



Praxisbeispiel: Die neuen flexiblen Brückenübergänge sind nahezu nahtlos in der Fahrbahn integriert. Dadurch schützen sie die Brückenkonstruktion und sorgen für mehr Fahr- und Wohnkomfort.

Schluss mit polternden Brücken

«TaTack», dieses Geräusch sollte den meisten Autofahrern geläufig sein und hat schon manchem verregneten Motorradfahrer einen flauen Magen beschert. Es ist die Rede von den Brückenfahrbahn-Übergängen aus Metallprofil. Was für einen Autofahrer lediglich ein bei-läufiges Geräusch auf seiner Reise ist, stört die Ruhe nahe angesiedelter Anwohner beachtlich. Dank dem Einsatz von modernen Brückenübergängen aus Polymerbitumen oder Hochleistungspolymeren können Lärmemission sowie die Einbau- und Wartungskosten klassischer Systeme reduziert werden. Dafür muss vor allem in puncto Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit aber noch gearbeitet werden.

Text: Fabio Piemontese, Manfred Partl, Sivotha Hean // Fotos: Empa [1]

Ein verborgenes Talent

Die neuen Fahrbahnübergänge werden nicht länger montiert, sondern direkt in den Fugenspalt zwischen Brücke und Strasse gegossen! Dafür werden unter anderem verflüssigtes Polymerbitumen und heisse Mineralstoffe (Steine) verwendet. Wie der Name schon erahnen lässt, handelt es sich dabei um Bitumen, dem Elastomere beigemischt werden. Dies vergrößert die Flexibilität des Bitumens sowohl bei kalten wie auch bei warmen Umgebungsbedingungen. Bei konventionellen

Ausführungen sind dadurch Fugenstauchungen von 10 Millimeter und Dehnungen von 20 Millimeter möglich. Mechanisch unterstützte Systeme (Systeme mit eingebauten Bewegungshilfen, zum Beispiel mit integrierten Federn) erreichen Bewegungen von bis zu 100 Millimeter. Daher wird solchen Fahrbahnübergängen gerne auch das Adjektiv «flexibel» zugeschrieben. Die jüngsten Entwicklungen bestehen ausschliesslich aus Hochleistungspolymeren (Polyurethane/Polyurea). Da keine weiteren Komponenten betei-

ligt sind, können die Qualität und die Eigenschaften dieser Variante besser gesteuert werden.

Das einfache Fertigungsverfahren der erwähnten Brückenübergänge bietet viele Vorteile, wobei sicherlich der schnelle und günstige Einbau heraussticht. Weiter ist der daraus resultierende Abdichtungseffekt zu erwähnen, welcher vor allem im Winter zum Tragen kommt. Dieser bildet nämlich einen wirksamen Schutz der teuren Brückenkonstruktion vor Korrosion durch eindringendes,

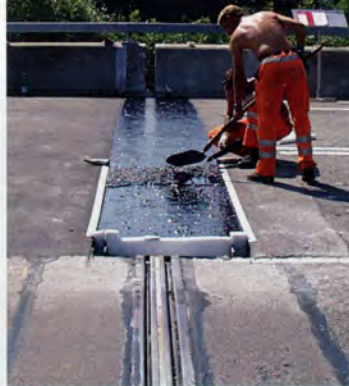
mit Tausalz kontaminiertes Wasser. Vorteilhaft ist aber auch der bereits erwähnte lärmreduzierende Effekt dieser Systeme. Da flexible Brückenübergänge nahezu nahtlos und unsichtbar in der Fahrbahn integriert werden, entsteht keine zusätzliche Lärmbelastung durch den darüber rollenden Verkehr. Das Eliminieren dieses Gepolters ist vor allem in der Nähe von Wohnsiedlungen von grossem Vorteil.

Dem Fortschritt auf der Spur

Hat ein Brückenbelag seine Lebensdauer erreicht, wird dieser samt den dazugehörigen Fahrbahnübergängen ersetzt. Trotz technischer Fortschritte ist diese wünschenswerte Dauerhaftigkeit der neuartigen Übergänge leider noch beschränkt. Auch bezüglich Tragfähigkeit kann noch einiges verbessert werden. Zudem erfordert der Praxiseinsatz immer noch ein relativ hohes Niveau an technischer Expertise. Heute besteht das Wettrennen hauptsächlich zwischen sich stetig verändernden technischen und ökonomischen Randbedingungen und dem Fortschritt dieser flexiblen Brückenübergänge. Aufgrund der hohen Gestaltungsmöglichkeiten besteht ein grosses Optimierungspotenzial. In diesem Sinne untersucht die Abteilung Strassenbau/Abdichtungen der Empa Dübendorf in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Strassen Astra verschiedene neue Aspekte sowie die Einflussfaktoren dieser Systeme und begleitet Neuentwicklungen der Industrie. Dazu zählen neben verschiedenen Forschungsarbeiten auch der Erlass von Astra-Richtlinien für solche Bauelemente sowie das Untersuchen von Schadensfällen in der Praxis. Dabei fließen nicht nur Erfahrungen aus der Schweiz, sondern auch anderer europäischer Staaten ein. Tatsächlich konnte die Empa in verschiedenen Vorträgen und Publikationen ihre Erkenntnisse und ihre technische Expertise erfolgreich weitervermitteln.

Das richtige Werkzeug macht den Unterschied

Damit die Empa ihre Rolle für technische Expertisen wahrnehmen kann, bedient sie sich modernster Prüfapparaturen und Simulationswerkzeuge. Hiermit werden Grundmaterialien und das Verhalten von Systemaufbauten aus aller Welt auf Herz und Nieren



Temperaturgesteuerte Prüfung einer Neuentwicklung aus Polymerbitumen: Dank der Klimakammer und einer dafür vorgesehenen Prüfvorrichtung können Prototypen flexibler Fahrbahnübergänge bei einer definierten Temperatur zyklisch belastet werden. Damit können die erwarteten Brückenbewegungen bei extremen Witterungsbedingungen nachgestellt werden. Die Reaktionen des Prüfobjektes werden mit einem speziellen hochauflösenden Kamerasystem genau erfasst.

untersucht. Um die Wiederholbarkeit zu gewährleisten und vergleichbare Resultate zu erhalten, gilt immer der Vorsatz, die Prüfungen möglichst standardisiert vorzunehmen.

Brücken auf die Streckbank

Polymerbitumen und Hochleistungspolymere weisen bei Erwärmung eine steigende und bei Abkühlung folglich eine sinkende Flexibilität auf. Nun kann man sich gut vorstellen, dass die abwechselnden Jahreszeiten oder das Klima in einem bestimmten Breitengrad einen wesentlichen Einfluss auf die Belastbarkeit von flexiblen Brückenübergängen haben müssen. Es ist daher zwingend erforderlich zu erfahren, wie sich diese Einflüsse auf die Strukturintegrität der betrachteten Systeme auswirken, ohne dafür den ganzen Globus bereisen zu müssen oder zu hoffen, dass die kommende Saison auch die erwarteten Temperaturen mit sich bringt. Dazu bedient sich die Empa eines thermoregulierbaren Prüfstands. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um eine Klimakammer mit einer mechanischen Prüfvorrichtung. In diesem überdimensionalen Kühlschranks werden im Zeitraffer die erwarteten Kältebewegungen einer



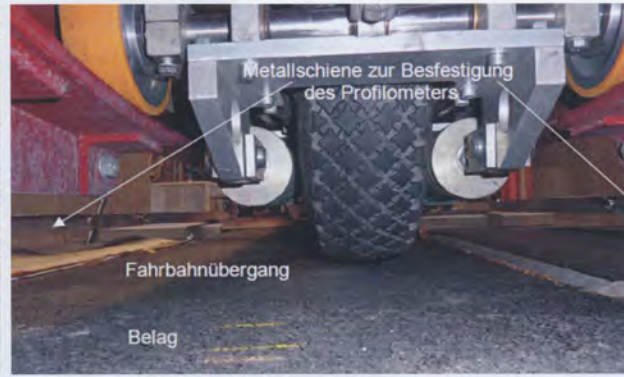
Ersetzen eines alten Fahrbahnübergangs: Auf einer Schweizer Brücke wird ein konventioneller Fahrbahnübergang aus Metallprofil spurweise durch ein Neuartiges aus Polymerbitumen ersetzt (Bild oben).

Rissbildung: Temperaturschwankungen im Abwechseln der Jahreszeiten verursachen eine thermische Dehnung bzw. Stauchung der Brücke. Diese Bewegung bewirkt eine zyklische Belastung, welche im abgebildeten Fall zu einem Riss im flexiblen Fahrbahnübergang geführt hat.

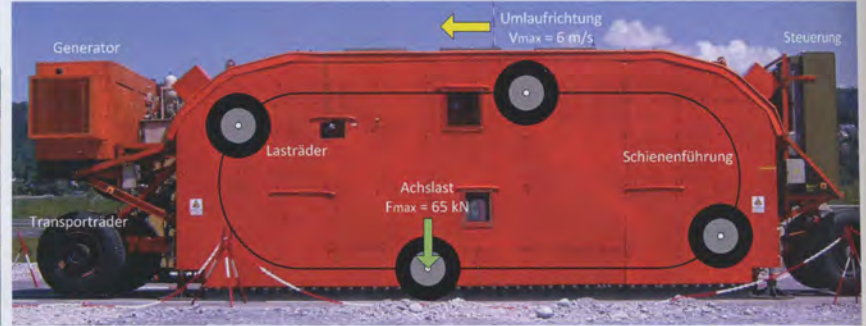
Brücke nachgestellt. Die Reaktionen der Prüflinge während dieser wiederholten Belastungen werden genau erfasst und ausgewertet. Hierzu dient ein digitales Bildkorrelationssystem, welches aus zwei hochauflösenden Kamerasystemen besteht. Im Zusammenhang mit diesem Prüfsystem ist auch die statische Kälteprüfung zu erwähnen, welche die Simulation wiederholter Bewegungen unter extremer Kälte erlaubt und Auskunft über das Fugendehnvermögen bei dieser Bedingung vermittelt. Dank dieser Untersuchungen war es möglich, auch Neuentwicklungen versuchsweise in Schweizer und ausländischen Objekten mit reduziertem Risiko einzubauen.

Die Verkehrssimulatoren

Was im Labor funktioniert, muss sich nicht zwingenderweise auch in der Praxis bewähren. Um abschliessende Aussagen über die Qualität der verwendeten Strassenbaustoffe machen zu können, kommt man nicht umhin, diese direkt am Einsatzort zu prüfen. Dabei sollen Fragestellungen über das Ermüdungs-, Verformungs-, Abrieb- und Alterungsverhalten von Neuentwicklungen geklärt werden. Arbeiten inmitten des Strassen- ▶



Verkehrssimulatoren: Diese Maschinen sind in der Lage, Überrollbeanspruchung von real auftretendem Verkehr zu simulieren. Oben: MMLS3 für die skalierte Analyse von Fahrbahnübergängen/Strassenbelägen bei der Überrollung eines Testobjektes. Unten: MLS10 zur Simulation von «1:1»-Verkehrsbelastungen mit grobem Funktionsprinzip.



verkehrs sind jedoch mit zahlreichen Schwierigkeiten und Risiken verbunden. In diesem Zusammenhang ist die Ermittlung des Ermüdungsverhaltens von Strassenbaustoffen hervorzuheben. Entsprechende Messungen auf befahrenen Strassen sind aufgrund der Dauerhaftigkeit der untersuchten Objekte sehr zeitintensiv, unwirtschaftlich und für Spezialisten und Fahrzeuglenker gefährlich. Zudem kann aus Sicherheitsgründen nicht bis zum vollständigen Versagen des Systems geprüft werden. Diese Problematiken waren ausschlaggebend für die Entwicklung von Grossversuchsanlagen, welche abseits oder auf gesicherten Abschnitten von befahrenen Brücken und Strassen betrieben werden können. Dabei handelt es sich um Maschinen, welche in der Lage sind, die zeitlich geraffte, dynamische Überrollbeanspruchung von real auftretendem Verkehr zu simulieren. Die Empa besitzt zwei mobile Exemplare dieser Simulatoren; der kleine MMLS3 (Model Mobile Load Simulator) und dessen grossen Bruder, den MLS10 (Mobile Load Simulator). Der MMLS3 hat schon wertvolle Dienste in der Expertise von neuentwickelten Fahrbahnübergängen im Labor und auf dem Feld geleistet. Während mit dieser Maschine reale Verkehrsbelastungen aber nur skaliert simuliert werden können, sind mit dem leistungsfähigeren MLS10 «1:1»-Simulationen möglich. Dieser Mehrwert eröffnet ein Spektrum an weiteren Untersuchungsmöglichkeiten,

welche wegweisende Erkenntnisse hervorbringen könnten. Eine diesbezügliche Forschungsarbeit konnte leider bis heute noch nicht initiiert werden.

Ausblick

«Übung macht den Meister», die jahrelange Erfahrung, welche die Empa durch zahlreiche Untersuchungen an Prototypen aus aller Welt gewinnen konnte, entspricht ganz diesem Schlagwort. Am Puls der Zeit hat diese Forschungsinstitution dank dem gesammelten Know-how die Anforderungen an moderne Fahrbahnübergänge erkannt. Neben den Achillesfesseln Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit sind nach Meinung der Empa weitere Entwicklungen am System flexibler Fahrbahnübergänge erforderlich. Hierzu gehört die Entwicklung von Systemen

- für dünne Belagsschichten,
- für besonders lärmarme Brückenbeläge,
- für Brückenbeläge mit einem hohen Anteil an stehendem Verkehr (zum Beispiel innerorts vor Lichtsignalen und hohem Anteil an Busverkehr),
- für Brückenbeläge mit starker Horizontalschub-Belastung durch Bremskräfte oder infolge Kurven bzw. Steigungen,
- auf Basis energiearmer Beläge, das heisst ohne Heisseinbau,
- für grosse Deformationen, welche keine aufwendigen Bewegungshilfen als Einlagen erfordern und

- für wetterunabhängigen Einbau, zum Beispiel durch weitgehende Vorfabrikation. Selbstverständlich können diese Entwicklungen nicht von heute auf morgen erfolgen. Manche Entwicklungen mögen zudem auch an den beschränkten Mitteln der Industrie scheitern, weil solche Innovationen eher als langfristige Ziele anzusehen sind und durchaus komplexe und zeitintensive Aufgaben darstellen, welche auf den ersten Blick einer Quadratur des Kreises gleichkommen. Mit den heutigen langjährigen Erfahrungen und der wissenschaftlichen Unterstützung durch Institute wie der Empa, aber auch durch Nutzung von Innovationsförderprogrammen, könnten zumindest weitere wesentliche Schritte in Richtung solch vielversprechender Entwicklungen unternommen werden, um die Brücken letztlich dauerhaft vom lästigen Gelpolter zu befreien. ■

Quellenhinweise

Autoren:

- Fabio Piemontese, M.Sc., Engineer Mechanical Test and Measurement, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Abteilung Strassenbau/Abdichtungen, fabio.piemontese@empa.ch
 - Manfred Partl, Prof. Dr., Dipl. Ing. ETH/SIA, Abteilungsleiter, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Abteilung Strassenbau/Abdichtungen, partl@empa.ch
 - Sivotha Hean, Dipl. Chemiker HTL, QBS und Leiter Bereich Abdichtungen, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Abteilung Strassenbau/Abdichtungen, sivotha.hean@empa.ch
- Abbildungsnachweis:
 [1] Empa Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Laboratory for Road Engineering/Sealing Components, Empa Dübendorf