pro Brückenabschnitt sind je sechs Temperatur-/Feuchte-Messumformer installiert. Die Analogwerte der Fühler werden in Digitalwerte umgewandelt und über ein Feldbus-System (Dupline) an die speicherprogrammierbare Steuerung geleitet und verarbeitet. Der höchste Feuchtwert eines Fühlers pro Brückenabschnitt steuert das entsprechende Entfeuchtungsgerät.

Die Betriebsdatenerfassung orientiert den Bauherrn über das Langzeitverhalten der klimatischen Verhältnisse in der Brücke sowie über den wirtschaftlichen Betrieb der Entfeuchtungsanlagen.

Betrieb der Trockenluftanlage

Die Inbetriebsetzung der drei Anlagen erfolgte im Mai 1996. Innerhalb von nur acht Wochen konnte die relative Feuchtigkeit in der Brücke auf die angestrebten 50 bis 60% abgesenkt werden.

Der einwandfreie Betrieb der Anlagen verlangte präzise eingestellte Prozessluftmengen. Auch mussten noch verschiedene Betriebsoptimierungen an den Kältekreisläufen vorgenommen werden.

Da das Entfeuchtungsgerät intern automatisch zwischen Sommer- und Winterbetrieb umschaltet, war es wegen der extremen Temperaturunterschiede in der Brücke ratsam, eine Winter- wie Sommerabnahme durchzuführen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Feineinstellungen am Gerät sowie an der Luftmengenverteilung bis zum einwandfreien Betrieb sämtlicher Anlagen noch mehrere Wochen in Anspruch nahmen.

Richard Hirt, Zürich

Wer hat Angst vor 40-Tönnern?

Vor noch nicht allzu langer Zeit galt die 28-Tonnen-Limite für Lastwagen aus technischen und umweltpolitischen Gründen als «heilige Kuh» der schweizerischen Verkehrspolitik. Mit der jüngsten flächendeckenden Ausweitung der Radialzonen für den 44-Tonnen-Containerverkehr und der Offerte der Schweiz an die EU, zuerst 34-Töner, später auch 40 Tonnen schwere Lastwagen in der Schweiz zuzulassen, ist ein Tabu gefallen, und niemand hat sonderlich aufgemuckt. Die früher vorgeschobenen technischen Argumente haben offensichtlich ausgedient.

Die gesetzlichen Vorschriften zur Begrenzung der Höchstgewichte und Abmessungen der Strassentransportfahrzeuge haben - neben den Abgaben und Steuern - einen massgeblichen Einfluss auf die Gütertransportpolitik, insbesondere auf die Aufteilung zwischen Bahn- und Strassentransport. Die schweizerischen Vorschriften sind stark geprägt durch spezifische nationale wirtschafts-, raumordnungs- und umweltpolitische Besonderheiten und Bedürfnisse.

Im Zuge möglicher Abkommen zwischen der Schweiz und der Europäischen Union müssten die einschlägigen Normen

bezüglich der Strassenfahrzeuge für den Güterverkehr in nationales Recht übernommen werden. Eine erste Harmonisierung bezüglich der Abmessungen und der Achslasten (Bild 1) wurde in den Jahren 1994 und 1995 vorgenommen [1], [2], [3].

Auf dem schweizerischen Strassennetz bildet zurzeit die 28-Tonnen-Limite immer noch ein Grundprinzip der Verkehrspolitik. Selbstverständlich verkehren auf den Schweizer Strassen schon heute Fahrzeuge, welche technisch auf den EU-Standard von 40 Tonnen ausgelegt sind. Allerdings haben sie die in der Schweiz zulässigen Gesamtgewichte und Achslasten einzuhalten.

Für die Gewichtslimite von 28 Tonnen gilt eine Toleranz von 5%, für den Transport von Holz gar eine solche von 15%, so dass de facto die zulässigen Maximalgewichte bei 29,4 Tonnen bzw. bei 32,2 Tonnen liegen. In den vom Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartement (EJPD) 1991 festgelegten 10 km breiten Grenzzonen dürfen im grenzüberschreitenden Verkehr Lastwagen mit einem Gesamtgewicht von 40 Tonnen verkehren [4]. Für den grenzüberschreitenden kombinierten Verkehr (ISO-Container) sind ab bestimmten Verladebahnhöfen innerhalb vorgeschriebener Grenzen (seit dem 1. August 1997 in einem Umkreis von 30 km) sogar Ladungen bis 44 Tonnen zulässig. Bei der heute

Literatur

- [1]
Rahmel A., Schenk W.: Korrosion und Korrosionsschutz von Stählen. Verlag Chemie, Weinheim 1967, S. 87 ff.
- [2]
Bukowiecki, A.: In Proceedings 8. Kongress der Internationalen Union für Galvanotechnik und Oberflächenbehandlung. Basel 1972. Forster-Verlag Zürich 1973, S. 14
- [3]
Structural Engineering International: Rehabilitation of Concrete Structures. Vol. 3/94
- [4]
Hunkeler, Fritz: Elektrischer Betonwiderstand. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 5/97

Adresse der Verfasser:

Rolf Weyeneth, Bauingenieur SIA/ASIC, Ferenbergstrasse 25, 3066 Stettlen, und Guido Fuchs, Fuchs + Partner AG, Lüftungs + Energietechnik, Lombachweg 11, 3006 Bern

Vergleich	CH		EU	
	Tonnen		Tonnen	
Gesamtgewichte				
Lastwagen	2 Achsen	18,0	18,0	
	3 Achsen	26,0	26,0	
	4 Achsen	28,0	32,0	
Sattelschlepper	5 Achsen	28,0	40,0	
Achslasten				
Einzelachse		10,0	10,0	
Antriebsachse		11,5	11,5	
Doppelachse		18,0	18,0	
Dreifachachse		24,0	24,0	

1

Vergleich Lastwagen EU/CH (Stand 1.1.1996)

geltenden maximalen Achslast ist eine Überschreitung von 2% zulässig, so dass die Einzelachse 10,2, die Antriebsachse 11,7 Tonnen nicht überschreiten darf.

Zur Senkung der Anzahl Fahrten, der Fahrzeugkilometer und letztlich der Transportkosten geht die Entwicklung weltweit in Richtung höherer Gesamtgewichte. Dadurch lässt sich der Nutzlastanteil am Gesamtgewicht von etwa 40% bis deutlich über 60% steigern. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die zulässigen Achslasten im EU-Bereich nicht ansteigen. Die Schweiz hat 1996 in Angleichung an die EU sogar die Höchstlast für die Antriebs-Einzelachse von 12,0 auf 11,5 Tonnen zurückgenommen (Revision VTS 1995).

Es stellt sich die Frage, wie sich die höheren Gesamtgewichte von 32 bzw. 40 Tonnen auf den Lebenszyklus der Strassen auswirken werden. Es wird befürchtet, dass vor allem auch bei den schwächer dimensionierten Strassenoberbauten der