

Kontrollierter Vorschub

Long-Range-Distanzsensoren vermessen Verformungen von Brückenpfeilern aus Stahlbeton.

Arin Gharibian



Der Long-Distance-Sensor DL1000 visiert während des Messvorgangs die Reflektoren an den jeweiligen Pfeilern an.

An der größten Brückenbaustelle Europas, der Hochmoselbrücke bei Zeltingen-Rachtig, kontrolliert ein Team der Hochschule Trier mit Long-Distance-Sensoren die Verformungen der bis zu 150 Meter hohen Stahlbetonpfeiler beim Verschieben des Brückenüberbaus.

Wenn man auf der Bundesstraße 50 von Mainz kommend westwärts nach Zeltingen-Rachtig fährt, wird klar, wo das Verkehrsprojekt „Hochmoselübergang“ seine planerischen Wurzeln hat. Sowohl die steilen Berg- und Talstrecken als auch die engen Straßenführungen, wo sich die Mosel zwischen Eifel und Hunsrück in vielen Schleifen windet, erfordern von PKW- und LKW-Fahrern ein hohes Maß an Konzentration. Das „Kraftstraßenprojekt B50 neu“ soll hier Abhilfe schaffen und eine Lücke im Fernstraßennetz schließen. Denn die Fertigstellung der 25 Kilometer langen Strecke wird die bel-

gisch/niederländischen Nordseehäfen und die belgischen Ballungsräume mit dem Rhein-Main-Gebiet verbinden. Bei Zeltingen-Rachtig wird die neue B50 dann über die 1,7 Kilometer lange und knapp 160 Meter hohe Hochmoselbrücke führen. Die Bauarbeiten begannen im Jahr 2011, in diesem Jahr sollen sie abgeschlossen sein.

Digitaler Industriestandard 4.0 auch in der Bauplanung

Mit dem Bau beauftragt ist eine Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus den Unternehmen SEH Engineering (früher Krupp Stahlbau Hannover und Eiffel Deutschland Stahltechnologie) und Porr Deutschland. Unterstützend für die Baudokumentation ist seit 2013 die Fachrichtung Bauingenieurwesen der Hochschule Trier mit einem Praxisprojekt vor Ort. Das Team beobachtet und vermisst mit

den Long-Range-Distanzsensoren DML40 und DL1000 von Sick die Verformungen der Brückenpfeiler aus Stahlbeton während der Verschiebephase des Stahlhohlkastenüberbaus.

Das eingesetzte System zur Verformungsmessung ist eine neue Entwicklung des Instituts für standardsoftware-basierte Anwendungen im Bauingenieurwesen (ISA) der Hochschule Trier. Die Kombination von Lichtlaufzeitmessung, Feinmechanik, intelligenter Steuerung und Datenverarbeitung in Echtzeit erlaubt eine automatisierte Verformungsfeststellung. Das System ist in der Lage, sowohl manuell als auch vollkommen automatisiert sein Messziel zu finden und Messungen mit maximal einem Hertz durchzuführen. In Echtzeit kann ein Minicomputer Temperatur, Datum, Messwert und resultierende Verformung in einer Datenbank festhalten und jederzeit visualisieren. Dieses System spielt eine wichtige Rolle in

Arin Gharibian, Vertriebsaußendienst, Sick Vertriebs-GmbH, Düsseldorf, Tel.: +49 211 5301 0, www.sick.com

der Zukunft der eher konservativen Baubranche. Denn der digitale Industriestandard 4.0 findet zunehmend auch in der Bauplanung seine Anwendung. So wie vor 30 Jahren der Sprung vom Zeichenbrett zum CAD-Arbeitsplatz für viele einen Paradigmenwechsel darstellte, steht nun den Planern ein großer Sprung bevor.

Dezentrales Taktschiebeverfahren

Bei der Balkenbrücke arbeitet man am Hochmoselübergang mit einer Neuentwicklung. Grundsätzlich kommt dort das so genannte Taktschiebeverfahren zum Einsatz. Dabei montiert ein Team von Brückenbau-Fachkräften den Stahlhohlkasten, auf dem die spätere Fahrbahn verläuft, Stück für Stück aus riesigen, vorgefertigten Einzelteilen hinter dem Widerlager auf der Hunsrückseite. Sobald mehrere Teilstücke, die Schüsse, einer bestimmten Länge fertig sind, werden sie mit Hilfe von hydraulischen Pressen über die Pfeiler geschoben. Danach werden neue Schüsse angebaut. Dieser Vorgang wiederholt sich 13-mal, bis die Brücke auf der Eifelseite angekommen ist.

Um die Problematik der großen horizontalen Lasteinleitung an den

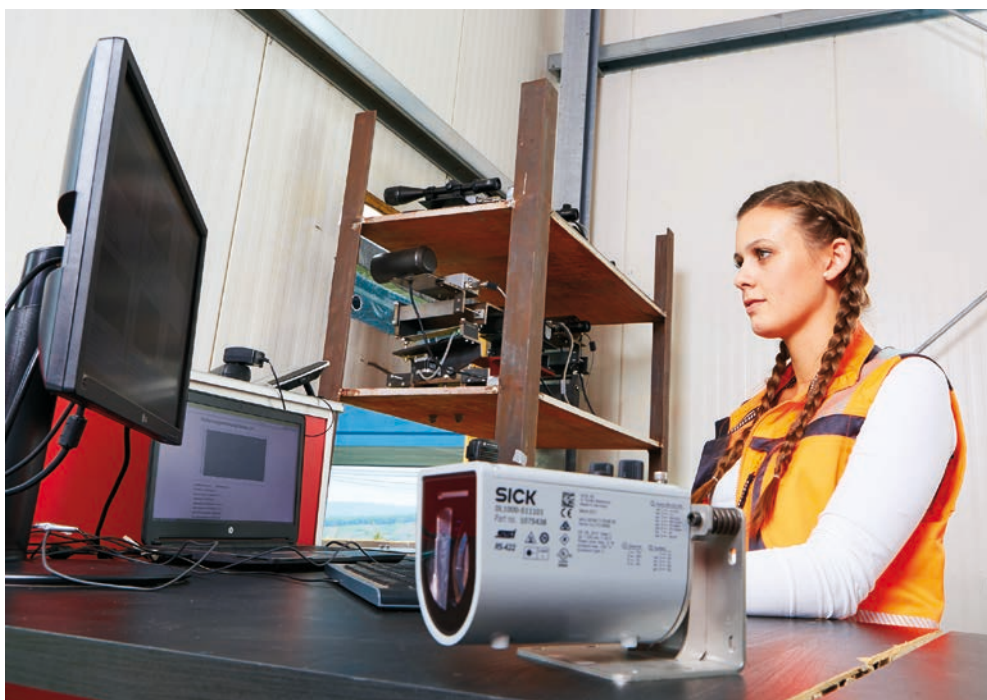
Pfeilerköpfen zu umgehen, entwickelte das Unternehmen Eiffel Deutschland Stahltechnologie unter dem patentierten Namen BVS 2011 ein dezentrales Taktschiebeverfahren. Dabei werden die benötigten Kräfte zum Verschieben der Brücke an jedem Auflagerpunkt über stationäre Hydraulikpressen anteilig eingeleitet. Folglich heben sich die einwirkenden Kräfte aus Verschieben und Reibung theoretisch auf. Um die Reibungskräfte möglichst gering zu halten, sind die Gleitlager der Verschiebalkonstruktion mit Gleitfolien aus Teflonplatten bestückt. Eine Verformung der Brückenpfeiler ist somit im Idealfall eigentlich auszuschließen.

Für große Reichweiten perfekt

Die Long-Range-Distanzsensoren von Sick sind auf sehr große Reichweiten ausgelegt. Das Pulslaufzeitverfahren ermöglicht Messbereiche von bis zu 1500 Metern auf einen Reflektor. Die Abstandssensoren verfügen über eine einstellbare Auflösung zwischen 0,001 und 100 mm und entsprechen der Laser-IR-Klasse 1. Dabei wird je nach Messdistanz eine Genauigkeit bis zu -10 mm bei Einzelmessungen und 6 mm bei Wiederholungsmessungen erreicht.

Zusammen mit dem weiteren Equipment des Messsystems sind die Sensoren in einer Halle am Widerlager auf der Hunsrückseite installiert. Das Hochschul-Team visiert mit den Lasern die Reflektoren (Folien oder Glastripel) an, die an den jeweiligen Pfeilern knapp unterhalb der Verschiebeeinheit angebracht sind. Vor dem eigentlichen Messvorgang ist es erforderlich, den Referenzwert zu bestimmen. Um die Nullstellung des Messsystems zu ermitteln, wird jeder Pfeiler über einen längeren Zeitraum und (im Idealfall) bei wechselnden Temperaturen erfasst. Ob der Verschiebe im kalten Winter oder im heißen Sommer stattfindet, ist dabei für die Sensoren unerheblich, denn ihr Metallgehäuse erlaubt eine Temperaturschwankung von -10 °C bis $+55$ °C.

Zunächst wird die Verschiebeeinheit in Position gebracht und die Hydraulikpresse auf Kontakt gefahren. Sind alle Einheiten bereit, starten die Mitarbeiter synchron die Verschiebepressen, und der Überbau setzt sich in Bewegung. Über Funk wird zum Messteam Kontakt gehalten, die Studierenden am Messaufbau kontrollieren in Echtzeit die Messwerte. Treten Abweichungen auf, wird der Bauleiter sofort informiert.



Studentin Verena Franzen kontrolliert die Messwerte der Distanzsensoren während des Verschiebens in Echtzeit.

Best of

Messergebnisse bestätigen Theorie des Kräftegleichgewichts

Bei ersten Auswertungen der Messergebnisse der Sensoren DML40 und DL1000 bestätigten sich bereits die Berechnungen der Bauingenieure, dass sich die einwirkenden Kräfte bei diesem, an der Hochmoselbrücke praktizierten, dezentralen Verschiebungsverfahren während eines Verschiebungs Vorgangs nahezu aufheben. Die maximale Krafteinwirkung auf den Pfeiler herrscht, bedingt durch die Asynchronität des Systems, jeweils beim Start oder Ende eines Verschieblagers auf das System. Das System pendelt sich kurz nach dem Start eines Verschiebungs Vorgangs bis auf minimale Abweichungsgrade ein.

Während eines Verschiebs, der mehrere Tage dauert, herrschen an der Hochmoselbrücke bei allen Beteiligten absolute Konzentration und Hochspannung. Denn das Verfahren läuft nicht automatisiert,



Der Long-Range-Distanzsensor DL1000 hat sich dabei bewährt, die Verformungen der Brückenpfeiler aus Stahlbeton beim Brückenbau zu vermessen.

große Erfahrung und umfassendes Know-how bestimmen die Arbeitsweise auf der Baustelle. Kontinuierliches Monitoring und die Überwachung der Abläufe durch intelligente Messtechnik sind daher hoch willkommen und stellen einen reibungslosen Bauablauf sicher. Durch die gute Zusammenarbeit mit SICK und SEH Enginee-

ring gelang es dem Team an der Hochschule Trier, ein innovatives Messsystem zu entwickeln, das sich zurzeit bei der Hochmoselbrücke bewährt und auch für künftige Bauprojekte großes Einsatzpotential zeigt. Gleichzeitig leistet das interdisziplinäre Projekt einen wertvollen Beitrag zur praxisnahen Ausbildung der Studierenden.

intensified sCMOS

pco.

new intensified **pco.dicam C1**
with 16 bit dynamic range

exposure time **3 ns**
with 25 mm intensifier

104 fps
@ full resolution



intensified
sCMOS technology
2048 x 2048 pixel

enhanced
**extinction
ratio gating**

with
LINKHS
interface

pco.de