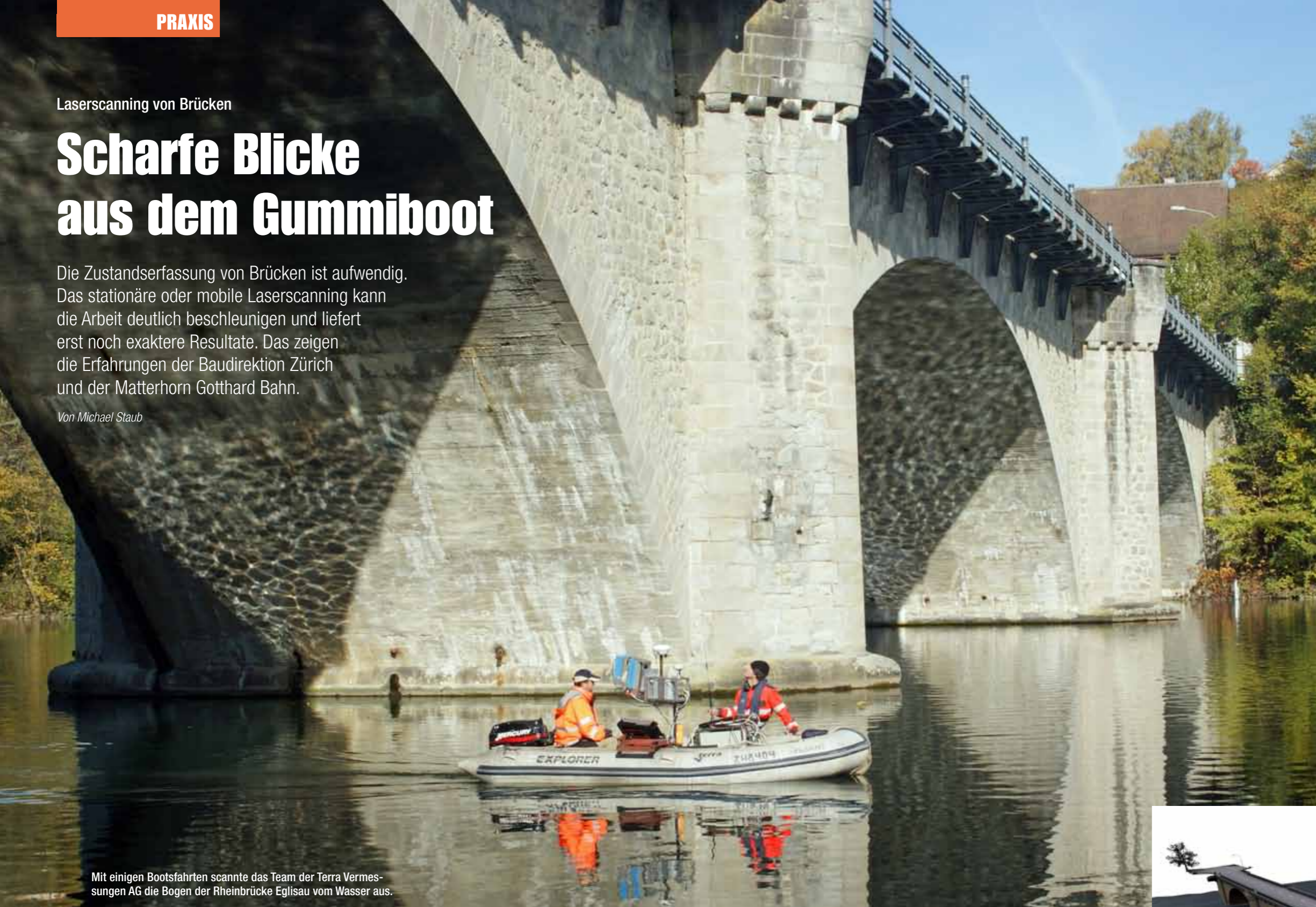


Laserscanning von Brücken

Scharfe Blicke aus dem Gummiboot

Die Zustandserfassung von Brücken ist aufwendig. Das stationäre oder mobile Laserscanning kann die Arbeit deutlich beschleunigen und liefert erst noch exaktere Resultate. Das zeigen die Erfahrungen der Baudirektion Zürich und der Matterhorn Gotthard Bahn.

Von Michael Staub



Mit einigen Bootsfahrten scannte das Team der Terra Vermessungen AG die Bogen der Rheinbrücke Eglisau vom Wasser aus.

Dreidimensionale Brücken kennt man aus CAD-Workshops und Computerspielen. Doch das Bauwerk, das Simon Rickenbacher mit ein paar Mausbewegungen hin- und herbewegt, von oben, von unten und von der Seite betrachtet, gibt es tatsächlich. Die 130 Meter lange, elegante Bogenbrücke überspannt in Eglisau seit 1919 den Rhein. Ihr Betongewölbe ist mit Naturstein verkleidet, die längste Stützweite beträgt rund 45 Meter. Im digitalen Modell wird die Eleganz der Konstruktion deutlich sicht-

bar. Doch die Konturen auf Rickenbachers Bildschirm sind nicht mittels CAD gezeichnet, sondern wurden mit einem mobilen Laserscanner (MLS) abgetastet. «Wir haben die Brücke erst zweimal mit dem Auto überquert und sind dann wiederholt mit dem Boot unter den Bögen durchgefahren», berichtet Rickenbacher, Abteilungsleiter Mobile Datenerfassung bei der Terra Vermessungen AG in Othmarsingen AG. Stets dabei war ein selbst entwickeltes Messsystem, dessen wichtigster Bestandteil ein Laserscanner ist. Aus

ihrem Vermessungs-Biathlon gewannen die Spezialisten eine sogenannte Punktwolke (siehe «Stichwort» auf Seite 23). Diese benutzten sie, um ein 3D-Modell der Brücke mit einer Genauigkeit von wenigen Millimetern zu rechnen.

Rasche Übersicht

Wurden Brücken bisher vor allem durch einen Augenschein vor Ort im Rahmen von Begehungen sowie mit dem Einsatz von Industriekletterern inspiziert, bietet das Laserscanning seit einigen

Jahren eine valable und in ihrer Genauigkeit unerreichte Alternative. Zwar reicht die Technik der Oberflächenabtastung nicht, um das Innere von Bauwerken abzubilden. Jedoch ist die genaue Erfassung der Aussenform hilfreich, um in wenigen Minuten präzise Schnitte an jeder beliebigen Position zu gewinnen. Zudem erfasst ein Laserscanning nicht nur das Bauwerk, sondern auch die Umgebung. Der Kontext wird gleichsam gratis mitgeliefert – ein nützlicher Mehrwert gerade bei Verkehrsinfrastrukturbauten.

«Um die Instandsetzung und deren Bauablauf zu planen oder gewisse Massnahmen mit dem Denkmalschutz zu besprechen, beurteilen wir das Laserscanning als sehr vorteilhaft», sagt Josef Cueni, der Projektleiter im kantonalen Tiefbauamt Zürich und für die Rheinbrücke verantwortlich ist. Gerade um die optimale Anordnung von Gerüsten oder Hilfskonstruktionen zu eruieren, sei das 3D-Modell nützlich. Der MLS-Einsatz in Eglisau sei für die kantonale Baudirektion Zürich jedoch eher eine Ausnahme gewesen: «Grundsätzlich bevorzugen wir bei reinen Zustandsaufnahmen weiterhin die normale Beobachtung. Bei der Eglisauer Brücke waren die alten Planunterlagen jedoch teilweise ungenügend. Dank des Scans konnten wir auch die Instandsetzung sowie eine allfällige Hilfsbrücke planen.»

Vor allem bei alten Bauwerken kommen die Stärken des Laserscannings zur Geltung. Walter Frei, der bei der Edy Toscano AG für die Vermessung der Rheinbrücke zuständig und somit Rickenbachers Auftraggeber ist, streicht die Bedeutung einer guten Datengrundlage heraus: «Die effektive Bogenform ist bei solchen Brücken matchentscheidend für die statischen Berechnungen. Wir können nicht riskieren, eine Spannweite von 50 Metern aus den alten Plänen zu übernehmen, wenn die effektive Weite 52 Meter beträgt.» Daneben sei auch die einfache Handhabung der Daten ein Argument für das Laserscanning: «Wir haben repräsentative Längs- und Querschnitte gebraucht. Diese konnten wir sehr einfach aus der Punktwolke generieren.»

Aufwendige Technik

Das Abfahren von Strecken mit gleichzeitigem Laserscanning ist gerade im Eisenbahnbereich schon länger bekannt. Die SBB setzt zur Überwachung ihrer Infrastruktur eigene, mit Scannern



Die 3D-Visualisierung der Brücke zeigt die Oberfläche und die Geometrie mit digitaler Präzision.

bestückte Diagnosefahrzeuge ein. Und auch die AlpTransit Gotthard AG hat den roh ausgebrochenen Gotthard-Basistunnel mittels MLS millimetergenau erfasst. Doch wie garantiert man, dass die aus einem Eisenbahnwagen, Auto oder gar aus einem Schlauchboot gewonnenen Daten erstens vollständig und zweitens verlässlich sind? «Ohne genaue Koordinaten geht es nicht», sagt Rickenbacher. Das ist eine Untertreibung, denn die Koordinaten ändern sich bei einem bewegten Objekt bekanntlich fortwährend.

Bei der Terra Vermessungen AG ist man deshalb stolz auf das selbstentwickelte und programmierte MLS-Gesamtsystem – eine Kombination aus Laserscanner, Software und Inertialsystem. Erst dieses Inertialsystem macht die mobile Vermessung möglich. Es erfasst gleichzeitig die Koordinaten aus Satelliten-Navigationssystemen wie GPS sowie die Neigung, Schräge, Bewegung und Beschleunigung mobiler Plattformen. Nur dieser ständige und äusserst anspruchsvolle Ausgleich erlaubt es, die Punktwolken gleichsam im

Vorüberpaddeln aufzunehmen und nachträglich vom Rechner in das eindeutige, richtige Koordinatensystem zu übertragen. «Unser System ist nicht an eine bestimmte Plattform gebunden», sagt Rickenbacher, «wir haben es als Baukasten konzipiert und montieren die benötigten Komponenten jeweils auf das passende Fahrzeug». Selbst einen Quad, ein vierrädriges Motorrad, hat man schon eingesetzt. Damit knüpfen die Schweizer an Versuche in Schweden an, wo man ganze Waldbestände mit MLS auf Quads erfasst.

Viadukte im Laserlicht

Während die Rheinbrücke Eglisau im Kanton Zürich noch eine Sonderstellung genießt, ist das Laserscanning von Bahnviadukten zwischen Disentis und Zermatt beinahe schon Standard. «Wir schätzen die Grundlage für die Planung», sagt Antonino Maesano, Engineering-Spezialist für Fahrbahn und Kunstbauten bei der Matterhorn Gotthard Bahn (MGBahn). Für viele der 59 Brücken und Viadukte der Bahn finde man kaum



Jürg Pulfer von der Terradata AG demonstriert das Scansystem: Auf dem Laserscanner sitzt eine Digitalkamera mit kalibriertem Objektiv. Beide Geräte übermitteln ihre Daten kabellos auf das Tablet.



Statische Vermessung im laufenden Betrieb: Das Bahnviadukt im Val Strem wurde von einem Dutzend fixer Punkte aus erfasst.

noch archivierte Pläne. «Mit den Querprofilen und dem Ist-Zustand, den uns ein Scan liefert, können wir sehr gut arbeiten und auf dem Bildschirm die projektierten Massnahmen sozusagen drüberlegen.» Vor allem Fahrleitung und Trassierung liessen sich so einfach planen. Nicht zu verachten sind laut Maesano auch die Schauwerte der Aufnahmen: «Das sind sehr schöne Bilder, die sich gut für Marketing- und Kommunikationsmassnahmen verwenden lassen.»

Scannen als Leistungssport

Eines der vielen Bauwerke, welche die MGBahn mittels Laserscanning erfassen liess, ist das Viadukt im Val Strem, das sich oberhalb von Sedrun bis zum Oberalpstock zieht. 1913 aus Naturstein gemauert, soll das Bauwerk 2014 saniert werden. «Bei den meisten Viadukten aus dieser Zeit ist der Brückentrog nicht mehr dicht», sagt Maesano. Deshalb werde man vermutlich

einen neuen Betontrog auf das bestehende Mauerwerk aufsetzen.

Weil das Viadukt im Val Strem kein Gewässer überspannt und gut zugänglich ist, konnte es mittels statischem Laserscanning erfasst werden. Diese Aufgabe übernahm die Terradata AG. «Die meisten Bahnbrücken lassen sich von zwei Mitarbeitern in einem Tag erfassen», erklärt Jürg Pulfer, Vermessungsingenieur bei Terradata. Alleingänge seien bei dieser Art von Feldarbeit nicht ratsam: «Mit Scanner, Stativ und allem nötigen Material wie Ersatzakku schleppen wir 40 bis 50 Kilogramm durchs Gelände.» Man arbeitet mit jeweils 15 bis 25 verschiedenen Scanner-Standorten. Die Schnelligkeit des Aufnahmeverfahrens ist für Pulfer ein wichtiges Argument: «Gerade gegenüber tachymetrischen Aufnahmen mit vereinzelt Querschnitten bietet das Laserscanning eine schnelle und vollständige Erfassung des äusseren Zustands. →

STICHWORT

Laserscanner arbeiten nach einem einfachen Prinzip: Ein Laserstrahl wird ausgesandt und von einem Objekt reflektiert. Der Reflex wird als einzelner Punkt im Raum registriert. Aus dem Winkel und der Verzögerung zwischen Signal und Echo lassen sich die X-, Y- und Z-Position dieses Punktes berechnen. Ergänzt man den Scanner mit einer kalibrierten Digitalkamera, kann auch der Farbwert des Punktes erfasst werden. Professionelle Geräte erfassen bis zu 125 000 Punkte pro Sekunde. Die Preise für hochwertige Scanner beginnen bei gut 100 000 Franken.

Um ihre ganze Umwelt zu erfassen, sitzen Laserscanner auf einem Stativ und drehen sich automatisch um die eigene Achse. Ein vollständiger Durchlauf von 360 Grad dauert rund eine

bis eineinhalb Minuten. Die Summe aller Einzelpunkte bezeichnet man als **Punktwolke**. Sie kann als Grundlage für eine CAD-Darstellung dienen. Die Punktwolken der 360-Grad-Durchläufe erinnern an fotografische Panoramabilder. Kombiniert man mehrere Punktwolken von verschiedenen Scannerstandorten, lässt sich ein vollständiges 3D-Modell eines Geländeabschnitts oder eines Bauwerks erstellen.

Galt das Laserscanning lange als statische Technik, wurden die Scanner in den letzten Jahren zunehmend von ihren Stativen befreit. Inzwischen gibt es kaum ein grösseres Verkehrsmittel, das nicht schon einen Scanner getragen hätte: Flugzeuge, Helikopter, Motor- und Schlauchboote gehören ebenso dazu wie Autos oder Züge. (ms)



Die Laser-Punktwolke der Rheinbrücke Eglisau ermöglicht verschiedenste Darstellungen: links ein Gitternetz, rechts die 3D-Visualisierung.

Das ermöglicht den Bauingenieuren eine schnellere Überprüfung vor Ort.» Durch die Überlappung der Scans kann nicht nur ein digitales Modell der Brücke und ihrer Umgebung, sondern auch ein klassischer Höhenkurvenplan per Knopfdruck errechnet werden.

Weil man bei Terradata den Laserscanner mit einer Digitalkamera kombiniert, werden gleichzeitig mit der Laserpunktwolke auch die Farbwerte erfasst. Mit herkömmlicher Fotografie hat das Endprodukt allerdings nur wenig gemeinsam. «Wir können aufgrund der XYZ-Koordinaten und der Farbinformation ein Orthofoto erstellen», sagt Pulfer. Dieses entspricht einer massstabgetreuen Projektion der fotografierten Brücke auf ihre ge-

nauen Abmessungen. Der Clou: In diesem Foto kann man nicht nur die einzelnen Steine und Mauerfugen zählen, sondern auch messen. Wenn die Vegetation digital weggefiltert ist, lassen sich mit dem Orthofoto konkrete Baumassnahmen planen.

Schweiz ist prädestiniert

Ist das Laserscanning wegen dieser Vorteile schon bald ein neues Standardverfahren? So weit wollen die Fachleute nicht gehen. «Im Moment setzen wir unsere Scanner noch zu 80 Prozent für andere Tätigkeiten wie Architekturvermessungen ein», sagt Pulfer. Und auch Simon Rickenbacher glaubt trotz zahlreicher Aufträge, dass die

Technik noch bekannter werden müsse: «Das Potenzial ist enorm.» Die Schweiz mit ihren zahlreichen hochwertigen und im Unterhalt teuren Infrastrukturbauten könnte in der Tat ein ausgezeichnete Markt für Laserscanning-Angebote werden. So hat etwa das Bundesamt für Strassen (Astra) verschiedene Autobahnabschnitte inklusive Kunstbauten mittels Laserscans erfasst und als 3D-Modell aufbereiten lassen. Dazu gehören zum Beispiel der Abschnitt Zürich-Ost bis Effretikon von elf Kilometern Länge und die acht Kilometer lange Strecke zwischen Rheineck und St. Margrethen.

Auf der Schiene sieht es anders aus. «Für Tunnelhaupteinspektionen setzen wir seit längerem Diagnosefahrzeuge mit MLS ein», berichtet Christian Ginsig, Konzernmediensprecher der SBB. So könne man das Lichttraumprofil millimetergenau scannen, oberflächliche Risse und allfällige Strukturprobleme oder Wassereintrittsstellen erkennen. Kein Thema ist Laserscanning dagegen für Kunstbauten, wie Ginsig erklärt. Denn etwa 40 Prozent der Brückenbauwerke sind über 100 Jahre alt und sehr solide gebaut. Das bestätigen regelmässige Kontrollen. Alle SBB-Brücken werden alle sechs Jahre im Rahmen einer Hauptinspektion begutachtet. Neben einer Oberflächenscanning und Bohrkernentnahmen geht es insbesondere um die Kontrolle von Stahl- und Betonelementen auf Korrosionsschäden. Verglichen mit Strassenbrücken gibt es bei den Eisenbahnviadukten laut Ginsig einen entscheidenden Vorteil: «Unsere Bauwerke werden nicht durch Auftausalz oder Sole beeinträchtigt, was den Unterhalt deutlich vereinfacht.» ■

Terra Vermessungen AG:
www.terra.ch

Terradata AG:
www.terradata.ch

Video zur Vermessung der Rheinbrücke Eglisau:
www.youtube.com/watch?v=Jc1GahnDTJA



Aus vielen Einzelscans wird eine kolorierte Punktwolke berechnet. In diesem Fall zeigt sie wegen der Live-Erfassung auch einen «Geisterzug» auf dem Viadukt.

Herstellung Verkauf



BOHRTECHNIK AG
San Giacomo 21 · CH-7412 Scharans

Bohrkronen, Injektionsmittel, Mischanlagen, Mikropfähle, Geothermiezubehör, Anbaulafetten und Bohrgeräte, Dreh- und Schlagbohrausrüstungen...

...bei uns erhältlich!



Tel. + 41 (0)81 651 02 60
Fax + 41 (0)81 651 02 61
Mobil + 41 (0)79 436 36 18
Mail info@btd-bohrtechnik.ch

www.btd-bohrtechnik.ch

43143

HABEGGER



Ihr Partner für Inspektionen und Sanierungen im Brückenbau
Wir lösen Ihr Zugangsproblem.

Habegger Transporte AG
Bernstrasse 283, CH-4852 Rothrist
Telefon 062 794 22 22, Telefax 062 794 13 44
info@habegger-transporte.ch, www.habegger-transporte.ch

42414

SOSAG BOX

Vermietung und Verkauf von
Raumsystemen aller Art

Top Service

SOSAG Baugeräte AG
info@sosag.ch
www.sosag.ch
Tel. 052 315 39 22



43005

Ihr Bau-Ausstatter

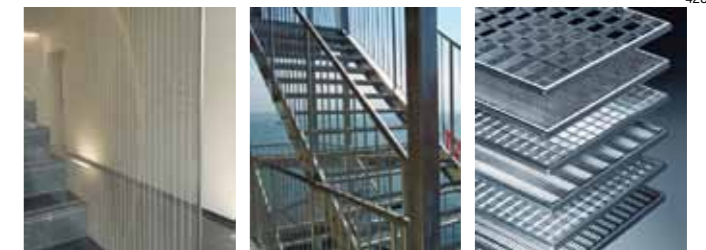


SWISS BOX

gitterrost drawag

- Briefkastenanlagen swissBOX
- Architektur-Designgewebe
- Lochbleche, Geschweisste Gitter, Streckmetalle
- Mass- und Normgitterroste, Gitterrosttreppen, Podestroste, Steigtechnik
- Schutzsysteme, Gitterwandtrennsysteme

Gitterrost Drawag AG
Industriestrasse 28, CH-8108 Dällikon
T +41 43 488 80 80, F +41 43 488 80 81
www.gd-metall.ch, info@gd-metall.ch



42835