MAURER
www.maurer.eu

BRÜCKENBAU

Construction & Engineering

Ausgabe 3 • 2020

Brückenbauwerke

- Neubau der Gletschersandbrücke
- Ersatzneubau der Wasserwerkbrücke in Karlsruhe
- Überwachung von Brückeninfrastrukturen

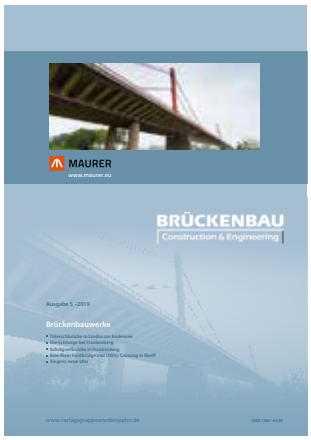
Aktuell

- Brückenbau mit Tradition und Perspektiven
- Zum 75. Geburtstag von Joachim Naumann

www.verlagsgruppewiederspahn.de

ISSN 1867-643X

Lesen Sie – wann und wo immer Sie wollen!



Der BRÜCKENBAU stand und steht auch online zur Verfügung.

Die jeweils aktuelle Ausgabe finden Sie auf unserer Website:
www.verlagsgruppewiederspahn.de

Ältere Hefte, alle weiteren Zeitschriften und sämtliche Tagungsbände sind unter folgendem Link abrufbar:
www.issuu.com

Die Lektüre via Smartphone, Tablet oder Laptop ist also jederzeit möglich.

Dieses »digitale« Angebot war und bleibt kostenlos.

(Sämtliche Texte und Abbildungen sind natürlich urheberrechtlich geschützt.)

VERLAGSGRUPPE
WIEDERSPAHN
mit MixedMedia Konzepts

Biebricher Allee 11 b | 65187 Wiesbaden | Tel.: +49/611/98 12 920 | Fax: +49/611/80 12 52
kontakt@verlagsgruppewiederspahn.de
www.verlagsgruppewiederspahn.de | www.mixedmedia-konzepts.de | www.symposium-brueckenbau.de

Zum (unverzichtbaren) Wissen um Wechselwirkungen

Inaugenscheinnahme von Interdependenzen

von Michael Wiederspahn

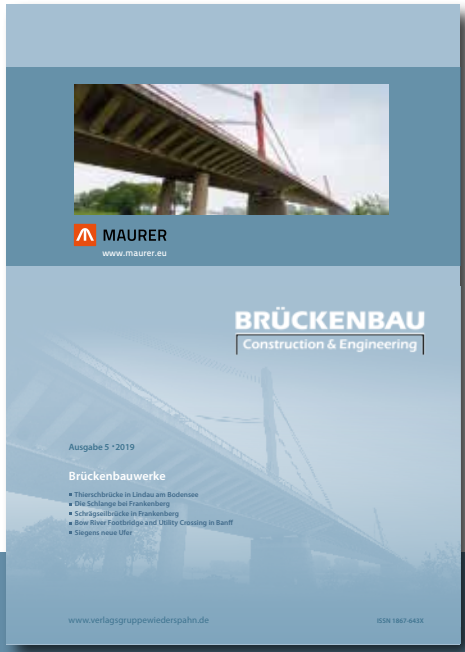
Dipl.-Ing. Michael Wiederspahn

»Der Begriff ›Landschaft‹ bezeichnet einen nach dem äußeren Erscheinungsbild fest umrissenen Geländeausschnitt, der als Einheit empfunden oder als solcher bewertet wird (vgl. Brockhaus 2006: 283). Diese Definition von Landschaft beinhaltet eine Kernaussage, die sich auf verschiedene Freiraumtypen übertragen lässt. Neben der geographischen Bedeutung ist der Begriff Landschaft seit seiner ideen- und kulturgeschichtlichen Prägung in der Renaissance in besonderem Maße positiv besetzt. Ob als Wortzusatz kombiniert zur ›Erlebnislandschaft‹, ›Stadtlandschaft‹ oder ›Industrielandschaft‹, immer schwingt unbewusst eine Erwartung von Freiheit, Strukturiertheit und Größe mit. (...) Als Fazit ist festzustellen, dass die Bilder, die wir als Landschaften kategorisieren, vielfältig sind. Sie haben eine naturwissenschaftlich greifbare, geomorphologische Seite, bei der Standort und Vegetation ein wesentlicher Indikator und prägendes Element sein können, tragen aber auch Emotionen und Erinnerungen. Sie spiegeln Kindheits- und Erwachsenenerlebnisse und werden immer wieder mit neuen Erfahrungen angereichert. Dadurch bleibt auch der Begriff ›Landschaft‹ etwas Dynamisches, etwas, das sich mit der Entwicklung des Menschen verändert.«

Wer in den letzten Wochen das Haus oder seine Wohnung verlassen hat, um ein bisschen frische Luft zu schnappen und sich die Füße zu vertreten, dürfte erstaunt gewesen sein, dass Straßen und Plätze, Park- und Gartenanlagen, die sonst eher spärlich aufgesucht wurden und werden, weil sie kaum bis keine an- oder aufregenden Verweilmöglichkeiten aufweisen, jetzt ziemlich be- und mitunter sogar übervölkert anmuteten. Eine zweite Beobachtung, die sich einem fast unweigerlich aufdrängte, war nicht minder überraschend: Orte, die früher zur Begegnung, zum Austausch und zum Kennenlernen, ja zur (zwischenmenschlichen) Kommunikation einzuladen pflegten, schienen ihre Funktion eingebüßt oder auch nur stark verändert zu haben, dienten nun vor allem als Parcours für Spaziergänger und Jogger, die hier ihre Runden drehten, in der Regel flankiert oder umrahmt von Kleinfamilien, Liebes- oder Freundespaaren mit und ohne Kinder, diversen Sonnenanbeter(inne)n und einigen wenigen Lesern von Büchern oder Zeitschriften, die in gebührender Entfernung von- und zueinander auf den angrenzenden Wiesen, Stufen und Bänken in zumeist locker unterteilten Zweier- oder Dreiergruppierungen saßen oder lagen. Beide Phänomene speisen sich selbstredend nicht aus irgendwelchen Verschwörungstheorien, also einem immer beliebteren Erklärungsmuster von und für Menschen, die des Willens oder der Fähigkeit zur Reflexion ermangeln, sondern resultieren schlicht und einfach aus den coronabedingt verhängten Ge- und Verboten. Kleiner Einschub: Selbige müssen per se, im Übrigen genau wie alle (anderen) Gesetze, An- und Verordnungen, kritisch diskutiert und in puncto Sinnhaftigkeit kontinuierlich überprüft werden, damit sie nicht an (demokratischer) Legitimation verlieren.

Gleichwohl sollten die zwei zuvor beschriebenen Phänomene (mehr) Aufmerksamkeit genießen, spiegelt sich in ihnen doch eine häufig ignorierte Frage in beinahe exemplarisch zu nennender Form, nämlich jene nach der Übereinstimmung oder eben Diskrepanz zwischen ursprünglicher Entwurfsintention und den Präferenzen der späteren Nutzer, was Kriterien der Ästhetik und der Gebrauchstauglichkeit de facto inkludiert. Gerade im Fall von Landschaft oder Landschaften, eines ohnehin zu den unterschiedlichsten Interpretationen animierenden Begriffs, wie bereits die einleitenden, aus Swantje Duthweilers Text »Landschaft und Natur als Gestaltungsreservoir« stammenden und in dem Buch »Vier Perspektiven landschaftsarchitektonischen Denkens« zu findenden Zeilen andeuten, gilt es im Vorfeld gründlich nachzudenken und höchst sorgfältig zu analysieren, ob, wo und wie Ingenieurbauwerke, Straßen- wie Eisenbahnbrücken und Stege für Fußgänger wie Radfahrer realisiert werden können, die überzeugen, indem sie zu einem Einklang aus Natur und Kultur führen, die ergo ihr Umfeld ergänzen, akzentuieren und bereichern, anstatt es zu erdrücken oder zu beeinträchtigen – und zwar nach Inaugenscheinnahme und insofern unter Berücksichtigung der stets vorhandenen Interdependenzen und des (unverzichtbaren) Wissens um die sich nicht selten erst nach Jahren zeigenden Wechselwirkungen.

Bleiben Sie gesund und grämen Sie sich nicht über die Ausgangs- und Kontaktbeschränkungen. Immerhin eröffnen sie (auch) die Chance zu einer intensiveren Lektüre qualitätvoller Druckwerke – wie des »Brückenbau« und infolgedessen eines Heftes, das ausschließlich vorbildliche Lösungen thematisiert.



Wo werben?

BRÜCKENBAU Construction & Engineering

... ist diejenige Baufachzeitschrift der VERLAGSGRUPPE WIEDERSPAHN, die sich dem Brückenbau widmet.

Dessen gesamtes Spektrum thematisierend, erscheint sie seit 2009 viermal pro Jahr und erreicht national und international bei einer Auflage von 3.500 Exemplaren weit mehr als 5.000 Planer sowohl in den Bauverwaltungen als auch in Baufirmen, Ingenieurbüros und an Hochschulen.

Im Verbund mit der Online-Version, die stets als komplettes Heft verfügbar ist, wird dieser Fachtitel somit je Ausgabe von mindestens 10.000 Verantwortlichen und Entscheidern gelesen.

Lassen Sie sich überzeugen von einer Publikation, die als einzige im deutschsprachigen Raum den Brückenbau in all seinen Facetten beleuchtet – und als Tagungsband zudem die jährlich stattfindenden Symposien »Brückenbau« begleitet.

Sicher wird auch Ihre Zielgruppe damit von uns erreicht.

-10%

Um Ihnen die Möglichkeit zu eröffnen, nach Wegfall vieler Messen Ihren Kunden neue Produkte, Verfahren, Systeme, Entwicklungen und Innovationen zu präsentieren, bieten wir Ihnen einen Sonderrabatt von 10 % auf alle Anzeigenpreise an und terminieren dieses Angebot zunächst für Buchungen bis 30.9.2020.

Informieren Sie sich unter: www.verlagsgruppewiederspahn.de. Dort finden Sie die Mediadaten.

VERLAGSGRUPPE WIEDERSPAHN
mit MixedMedia Konzepts

Biebricher Allee 11 b | 65187 Wiesbaden | Tel.: +49/611/98 12 920 | Fax: +49/611/80 12 52
kontakt@verlagsgruppewiederspahn.de
www.verlagsgruppewiederspahn.de | www.mixedmedia-konzepts.de | www.symposium-brueckenbau.de

Editorial

3 Inaugenscheinnahme von Interdependenzen
Michael Wiederspahn

Brückenbauwerke

6 Neubau der Gletschersandbrücke
Marc-André Berchtold, Armin Hemmi, Guido Lauber

14 Ersatzneubau der Wasserwerkbrücke in Karlsruhe
Jan Akkermann, Hans Jakel, Heinz-Josef Vieth

22 Überwachung von Brückeninfrastrukturen
Sina Keller, Chris Michel, Oliver Schneider, Jacob Müller, Matthias Arnold, Andreas Döring, Mareike Hoyer, Stefan Hinz, Hubert B. Keller

Aktuell

30 Brückenbau mit Tradition und Perspektiven
Bernhard K. Heck

36 Zum 75. Geburtstag von Joachim Naumann
Gero Marzahn

37 **Produkte und Projekte**

45 **Software und IT**

48 **Nachrichten und Termine**

53 **Branchenregister**

55 **Impressum**

Erste Schweizer Holz-UHFB-Verbundbaubrücke

Neubau der Gletschersandbrücke

von Marc-André Berchtold, Armin Hemmi, Guido Lauber

1 2 *Projektstandort in Grindelwald*
© Emch+Berger AG Bern

Die durch Hochwasser zerstörten Vorgängerbauwerke im Gletschersand von Grindelwald wurden durch die schweizweit erste Holz-UHFB-Verbundbaubrücke ersetzt. Die Konstruktion ist 40 m lang und führt als Teil eines Hauptwanderweges in eleganter Bogenform über die Schwarze Lütschine. Im «Baukasten-Prinzip» und durch Anwendung von Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) realisiert, wurde das Projekt im Sommer 2018 erfolgreich abgeschlossen. Die Verwendung von Ultra-Hochleistungs-Faserbeton im Verbund mit Brettschichtholzträgern brachte zahlreiche Vorteile mit sich: Der innovative UHFB überzeugt nicht nur durch seine mechanischen Eigenschaften, sondern ist zudem wasserundurchlässig und übernimmt daher neben der Funktion als Tragwerk auch jene der Brückenabdichtung.

1 Ausgangslage, Auftrag

Die Einwohnergemeinde Grindelwald in der Schweiz plante, das seit 2011 bestehende, durch Hochwasser gefährdete Provisorium über die Schwarze Lütschine im Gletschersand durch eine neue Brücke zu ersetzen. Das Provisorium war weder durch wasserbauliche Massnahmen geschützt noch auf einem stabilen Widerlager gegründet. Die sichere Überquerung des Wildbachs konnte nicht mehr gewährleistet werden.
Die Gemeinde wünschte sich als beliebte Tourismusdestination ein attraktives und innovatives Ersatzbauwerk aus heimischen Materialien, welches zum überwiegenden Teil von lokalen Unternehmungen erstellt werden konnte.

Die Emch+Berger AG Bern nahm diese Herausforderung an und erhielt von der Gemeinde den Gesamtauftrag für Konzeptentwicklung, Planung, Bemessung und Bauleitung. Nach dem Studium der lokalen Gegebenheiten und der historischen Vorgängerbauwerke konnten der Gemeinde Grindelwald erste Brückenentwürfe präsentiert werden.

3 *Zu ersetzendes Brückenprovisorium*
© Emch+Berger AG Bern

2 Konzept und Strategie

2.1 Variantenstudium

Für das Variantenstudium hat sich das Planerteam unter anderem von den historischen Bauwerken inspirieren lassen (Bild 4, 5). Es ist immer interessant, zu wissen, was zuvor am Projektstandort für Bauwerke standen, und beinahe noch wichtiger, wieso diese nicht mehr vorhanden sind. Diesbezüglich konnte auf alte Fotos und Postkarten von Anwohnern zurückgegriffen werden. Es stellte sich heraus, dass schon viele kleinere Brücken am (damaligen) Fuße des Oberen Grindelwaldgletschers erbaut und auch wieder zerstört wurden. Die Hauptursachen für die Zerstörung waren vor allem Hochwasser aus Gletscherseeausbrüchen und Lawinenniedergänge in der näheren Umgebung. Diese Gefährdungsszenarien flossen anschließend in die Projektierung mit ein. Im Rahmen des Vorprojektes wurden diverse Varianten studiert und dem Bauherrn präsentiert. Das Variantenstudium beinhaltete Stahl-, Beton- und Holzvarianten als Ein- oder Mehrfeldbrücken sowie Bogen- und Hängebrücken (Bild 6).

4 5 *Frühere Brückenbauwerke am Projektstandort © Privat*

6 *Skizze von Variantenentwürfen © Emch+Berger AG Bern*

2.2 Holzverbundbrücke

Die Holzverbundbrücke überzeugte aufgrund der optischen Anlehnung an die historischen Bogenformen (Attraktivität) und durch die Verwendung von Holz (heimisches Baumaterial). Innovativ wurde das Brückenprojekt durch den Miteinbezug von Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB). Schweizweit wurde dieser für eine Brücke im Verbund mit Holz hier erstmalig verwendet.

Die Tragwerkstruktur von Holzbrücken wird häufig durch eine Überdachung oder mit aufwendigen Fahrbahnabdichtungen vor Nässe und Zerstörung geschützt.

Da sich die Gletschersandbrücke im hochalpinen Gelände befindet und in der näheren Umgebung regelmäßig gewaltige Staublawinen niedergehen, musste eine Lösung mit einer möglichst geringen seitlichen Winddruckangriffsfläche gefunden werden. Eine Überdachungslösung entfiel aus diesem Grunde, und man fand mit der Verbundkonstruktion eine Möglichkeit, die Brücke im Längenprofil möglichst schlank auszubilden.

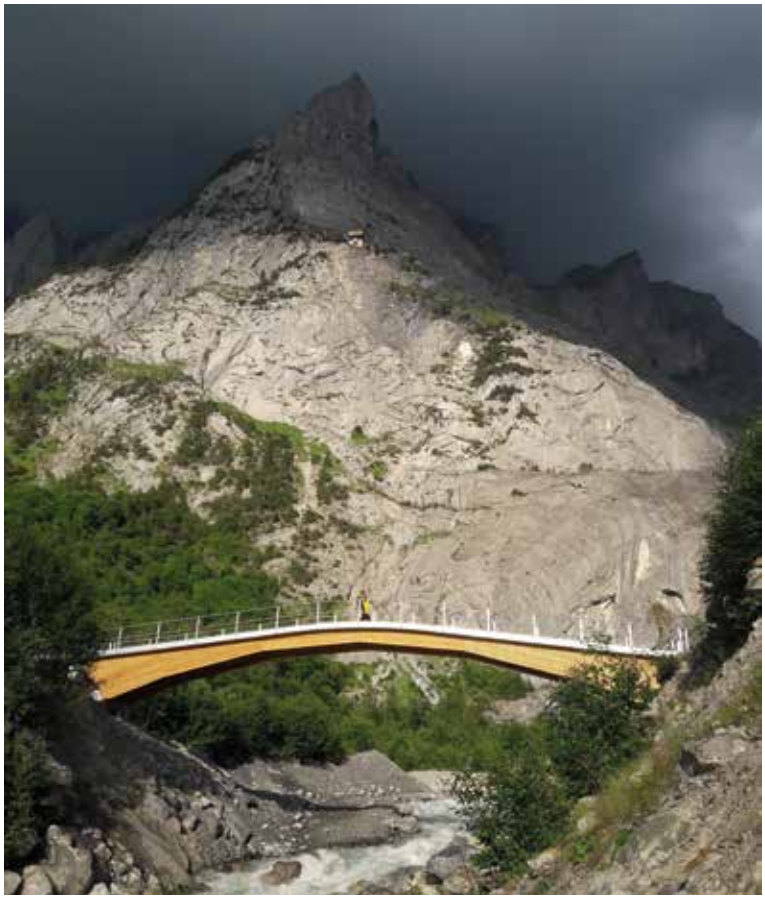
Der Oberbau war ursprünglich mit Ortbeton oder Betonfertigelementen in Kombination mit einer herkömmlichen Abdichtung aus Polymerbitumen-Dichtungsbahnen (PBD) und Walzasphalt geplant. Ortbeton oder vorfabrizierte Betonelemente erwiesen sich für die Fußgängerbrücke aber einerseits als zu aufwendig und zu schwer sowie andererseits als zu teuer. Zudem ist ein Walzasphaltaufbau in der Konstellation der vorgesehenen Bogenform technisch schwierig einzubringen und auch etwas fragwürdig hinsichtlich der »Wanderwegoptik». Deshalb erarbeitete man schrittweise weitere Varianten.

Vor allem im Querschnittaufbau der Fahrbahnplatte und im Verbund mit den Holzträgern bestand Optimierungspotential. Mit fortschreitender und detailintensivierter Projektarbeit wurde im Planerteam auch der innovative Ultra-Hochleistungs-Faserbeton zum Thema einer möglichen Anwendung. Mangels Erfahrungen mit dem (noch) ungewohnten Baumaterial überwog jedoch zu Beginn eine allgemein skeptische Haltung.

Der UHFB zeichnete sich bei näherem Befassen mit seinen physikalischen und mechanischen Eigenschaften aber rasch als elegante Lösung für die Gletschersandbrücke ab, da er durch Verbund statisch mitwirkt, durch seine Wasserundurchlässigkeit die Abdichtung und den Witterungsschutz des Holzunterbaus gewährleistet und überdies in beeindruckend geringer Schichtdicke ausgeführt werden kann. Von den erwarteten Vorteilen des UHFB ließ sich anschließend auch der Bauherr überzeugen. Er erklärte sich bereit, den neuartigen Baustoff UHFB im Verbund mit Brettschichtholz (BSH) als Schweizer Premiere ins Projekt aufzunehmen.

2.3 Randbedingungen

Im alpinen Gelände wird ein Bauprojekt oft nicht nur durch die erschwerte Zugänglichkeit beeinflusst, sondern auch durch das nur relativ kurz zur Verfügung stehende Zeitfenster für die Bauarbeiten. Deshalb setzte man sich im vorliegenden Fall zum Ziel, die Brücke so zu entwerfen, dass ihre Aufrichtzeit möglichst kurz gehalten werden kann. Der Terminplan sah vor, die Widerlager im Herbst vorzubereiten und die eigentliche Brückenplatte nach der Schnee- und Lawinensaison im Frühjahr rasch aufzurichten und noch vor der Wanderzeit fertigzustellen und ins Wanderwegnetz zu integrieren. Die Strategie bestand also darin, so viel wie möglich in den Wintermonaten vorzufabrizieren, damit sich die Aufrichtzeit im Frühjahr zwischen Schneeschmelze und Wandersaisonbeginn stark reduzieren ließ.



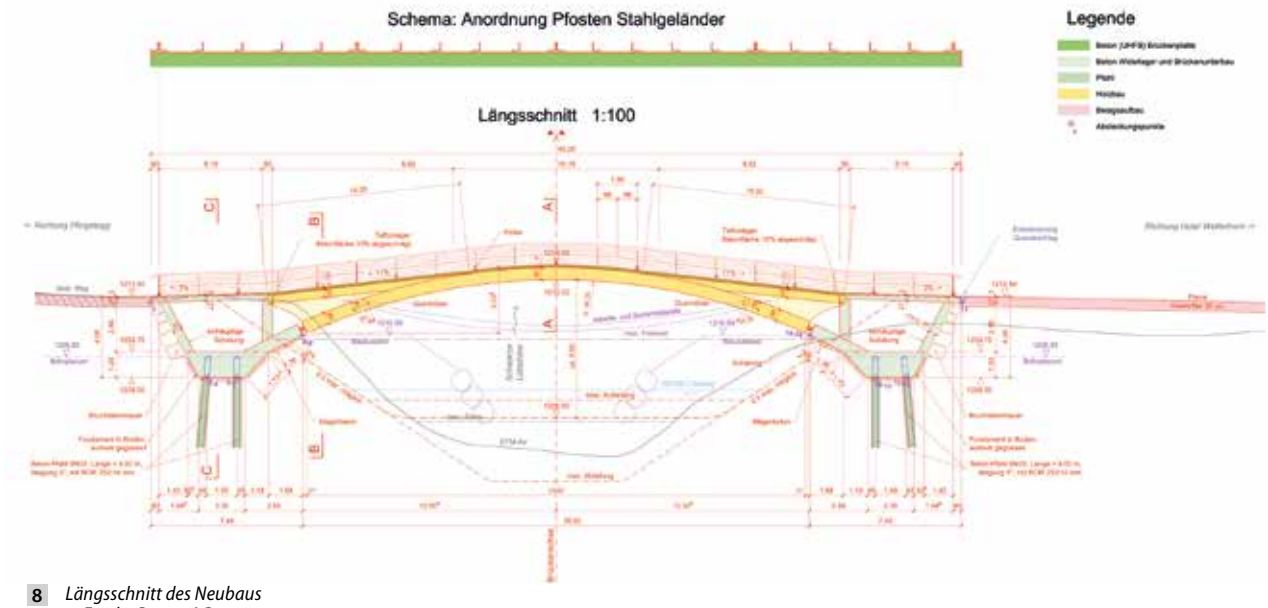
7 *Gletschersandbrücke vor dem Berner Alpenmassiv*
© Emch+Berger AG Bern

3 Entwurf und Umsetzung

3.1 Tragwerksentwurf

Das Bauwerk wurde als Fußgängerbrücke konzipiert, welche zudem gelegentlich von kleineren Forstfahrzeugen ≤ 10 t überquert wird. Die Spannweite der Gletschersandbrücke wurde aufgrund der Hochwassergefährdung im Vergleich zum vorhandenen Provisorium erhöht.

Die Gesamtlänge beträgt 40 m und überspannt den Gebirgsbach in Bogenmitte auf einer Höhe von ca. 7 m. Die Brückenfahrbahn bzw. -gehfläche hat eine lichte Breite von 3 m und weist, ausgehend vom Scheitelpunkt, ein beidseitiges Längsgefälle ≤ 11% auf.



8 *Längsschnitt des Neubaus*
© Emch+Berger AG

9 *Struktur des Holzunterbaus*
© Emch+Berger AG Bern

3.2 Unterbau

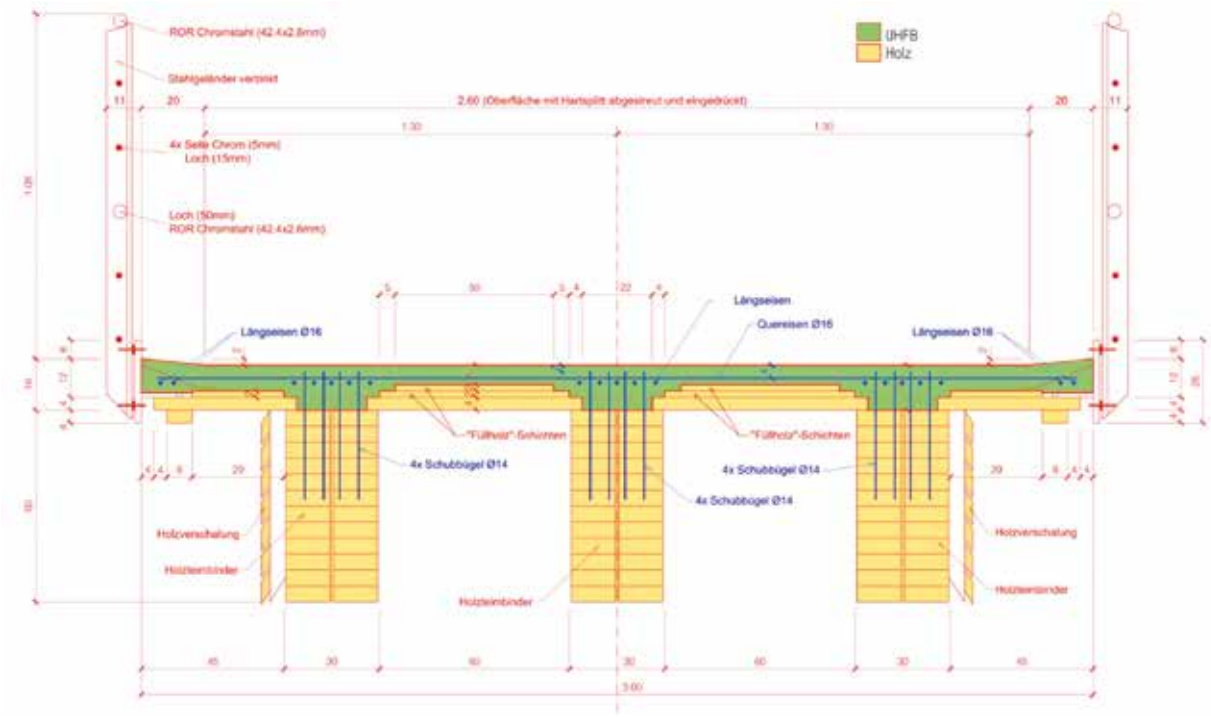
Der Holzunterbau (Bild 9) besteht aus drei 25 m langen GL 24c Brettschichtholzträgern von 60 cm x 30 cm mit je zwei Aufschieblingen à 40 cm x 30 cm. Die Geometrie, also Länge sowie Stichhöhe, der Längsträger wurde unter anderem durch den Straßentransport begrenzt. Die Träger mit einer Lamellendicke von 4 cm sind auf einer Breite von 30 cm blockverleimt. Die Oberfläche wurde grundiert und mit einem Endanstrich versehen. Der vorfabrizierte seitliche Holzrost ist der Linienführung der Brücke angepasst (Bild 10). Er besteht aus rhomboidförmigen Lamellen (C24) und schützt den Unterbau seitlich vor der Witterung. Die Fahrbahnplatte aus wasserundurchlässigem UHFB übernimmt dabei den Witterungsschutz von oben. Die Holzschalungselemente als Vergussform für den UHFB der Gehfläche wurden aus 4 cm dicken Nut- und Kammbrettern hergestellt und vor Ort auf die Längsträger montiert.
Die Unterkonstruktion trägt die Lasten als Holzbogen über die pfahlfundierten, aufgelösten Betonwiderlager in den Baugrund ab. Die Aufschieblinge liegen dabei in Betonnischen ebenfalls direkt auf den Betonwiderlagern auf. Die Kraftübertragung der Holzbogenträger erfolgt über ein entsprechendes Stahlgelenk auf die Betonwiderlager.

10 *Anordnung von seitlichen Holzrostelementen*
© Emch+Berger AG Bern

3.3 Schubverbindung

Die Schubverbindung verzahnt das Brettschichtholz (BSH) mit dem UHFB, damit beide Baustoffe statisch zusammenwirken (Bild 11). Der Verbund wird durch Stahlgewindestangen gewährleistet, die mit Epoxidharz in das Brettschichtholz eingeklebt sind: GSA®-Technologie von der Firma »neue Holzbau« AG. [3] Die Bohrung und die Verklebung der 14-mm-Gewindestangen aus Armierungseisen wurden aufgrund der geringen Maßtoleranzen (Überdeckung) bereits im Holzwerk und nicht erst auf der Baustelle ausgeführt. Im Schnitt wurde etwa alle 60 cm eine Schubverbindung eingebaut. Eine Schubverbindung besteht dabei aus vier Bügeln sowie einem Quereisen, um zusammen mit der Kerbe als Aussparung in der Holzschalung mit Vertiefung und Verdickung der UHFB-Schicht eine steife Verbundwirkung zu erreichen.

11 *Schubverbinder mit Bewehrung*
© Emch+Berger AG Bern



12 *Querschnitt nach Optimierung*
© Emch+Berger AG Bern

3.4 Oberbau

Für den Oberbau wurde ein sogenannter Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) verwendet. Dabei handelt es sich um einen Verbundwerkstoff aus Zement und Zusatzstoffen mit kurzen Stahlfasern. Dieser Verbundwerkstoff weist eine hohe Packungsdichte auf und ist daher im elastischen Bereich flüssigkeitsdicht.
Der charakteristische Wert seiner Würfeldruckfestigkeit nach 28 Tagen ist in der Regel höher als 120 N/mm^2 .[1] Im Infrastrukturbereich wird er deshalb in jüngster Vergangenheit oft für Instandsetzungen und Verstärkungen eingesetzt.
Der UHFB überzeugt in diesem Projekt sowohl durch seine hervorragenden mechanischen – Druckfestigkeit $f_{Uck} \geq 120$ MPa, elastische Grenzzugspannung $f_{Utek} \geq$ 7 MPa [1] – als auch durch seine außerordentlichen physikalischen Eigenschaften: wasserundurchlässig im elastischen Bereich. Es wurde ein Ultra-Hochleistungs-Faserbeton der Sorte UA verwendet, der als befahrbare Oberfläche zugleich die Abdichtung und damit den Witterungsschutz des Holzunterbaus übernimmt. Die Fahrbahnränder wurden leicht erhöht ausgeführt, um das Regenwasser in Längsrichtung abzuleiten.
Um die UHFB-Menge möglichst gering zu halten, wurde der Querschnitt zwischen den Trägern zudem mit längslaufendem »Füllholz« belegt (Bild 12). Auf diese Weise ließen sich Materialverbrauch und Ökobilanz weiter optimieren.

Über den Längsträgern ist die UHFB-Schicht mit 10 cm am dicksten, davon ausgenommen sind die jeweiligen Schubverbindervertiefungen mit 14 cm Dicke, welche durch diese Kerbwirkung einen optimalen und direkten Verbund vom UHFB mit den Holzlängsträgern gewährleisten. Ansonsten wurde die Schichtdicke gemäß Kraftverlauf bis auf 6 cm mit »Füllholz« reduziert. Das Füllholz wurde auf die vorgefertigten Schalungselemente vormontiert und konnte anschließend direkt übergossen werden. Insgesamt wurde ca. 10 m^3 UHFB verbaut.

3.5 Oberfläche

Die rutschfeste und auch befahrbare Oberfläche wird durch eine Splittschicht gebildet, welche direkt in den UHFB eingestreut wurde. So ließ sich optisch ein fließender Übergang vom Wanderweg auf die Brücke schaffen. Dadurch und durch die moderne Umsetzung historischer Bogenformen integriert sich die Brücke ideal in die eindrückliche Berglandschaft.
Zu Aufbau und Gestaltung einer rutschfesten Oberfläche wurden eigens Versuche durchgeführt. Man entschied sich, auf ein Zweischichtenprinzip zurückzugreifen. Dabei bringt man auf den erhärteten UHFB eine zweite, ca. 5 mm dicke, faserlose UHFB-Schlämme auf, in welche der Splittkies direkt eingepresst wird (Bild 13).

In den Vorversuchen zeigte das Einstreuen einer 4–8 mm Splittkiesschicht optisch, also beim Übergang zum Wanderweg, die besten Ergebnisse. In diesem Zusammenhang passte die Unternehmung die UHFB-Schlämme an die spezifischen Gegebenheiten an. Selbige durfte aufgrund des Gefälles nicht zu dünnflüssig sein und musste eine genügende Haftung erzeugen. Mit der gefundenen Mischung wurden anschließend Testplatten erstellt, welche bezüglich mechanischer Beanspruchung und Zughaftung (Schichtenverbund und Splitteinbettung) getestet wurden. Die Versuche waren zufriedenstellend und erfüllten die Projektanforderungen.

13 *Splitteinstreuung in UHFB-Schlämme*
© Emch+Berger AG Bern

14 *Montage der Längsträger Brawand Zimmerei AG*

4 Realisierung

Die Pfahlfundationen inklusive Betonwiderlager wurden im Herbst 2017 erstellt. Im darauffolgenden Winter konnten die drei BSH-Bogenträger mit je zwei Aufschieblingen vorfabriziert und mit den Schubverbindern versehen werden. Zudem wurden in derselben Zeit die zwölf Holzschalungselemente sowie der seitliche Witterungsschutz produziert. Nachdem sich der Schnee im Gletschersand zurückgezogen hatte, konnten im Mai die Bauarbeiten vor Ort wieder aufgenommen werden. Am Projektstandort wurde der senkrechte Witterungsschutz als vorfabrizierter Holzrost an die äußeren Träger montiert und die so vorbereiteten Bauteile mit dem mobilen Kran direkt in die vorgesehenen Auflager positioniert (Bild 14).

Anschließend erfolgte die Montage der horizontalen Holzschalungselemente auf die drei Träger. Der Metallbauer befestigte danach den verzinkten Stahlrand mit dem integrierten Geländer direkt an den Schalungselementen (Bild 15). Damit ließen sich einerseits die seitliche Betonabschalung und andererseits die Absturzsicherung gewährleisten, ohne ein aufwendiges Baugerüst über den Wildbach erstellen zu müssen. Die Aufrichtzeit des Unterbaus wurde somit auf ein Minimum reduziert. Innert Wochenfrist war die Holzkonstruktion inklusive Abschalung und Geländer errichtet und vorbereitet, um in der nächsten Phase den Ultra-Hochleistungs-Faserbeton einzubauen.

15 *Vorgefertigte Schalungselemente mit Geländer © Emch+Berger AG Bern*

Die Unternehmung baute das UHFB-Produkt »ahadur« von Kibag ein. Da sich in der näheren Umgebung des Projektstandortes keine entsprechenden Betonwerke befanden, entschied man sich, den UHFB mit einer mobilen Betonanlage direkt vor Ort zu produzieren. Die eigens von der Unternehmung entwickelte Anlage wurde beim nördlichen Widerlager installiert. Die Bestandteile für ca. 10 m³ verbauten UHFB wurden in Bigbags als Trockengut angeliefert und dann vor Ort zusammengemischt. Der frische UHFB wurde in gewöhnlichen Betonkübeln mit Hilfe eines mobilen Krans auf die Brücke transportiert, dort auf die vorbereitete Brückenoberfläche gekippt und anschließend über deren Breite verteilt. Die Einbringung wurde maschinell mit einem Tremixbalken vorgenommen (Bild 16). Zur regelmäßigen Führung des Tremixbalkens wurden vorgängig Laufschienen am vormontierten Geländer befestigt. In einer ersten Phase wurde vom südlichen Widerlager bis ca. 1 m über den Brückenscheitel hinaus betoniert. Danach wurde der Tremixbalken an das nördliche Widerlager verschoben und von dieser Seite aus in Richtung Scheitel betoniert. Der Einbau von ca. 10 m³ UHFB konnte so an einem Tag vollzogen werden.
Durch die mobile Produktion vor Ort, die vorherrschenden und sich im Tagesverlauf verändernden Umwelteinflüsse und aufgrund eines Brückenlängsgefälles ≤ 11 % war der Einbau jedoch schwieriger als vorhergesehen. Damit Konsistenz und Verarbeitbarkeit stimmten, musste die Mischung in der mobilen Anlage schrittweise den Gegebenheiten angepasst werden. Ein eingespieltes Einbauteam sowie die fortlaufenden Rückmeldungen über das Verhalten des UHFB ans Produktionsteam waren dabei unabdingbar.
Nachdem der UHFB ausgehärtet war, wurde die Oberfläche mit einer faserlosen UHFB-Schlämme überzogen, in welche der saubere Splittkies direkt eingepresst wurde. Somit konnten die herausstehenden Fasern der UHFB-Konstruktionsschicht überdeckt und ein fließender Übergang vom Wanderweg auf die Brücke geschaffen werden (Bild 17).

16 *UHFB-Einbringung mittels Tremixbalken*
© Emch+Berger AG Bern

17 *Brückenoberfläche nach Fertigstellung*
© Emch+Berger AG Bern

5 Fazit und Ausblick

Obwohl es am Anfang mit einigen Unsicherheiten behaftet war, den noch teilweise unbekannten Baustoff UHFB ins Projekt einfließen zu lassen, gewannen alle Beteiligten im Verlauf der Planungsarbeit durch das Befassen mit diesem neuartigen Baumaterial und dank dessen enormer physikalischer und mechanischer Eigenschaften eine immer höhere Sicherheit und Überzeugung für dessen Einsatz. Schlussendlich überwogen die Vorteile der statischen Mitwirkung und der passenden Oberfläche, welche zugleich als Brückenabdichtung dient, berechtigterweise alle Zweifel.
Das bei der Gletschersandbrücke verwendete Verbundprinzip mit dem UHFB-optimierten Querschnitt hat inzwischen auch weitere Brückenprojekte inspiriert. In diesem Frühling wurde in der Schweiz die erste Holz-UHFB-Brücke für Schwerlasten realisiert. Sie setzte sich im Variantenstudium ebenfalls aufgrund geringerer Kosten, besserer Ökobilanz und der kürzeren Bauzeit gegen eine herkömmliche Betonbrücke durch.
Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich das Material UHFB im Verbund mit den BSH-Trägern bei der Gletschersandbrücke als gelungene Kombination herausstellt, die einen innovativen mit einem heimischen Baustoff gewinnbringend verbindet.
Der UHFB bietet vor allem im Bereich der offenen Holzbrücken neue Möglichkeiten in Bezug auf die Fahrbahn respektive Oberflächenabdichtung. Im Gegensatz zu herkömmlichen Beton-Holz-Verbundbrücken lässt sich aufgrund der besseren mechanischen Eigenschaften des UHFB viel Material einsparen und auf eine zusätzliche Abdichtung verzichten.

6 Danksagung

Bedanken möchten wir uns vor allem bei den Behördenvertretern und der Bauverwaltung der Gemeinde Grindelwald, die uns das Vertrauen geschenkt haben, mit ihnen zusammen dieses elegante und innovative Projekt auszuführen. Ebenfalls ein großer Dank gilt Professor Eugen Brühwiler von der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Lausanne, der seit vielen Jahren mit dem Baustoff UHFB forscht und praxisbezogene Anwendungen fördert – und der uns mit seinem Fachwissen beratend zur Seite stand und uns jederzeit und in allen Projektphasen unterstützte. Zudem bedanken wir uns bei allen Beteiligten für die gute interdisziplinäre Zusammenarbeit, ohne deren Denkanstöße und Engagement diese Brücke nicht hätte realisiert werden können.

Autoren:
Marc-André Berchtold, Dipl. Bauingenieur ETH
Armin Hemmi, Dipl. Bauingenieur HTL
Guido Lauber, Dr. sc. techn., Dipl. Bauingenieur ETH
Emch+Berger AG Bern
Bern,
Schweiz

18 *Gletschersandbrücke im Winterkleid*
© Emch+Berger AG Bern

Literatur
[1] Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein: Merkblatt SIA 2052:2016 »Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB). Baustoffe, Bemessung und Ausführung«.Zürich, 2016.
[2] Emch+Berger AG Bern: Technischer Bericht Gletschersandbrücke. Bern, 2018.
[3] Neue Holzbau AG: GSA-Technologie. https://neueholzbau.ch/produkte/gsa-technologie. Lungern, 2018.

Bauherr
Einwohnergemeinde Grindelwald, Grindelwald, Schweiz

Entwurf und Tragwerksplanung
Emch+Berger AG Bern, Schweiz

UHFB-Beratung
Prof. Dr. sc. techn. Eugen Brühwiler, ETH Lausanne, Schweiz

Baumeister
Christian Zumbrunn Hoch- und Tiefbau, Grindelwald, Schweiz

Bohrpfähle
Ghelma Spezialtiefbau AG, Meiringen, Schweiz

Holzbau
Brawand Zimmerei AG, Grindelwald, Schweiz
Neue Holzbau AG, Lungern, Schweiz

Metallbau
Bhend Metallbau GmbH, Grindelwald, Schweiz

UHFB-Herstellung
Implenia AG, Dietlikon, Schweiz

Nachhaltige Infrastruktur für Fußgänger und Radfahrer

Ersatzneubau der Wasserwerkbrücke in Karlsruhe

von Jan Akkermann, Hans Jakel, Heinz-Josef Vieth

Der Ersatzneubau der Wasserwerkbrücke verbindet die Karlsruher Südstadt mit dem Naherholungsgebiet Oberwald. Das für Fußgänger und Radfahrer ausgelegte Bauwerk überspannt in technisch-sachlicher Markanz den Karlsruher Güterbahnhof. Die Gestaltung legt besonderen Wert auf weiträumige Sichtbeziehungen in Richtung Wald und Stadt und gewährleistet eine hohe Aufenthaltsqualität. Die semi-integral gelagerte, 163 m lange Stahlverbundbrücke wurde in optimaler Bauzeit realisiert und bietet seit Sommer 2019 Spaziergängern und Fahrradpendlern wieder eine komfortable Verkehrsverbindung.

1 Einleitung:

1.1 Historischer Wirtschaftsweg und Naherholung

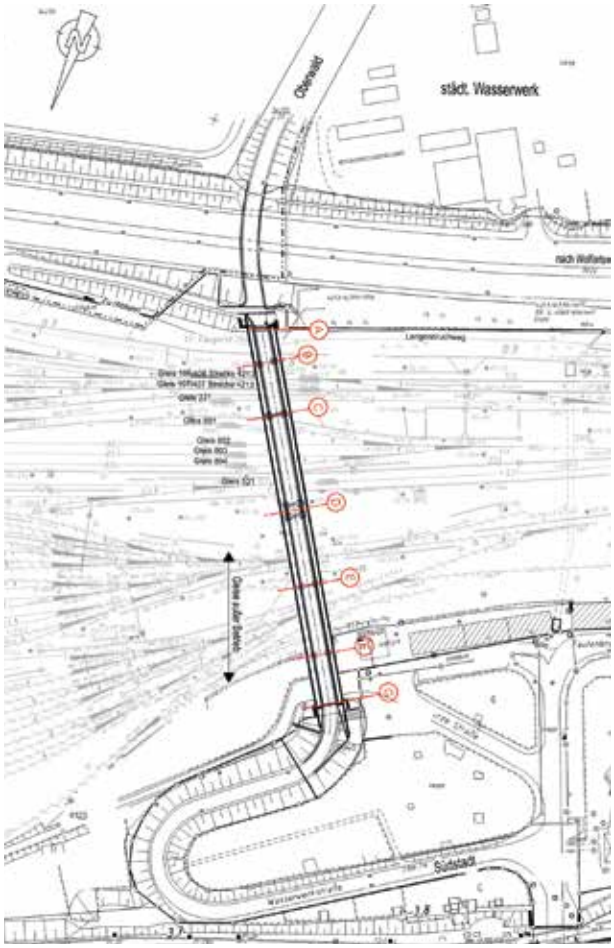
Bereits seit 1895 überspannte östlich des Karlsruher Hauptbahnhofs eine genietete Stahlfachwerkbrücke das Gleisfeld des Güterbahnhofs und verband die Innenstadt mit dem Oberwald-Wasserwerk. Ursprünglich zum Verwaltungsbereich der Deutschen Bahn gehörend, ging das Bauwerk durch die Änderung des Eisenbahnkreuzungsgesetzes 1994 in die Verantwortung der Stadt über. Das durch Korrosionsschäden schwer baufällige Bauwerk musste 1998 für den Kraftfahrzeugverkehr gesperrt werden. Neben der Nutzung als Wirtschaftsweg zum Wasserwerk wurde die Brücke stark durch Fußgänger und Radfahrer, Letztere zunehmend auch als Berufspendler, frequentiert.

Das Bauwerk wurde daher als beliebter Zubringer ins Naherholungsgebiet Oberwald und südliche Stadtanbindung als Geh- und Radwegbrücke in Betrieb gehalten.

Die bestehende Konstruktion barg zudem sehr großes Verbesserungspotential hinsichtlich der räumlichen Wahrnehmung der Umgebung (Sichtbezüge) sowie bei der Stärke der existierenden Ringerschließung des stadtzugewandten Brückenauftaktes, die die Verbindung der räumlichen Achsen Südstadt–Naherholungsgebiet Oberwald darstellt.

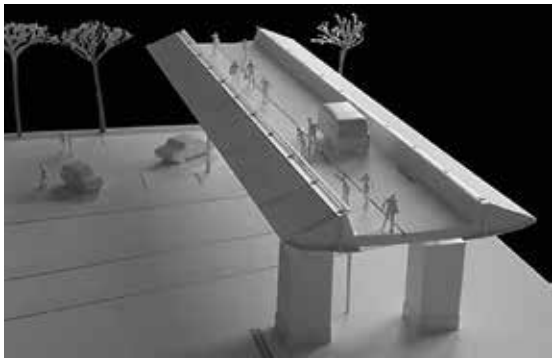
1 *Tunnelartige Wahrnehmung im Bestand*
© GJL Freie Architekten BDA

2 *Historisches Bestandsbauwerk von 1895*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH



3 *Lage des Brückenneubaus im Gleisfeld*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

4 *Entwurfsskizze*
© GJL Freie Architekten BDA



5 *Wettbewerbsmodell*
© GJL Freie Architekten BDA

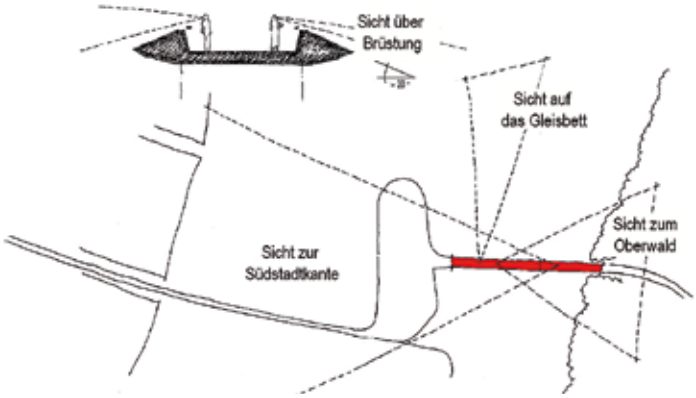
1.2 Neugestalteter Ersatzbau

2002 galt es, im Zuge eines städtischen Gestaltungswettbewerbs, die räumliche Situation neu zu überdenken. Gleichzeitig sollte das Lichtraumprofil des Bahnverkehrs durch ein Anheben der Gradiente angepasst werden. Der Siegerentwurf von GJL Architekten (Gestaltung) und Krebs+Kiefer Ingenieure (Objekt- und Tragwerksplanung) reagiert mit einer der Umgebung angepassten, technisch-sachlichen und gleichzeitig prägnanten Überbauform.

Die Grundidee der neuen Gestaltung lag darin, den Blick in den Oberwald bzw. zur angrenzenden Kante der Karlsruher Südstadt für die Passanten beim Überschreiten vollständig freizugeben. Die ehemalige Brücke mit den alten genieteten Fachwerkträgern ließ beim Passieren kaum Transparenz zu, der Blick wurde in der Raumtiefe vielmehr in einem Tunnel geführt, durch den die vielfältige Umgebung kaum oder nur eingeschränkt wahrgenommen werden konnte.

Diesen nun freien Blick zu stärken, ist dem Entwurf so wichtig, dass er ihn zusätzlich durch auskragende, sich nach außen verjüngende Brüstungsflächen in die Landschaft leitet. Die Vergrößerung der Brüstungstiefe ermöglicht die Reduzierung der Brüstungshöhe, so wird die tunnelartige Blickführung der ehemaligen Brücke aufgehoben.

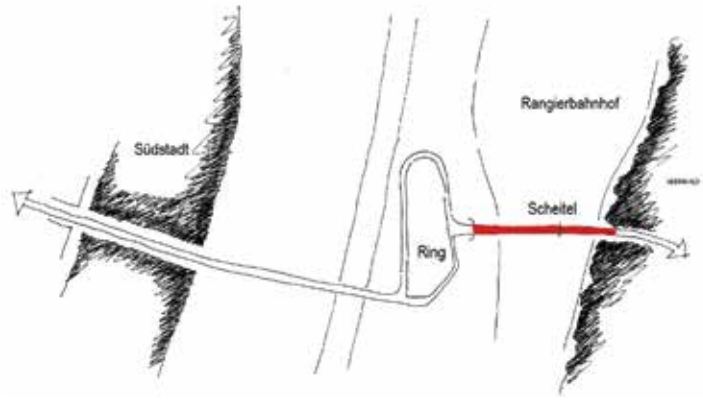
Beim Verweilen lädt die niedrige Konstruktion jetzt zum Betrachten des Zugverkehrs und der Umgebung ein. Der Querschnitt der Brüstungselemente ist angelehnt an die Form von Flugzeugtragflächen, sie symbolisieren gleichzeitig Leichtigkeit und Unbeschwertheit, was durch ihre reflektierende Oberfläche, in der sich der Himmel und die Umgebung in wechselnden Farbtönen je nach Witterungssituation spiegeln, noch betont wird.



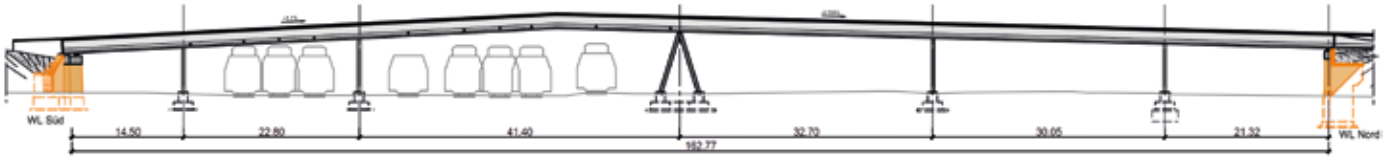
6 *Sichtbeziehungen*
© GJL Freie Architekten BDA

Des Weiteren werden die bestehenden Anbindungen an die angrenzenden Landschaften und Wege herausgearbeitet und gestärkt, damit der Brücke die gewichtige Bedeutung zukommt, die ihr als Verbindungsglied zwischen Stadt, Südstadt und der Landschaft zusteht. Hierzu dient die bereits bekannte und bewährte Ringerschließung, die Verbindungsglied zwischen Straße und Brücke ist und die gemeinsam die Verbindungsachse (Süd-)Stadt–Oberwald bildet.

Daher wurde am nördlichen Widerlager eine neue kleine Platzsituation geschaffen. Der Entwurf sah zudem vor, diese Ringerschließung mittels Sanierung der seitlichen Zugangstreppe vollständig zu schließen und dadurch weiter zu stärken, was jedoch aufgrund der Anforderungen der Nutzer nicht in der Ausführung berücksichtigt werden konnte.



7 *Ringanbindung*
© GJL Freie Architekten BDA



8 *Ansicht von Osten*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

9 *Erscheinungsbild aus westlicher Perspektive*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

10 *Blick nach Süden in den Oberwald*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

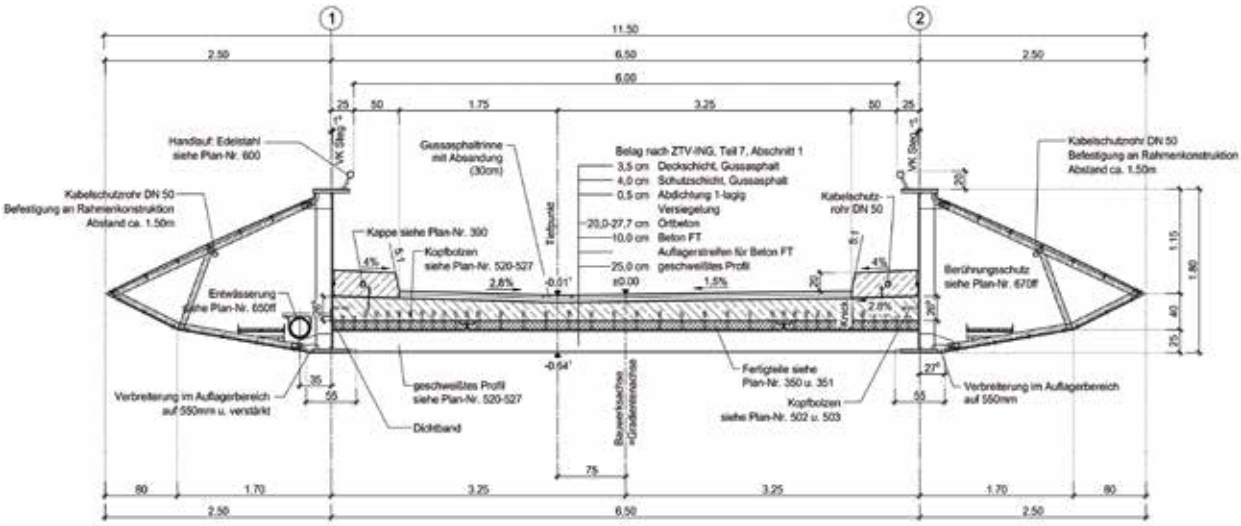
11 *Bahnverkehr unter der Brücke*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

12 *Radverkehr in Richtung Karlsruhe-Südstadt*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

Der gegenüberliegende südliche Brückenauftakt wird ebenfalls neu definiert. Hier wird keine Platzsituation geschaffen, da nunmehr die Begleitung des Passanten aus dem Wald auf die Brücke und hin zur Stadt im Vordergrund steht.

Da es sich bei der Wasserwerkbrücke um eine Schwelle zwischen Stadt, der Südstadt und der Landschaft, dem Naherholungsgebiet Oberwald, handelt, wurde dieser Übergang durch einen Knick in der Ansicht präzisiert. Durch die markante Kuppenausbildung als »Knick« konnten trotz Anhebens die vorhandenen Widerlager und Rampen weiterverwendet werden.

Die Längsneigung von 2,55 % bzw. 5,10 % gestaltet sich hierbei als für Passanten problemlos. Die leicht asymmetrische Anordnung der Kuppe folgt zum einen dem lokalen Bedarf an Lichtraumprofil der südlichen Gleise und verleiht zum anderen der Brücke in der Ansicht gleichsam mehr Spannung. So erhält das Bauwerk auch einen Hochpunkt, einen ideellen Schwerpunkt, oder einen Treffpunkt.



13 *Regelquerschnitt*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

14 *Haupttragwerk: Stahlträgerrost auf Montagestützen*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

2 Tragwerk: Robustheit und Markanz

2.1 Statisches System

Der Siegerentwurf sah eine einfache und robuste Trogkonstruktion als Stahlträgerrost mit Stahlverbunddeck vor. Entstanden ist eine semiintegrale, sechsfeldrig als Balken durchlaufende Stahlverbundbrücke mit Festpunkt in Brückenmitte und einer Gesamtstützweite von 162,80 m.
Die sich aus dem überquerten Gleisfeld ergebenden Einzelstützweiten sind hierbei inhomogen: 14,50 m, 22,80 m, 41,40 m, 32,70 m, 30,10 m, 21,30 m. Die nutzbare Breite innerhalb des Trogquerschnitts beträgt 6,00 m. Mit dem Berührungsschutz ergibt sich eine Gesamtbreite des Überbaus von 11,50 m.
Die Hauptträger wurden aus geschweißten Vollwandprofilen aus S355 mit konstanter Höhe von 1.800 mm ausgeführt. Die dazwischen verschweißten Querträger dienen als Auflager für die Stahlbeton-Halbfertigteilplatten der Fahrbahn und bilden mittels Kopfbolzendübel mit der Ortbetonergänzung Verbundträger.

15 *Untersicht mit Querausstеifung*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

Die ursprünglich zur Weiternutzung angedachten Sandsteinpfeiler des Bestandes erwiesen sich als nicht mehr ausreichend tragfähig und im Bauablauf hinderlich. Daher tragen mit den Hauptträgern verschweißte Stahlstützenpaare mit einem Durchmesser von 406 mm die Vertikal- und Horizontallasten über eine Flachgründung in den Baugrund ab. Der Festpunkt in Längsrichtung wurde in Brückenmitte als A-Bock ausgebildet.
Die Aussteifung der Brücke in Querrichtung erfolgt über querfeste Lager an den Widerlagern sowie Windverbände in zwei Stützenachsen.
Die bestehenden Auflagerbänke und Teile einer anschließenden Stützwand wurden aufgrund der veränderten Höhenverhältnisse im Anschlussbereich abgebrochen und an den neuen Überbau angepasst.
Die historische Sandsteinwiderlagerwand konnte im Norden erhalten werden. Im Süden schließt die Brücke an die vorhandene Stahlbetonkanzel einer Schnellstraßenüberquerung an.
Durch den Stahlträgerrost konnte die markante Gradiente mit dem »Knick« in Brückenmitte problemlos realisiert werden.

2.2 Konstruktive Details

Für den beiderseitigen Oberleitungsberührungsschutz wurde eine Hohlprofilkonstruktion aus Aluminium mit 6 mm dicker Aluminiumblechverkleidung gewählt. Die Befestigung der Aluminiumstäbe an den Hauptträgern erfolgte mittels bereits vorgefertigter Fahnenbleche. Die Neigung des Berührungsschutzes verhindert ein Betreten. Der Hohlraum des Berührungsschutzes ist durch Mannlöcher im Hauptträgersteg zu Wartungszwecken komplett betretbar.

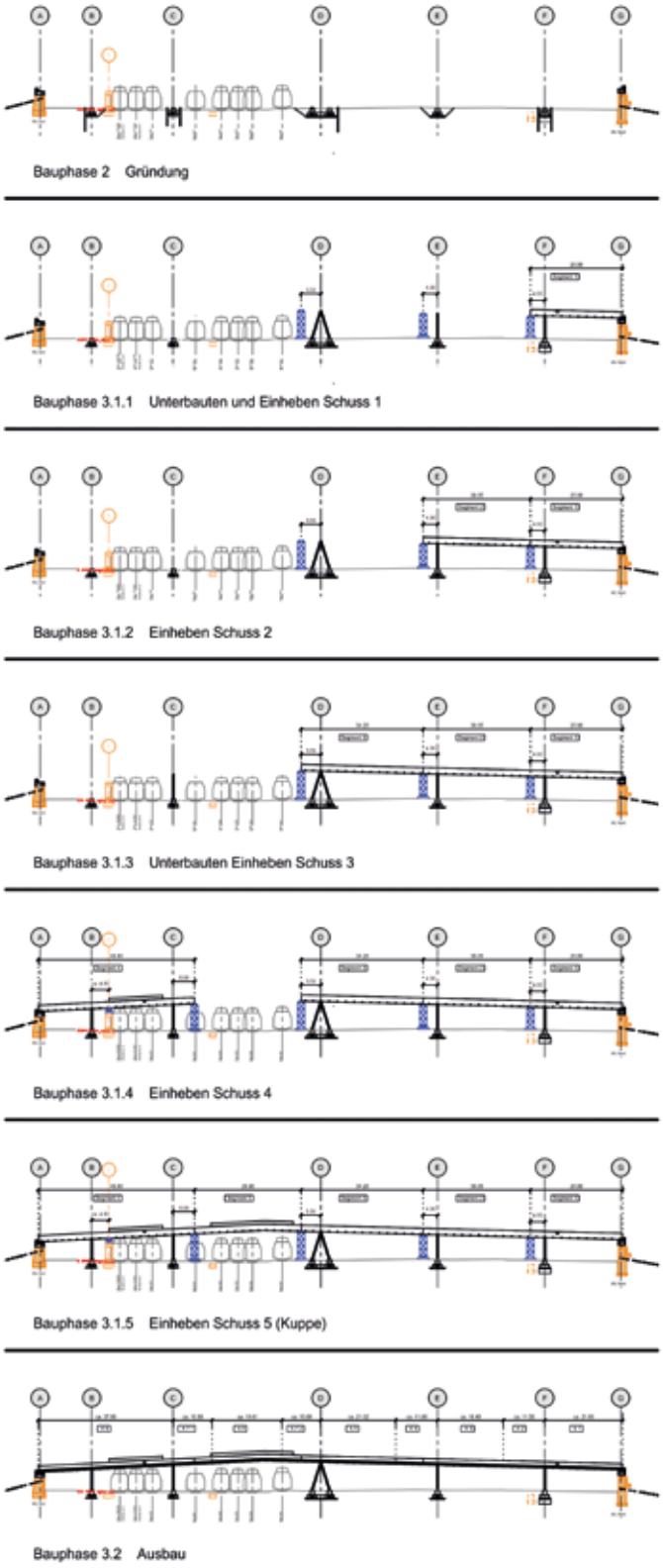
Die semiintegrale Lagerung mit verschweißten Stützen wirkt sich positiv auf die Wartung innerhalb des Gleisfeldes aus. Die Widerlager wurden mit robusten Elastomerlagern ausgerüstet. Die Aufteilung der nutzbaren Breite in 5,00 m Fahrbahn und beiderseits 0,50 m breite Kappen gibt den am Brückenrand stehenden Passanten zusätzliche Sicherheit vor Fahrradfahrern. Die Kappen fungieren zudem als Schrammbord für Dienstfahrzeuge. Auf den Hauptträgern wurde ein robuster Edelstahlhandlauf als Abschluss montiert.

16 *Integration des Bestandswiderlagers*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

Die Querentwässerung erfolgt in Richtung Querschnittsmitte zu exzentrischen Bodeneinläufen und von dort mittels Rohrleitungen zur seitlich der Hauptträger innerhalb des Berührungsschutzes verzogenen Längsentwässerungsleitung. Hierdurch wurden in der Brückenuntersicht jegliche Entwässerungsleitungen vermieden. Im Bereich der Bodeneinläufe wurden ein Stahlträgerwechsel als Ersatz der Betonplatte vorgesehen.

3 Realisierung: optimale Bauzeit

Vor der Anpassung der Widerlager war das Bestandsbauwerk im Herbst 2018 in Teilabschnitten durch Aushub rückzubauen. Ab diesem Zeitpunkt stand die Brücke für den Fußgänger- und Radfahrerverkehr nicht mehr zur Verfügung, was zu erheblichen Umleitungsdistanzen führte. Es galt daher, den Überbau in terminlich optimaler Bauweise, nicht zuletzt auch wegen der notwendigen Bahnsperrpausen, zu realisieren.
Hierfür wurden zunächst die Unterbauten im Gleisfeld erstellt. Die Stahlrohrstützen wurden auf den Flachgründungen platziert. Parallel wurden Montagestützen in Abhängigkeit vom Lichtraumprofil des Bahnverkehrs angeordnet. Die Montageaufteilung orientierte sich dazu am jeweils verfügbaren Baufeld. An einem mit Tiefladern zugänglichen Montageplatz wurde der Trägerrost des Überbaus in fünf Schüssen – der größte hatte eine Länge von 43,80 m und ein Gewicht von ca. 60 t – vorgefertigt. Diese wurden in nächtlichen Sperrpausen mittels Mobilkränen auf die Montagestützen eingehoben und sodann mit den Brückenpfeilern verschweißt. Anschließend wurden Fertigteilplatten aus Stahlbeton als verlorene Schalung auf dem Trägerrost verteilt und mit einer Ortbetonergänzung versehen. Parallel zu den Belagsarbeiten konnte die Montage des Berührungsschutzes erfolgen.



17 *Abfolge der Bauphasen*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

18 *Einheben des Überbaus in einer Sperrpause*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

4 Integrierte Kunst

Die Platzsituation am Brückenauftakt auf der der Stadt zugewandten Seite war Thema eines weiteren Wettbewerbs und vom Sieger, dem Künstler Klaus Gündchen aus Karlsbad-Ittersbach, mitgestaltet. Dessen Edelstahlskulptur bildet zum einen den Brückenauftakt bzw. -abschluss und zum anderen den Solitär auf dem Platz. Mit der Einweihung der Brücke im Juli 2019 wurde auch das Kunstwerk enthüllt.

5 Rezeption des Bauwerks

Die Brücke ist im Süden Karlsruhes ein für Fußgänger und Radfahrer wichtiger Bestandteil der Naherholungserschließung und innerstädtischen Anbindung. Hierbei laden die freien Sichtbeziehungen die Passanten auch zum Verweilen oberhalb des Gleisfelds ein.

Gleichzeitig gelang durch die Formgebung des Berührungsschutzes und der Brückengradiente eine markante, technisch-orientierte Bauform, die sich einerseits in das industrielle Umfeld einbindet, es andererseits aber mit schlanker Leichtigkeit überspannt.
Die komplexe Raumsituation und die Anforderungen an eine möglichst kurze Bauzeit bedingten eine robust zu realisierende Konstruktion. Die semiintegrale Stahlverbundbrücke wurde diesen Anforderungen gerecht.

19 *Brückenskulptur von Klaus Gündchen am Überbauende*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

Dass darüber hinaus sowohl der vorgegebene Kostenrahmen von 5,50 Mio. € eingehalten als auch die Bauzeit gegenüber veranschlagten 15 Monaten auf zwölf verkürzt werden konnte, unterstreicht die Effizienz von Planung und Realisierung.
Zu erwähnen bleibt, dass die Zusammenarbeit zwischen dem auch für Bauoberleitung und Bauüberwachung verantwortlichen Tiefbauamt Karlsruhe, der Deutschen Bahn, dem Bauunternehmen Reif aus Rastatt sowie den Ingenieuren und Architekten vorbildlich war. Unserer Überzeugung nach ist dies für ein gelungenes Bauwerk essentiell.

Autoren:
Prof. Dr.-Ing. Jan Akkermann
Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH,
Karlsruhe
Dipl.-Ing. Hans Jakel
GJL Freie Architekten BDA,
Karlsruhe
Dipl.-Ing. Heinz-Josef Vieth
Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH,
Mannheim

20 *Passanten in der Abendsonne*
© Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH

Bauherr, Bauoberleitung, Bauüberwachung
Stadt Karlsruhe, Tiefbauamt,
Abteilung Konstruktiver Ingenieurbau Gewässer

Architekten
GJL Freie Architekten BDA, Karlsruhe

Objekt- und Tragwerksplanung
Krebs+Kiefer Ingenieure GmbH, Karlsruhe

Prüfingenieur
Dr.-Ing. Dietmar Maier, Karlsruhe

Bauausführung
Reif Bauunternehmung GmbH & Co. KG, Rastatt

Brückenbau

Taktschieben
Freivorbau
Vorschubrüstung
Traggerüst

Ingenieurbau

Sonderkonstruktion
Schalungsbau
Lehrgerüstbau
Anheben, absenken, verschieben

Bauwerksinstandsetzung

Brückensanierung
Brückenrestaurierung
Verankerungstechnik
Verarbeiten von Kunststoffen

GERDUM u BREUER
Bauunternehmen GmbH

Max-Planck-Straße 4 | 36179 Bebra
Tel.: 06622 507-200 | Fax: 06622 507-270
info@gerdum-u-breuer.de | www.gerdum-u-breuer.de

GB
GERDUM u BREUER

Neuer Ansatz mit konventionellen und berührungslosen Sensoren

Überwachung von Brückeninfrastrukturen

von Sina Keller, Chris Michel, Oliver Schneider, Jacob Müller, Matthias Arnold, Andreas Döring, Mareike Hoyer, Stefan Hinz, Hubert B. Keller

Das Durchschnittsalter der ca. 25.700 Bahnbrücken ist 75 Jahre und das der ca. 39.700 Brücken im Bundesfernstraßennetz ca. 40 Jahre. Hinzu kommt, dass knapp die Hälfte der Bahnbrücken älter als 100 Jahre ist. Das zunehmende Brückenalter in Verbindung mit dem vorhandenen massiven Sanierungsrückstau bei gleichzeitig geringeren Haushaltsmitteln für die Unterhaltung der Bauwerke führt unweigerlich zu einer Degradation des Zustands und somit der Sicherheit. Eine reduzierte Standsicherheit ist in einem frühen Stadium schwer zu erkennen und zu quantifizieren. Die Zustandsüberwachung dieser kritischen, jedoch alternden Infrastruktur gewinnt somit zunehmend an Bedeutung.
Im vorliegenden Beitrag wird ein neuer Ansatz zur Unterstützung der Zustandsbewertung vorgestellt, der auf einem berührungslosen Messprinzip basiert und mit konventionellen Sensoren verifiziert wird. Während Fahrzeuge das Brückenbauwerk passieren, werden Daten mit berührungslos messenden Sensoren erfasst und zum Vergleich ein Datensatz mit konventionellen Sensoren erhoben. Auf Basis dieser Daten soll später eine verlässliche Bewertung des Brückenzustandes hinsichtlich seines individuellen Lastverformungsverhalten erfolgen. Die verschiedenen Datenaufnahmen werden hier exemplarisch an einer Brücke in Mödlitz, Nordbayern, vorgestellt und erläutert. Weiterhin werden die Messdaten präsentiert und analysiert sowie mit Berechnungsergebnissen von FE-Brückensimulationen verglichen. Schließlich erfolgt ein kurzer Exkurs zur automatischen Fahrzeugerkennung und -klassifikation, basierend auf den berührungslosen Sensordaten.

1 Überwachung von Brückeninfrastruktur

Brückenbauwerke sind neuralgische Infrastrukturbestandteile und systemkritisch für die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit von Gesellschaft und Wirtschaft mit hohen Anforderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit für die Logistik und den Individualverkehr. Zudem sind Brückenbauwerke vulnerable Knoten des Straßennetzes, da hier Straßen-, Bahn- oder Talquerungen vorgenommen werden, meist ohne dass direkte Umfahrungsmöglichkeiten bestehen. Temporäre Verbesserungen oder Behelfsbrücken sind lediglich mit erheblichen Kosten und Vorlaufzeiten zu realisieren. Das zunehmende durchschnittliche Bauwerksalter in Verbindung mit massivem Sanierungsrückstau führt unweigerlich zu einer schleichenden Verschlechterung des Zustands und somit zu einer Reduzierung der Sicherheit bei Brückenbauwerken. [1] Vor diesem Hintergrund ist die frühzeitige und zuverlässige Erkennung von Schäden essentiell.
Brücken bestehen aus zahlreichen Bauteilen, welche entsprechend unterschiedlichen Wartungs- und Erhaltungsmaßnahmen unterzogen werden, wie zum Beispiel DIN 1076 und RI-EBW-Prüf. Aktuell werden zur Quantifizierung des Zustands, zur Budgetplanung sowie zur allgemeinen Vorausschau verschiedene Klassifikatoren zur Bewertung von Ingenieurbauwerken angewandt. Unterschieden wird dabei zwischen Standsicherung »S«, Verkehrssicherheit »V« und Dauerhaftigkeit »D«, wobei diese drei Bereiche wiederum mit Zustandsnoten 1–4 bewertet werden. Diese Benotung deckt Zustände von Best- bzw. Neuzustand bis mangelhaft und ungenügend ab. Eine Zustandsnote schlechter als 3 hat in den meisten Fällen eine baldige Sanierung oder gar einen Ersatz zur Folge. Bisher erfolgt eine Bewertung des Bauwerkszustandes aufgrund einer sogenannten handnahen Prüfung. Dabei werden im Rahmen einer In-situ-Inaugenscheinnahme sämtliche sichtbare Teile und Flächen betrachtet und auf offensichtliche Defekte sowie mittels eines Prüfhammers (300 g oder 600 g) auf Hohlstellen oder oberflächlich verborgene Defekte untersucht. Risse werden aufgenommen, gemessen und auf etwaigen Rissfortschritt hin geprüft. Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Einstufung der Zustandsnoten eines Brückenbauwerks zunächst anhand eines rein äußerlichen Eindrucks abgeleitet wird. Die beschriebene Bewertung birgt allerdings auch Nachteile, wie zum Beispiel eine systemimmanente Unschärfe der Prüfmethodik sowie keine einheitliche Bauwerksprüfung aufgrund unterschiedlichen Aufwandes und Prüfumfanges. In der Vergangenheit wurden daher erforderliche Sanierungs- oder Ersatzmaßnahmen nicht immer konsequent erbracht.
Vor diesem Hintergrund gewinnt ein Structural Health Monitoring (SHM) zunehmend an Bedeutung, um beispielsweise etwaige Veränderungen im Verformungsverhalten frühzeitig zu erkennen. Die bisherige äußerliche Betrachtung erlaubt meist eine solche Veränderungsdetektion nicht. Zusätzliche Kenntnisse über den tatsächlichen Zustand, wie etwa frühzeitiges Erkennen von inneren Schädigungen des Brückenbauwerks, können helfen, um die Resilienz der Brücke zu erhöhen und das bisherige Prüfsystem zu ergänzen. Das Verhalten der Brücke wird hierbei unter statischen und dynamischen Belastungen analysiert. Solche Überwachungssysteme für Brücken sind bis auf sehr wenige Beispiele nicht verbreitet. Neben Zweifeln an der Wirksamkeit des Nutzens bei Anwendern sind die Investitionskosten ein Hindernis. Bisher werden Messdaten wie Verschiebungen, Dehnungen und Beschleunigungen primär durch Anbringen konventioneller Sensoren direkt am Bauwerksteil gewonnen. Installation und Unterhalt der Sensorsysteme sind oft mit Einschränkungen des Verkehrs verbunden. Weiterhin sind Messsysteme rauen Umgebungsbedingungen ausgesetzt und unterliegen zudem einer Alterung.

Alternativ bzw. ergänzend können zur Brückenüberwachung mobile Messsysteme zum Einsatz kommen. Eine geeignete Methode zur berührungslosen fernerkundlichen Messung sind bodenbasierte interferometrische Radarsensoren: GBR von ground-based interferometric radar. Im interdisziplinären ZEBBRA-Verbundvorhaben werden GBR-Sensoren mit dem Ziel eingesetzt, einen nicht-invasiven, mobilen und innovativen Mess- und Methodenansatz zur Erfassung und Analyse des Brückenzustandes während des alltäglichen Betriebes mit einer anschließenden Bewertung dieses Zustandes zu erarbeiten. Das ZEBBRA- Vorhaben [2] wird im Rahmen der »Zivilen Sicherheit – Verkehrsinfrastrukturen« vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.
In dem vorliegenden Beitrag werden erste Ergebnisse des ZEBBRA-Ansatzes präsentiert. Auf der einen Seite erfolgt eine Modellierung und Simulation eines exemplarischen Brückenbauwerks zum Verständnis des Tragverhaltens sowie der Rahmenbedingungen dieser Brücke mit konventionellen Sensoren für ein detailliertes SHM. Auf der anderen Seite werden die Herangehensweise und das Messprinzip des berührungslos aufnehmenden GBR an einer Brücke unter realen Bedingungen vorgestellt und die daraus resultierenden GBR-Daten sowie die Datenauswertung diskutiert und gegenüber den konventionellen Sensordaten validiert. Dies beinhaltet insbesondere die Schätzung von Fahrzeugüberfahrten auf der Brücke anhand von GBR-Daten und Schwellwertverfahren sowie Auswerteverfahren basierend auf Konzepten der künstlichen Intelligenz.

2 Überwachung mit verschiedenen Messprinzipien am ausgewählten Bauwerk

2.1 Allgemeines

Bei der Zustandserfassung mittels fest installierter Sensorik werden unter anderem Beschleunigungen, Dehnungen und Temperaturen aufgenommen. Diese Daten stellen wichtige Eingangsparameter für die Bewertung der Bauwerksermüdung dar. Zudem können anhand dieser Daten Erkenntnisse über die Verkehrsbelastung der Bauwerke gewonnen werden. Wünschenswert ist der Einsatz berührungsloser Messsysteme aus den naheliegenden Gründen, wie zum Beispiel geringer Investitions-, Montage- und Erhaltungsaufwendungen. Zudem kann ein solches Messsystem mobil an mehreren Brücken eingesetzt werden. Das vorgestellte und eingesetzte berührungslos messende Radar nutzt beispielsweise interferometrische Effekte zur Messung der vertikalen bzw. auch horizontalen Brückenbewegung an definierten Punkten. Berührungslos bedeutet hierbei, dass der Sensor nicht direkt am Bauteil angebracht werden muss. Im Folgenden werden die im ZEBBRA-Projekt eingesetzten Messprinzipien zur Datenaufnahme exemplarisch an einem repräsentativen Brückenbauwerk erläutert.

2.2 Beschreibung der Brücke

Im Verbundvorhaben werden drei verschiedene Brückenbauwerke untersucht. Exemplarisch werden die Daten der Brücke auf der B 303 in Nordbayern dargestellt und analysiert. Das einfeldrige Brückenbauwerk führt über die K-KC bei Mödlitz und wurde im Jahr 2005 errichtet. Es handelt sich um einen längs vorgespannten zweistegigen Plattenbalkenquerschnitt. Die Brücke ist schiefwinkelig und hat eine Gesamtlänge von ca. 26 m, ihre Breite beträgt ca. 12 m. Der vertikale Lastabtrag in die Unterbauten erfolgt über ein Elastomerlager. Der Zustand des Bauwerks wird aktuell mit der Zustandsnote 2,0 bewertet. Durch die beschriebenen Charakteristika eignet sich diese Brücke als exemplarisches Bauwerk und ermöglicht einen Transfer des ZEBBRA-Monitoringsystems mit verschiedener Sensorik auf andere Brücken.

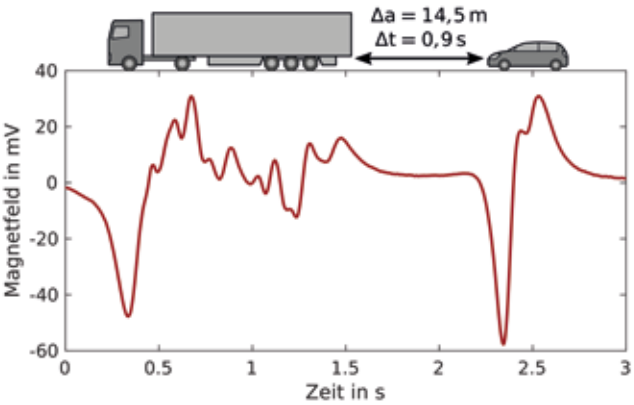
2.3 Angewandte Messprinzipien zur Datenaufnahme

Die eingesetzten konventionellen Sensoren erfassen die Bauwerksdehnung und die Beschleunigung an verschiedenen Messstellen unterseitig an der Brücke. Die Sensorik wird hierfür direkt an der Brücke angebracht bzw. in die Brücke eingebracht (Bilder 1, 2). Zudem wird die Temperatur der Luft, des Spannbetonüberbaus und des Asphalts aufgezeichnet. Hierdurch kann der zeitliche Verlauf der Steifigkeit erfasst werden und als mögliche Eingangsgrößen für datengetriebene Verfahren dienen.
Zur Erkennung der Verkehrssituation auf der Brücke sind zusätzlich Magnetfeldsensoren angebracht, welche geringe Feldstärken mit einer hohen Auflösung messen. Diese sind geschützt vor Witterungseinflüssen in den Ecken an der Unterseite der Brücke installiert. Sie messen durch die 30 cm dicke Betonfahrbahnplatte, wann ein Fahrzeug auf die Brücke auffährt und wann es sie wieder verlässt.

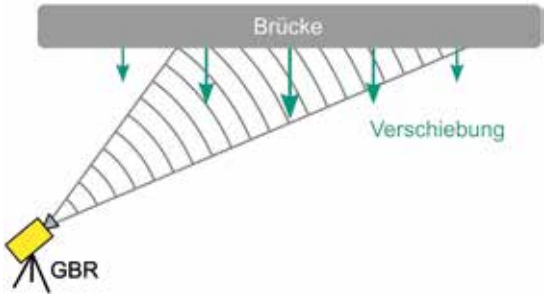
1 *Montage eines Beton-Dehnungssensors*
© Büro für Strukturmechanik

2 *Vorbereitete Messstelle für Betondehnungsstreifen sowie Radarreflektor zur präzisen GBR-Messung*
© Büro für Strukturmechanik

Bild 3 zeigt eine gemessene Überfahrt eines Lkw, gefolgt von einem Pkw. Aus den Sensordaten können Charakteristika wie Fahrzeuglänge, Abstand und Geschwindigkeit berechnet und so unterschiedliche Überfahrten (Events) in den Zeitreihendaten identifiziert werden. [3] [4]
Berührungslos messende Sensoren eignen sich aus den eingangs genannten Gründen zur Überwachung dynamischer Struktureigenschaften. Die bodenbasierte Radarinterferometrie bzw. ground-based interferometric radar (GBR) bietet verschiedene Vorteile gegenüber konventionellen Messsensoren, wie zum Beispiel induktive Wegaufnehmer oder Beschleunigungssensoren. Die durch Fahrzeugüberfahrten verursachten Auslenkungen bzw. Verschiebungen des Brückenbauwerks können an mehreren Punkten mit hoher Genauigkeit und Abtastrate während des laufenden Betriebs gemessen werden. Dies wird erreicht, indem vom GBR ausgestrahlte Mikrowellen an der Brücke reflektiert und wieder empfangen werden (Bild 4). Verschiebungen der Brücke führen zu Phasenänderungen im Signal, die vom Sensor registriert werden. Um eine Genauigkeit im Submillimeterbereich zu erhalten, ist eine ausreichende Signalreflexion an der Brückenstruktur zu gewährleisten. Insbesondere eignen sich hierfür Querträger aufgrund ihrer Größe und die oftmals gegebene Möglichkeit der orthogonalen Ausrichtung des GBR. Für den Einsatz des GBR ist es aus diesen Gründen besonders wichtig, das Brückenbauwerk und die Messsituation vor Ort zu kennen und im Voraus ein entsprechendes Messmodell festzulegen. Da die Brücke in Mödlitz aufgrund ihrer Bauweise keine Elemente besitzt, die das GBR-Signal ausreichend reflektieren, sind einige wenige kleine Radarreflektoren an der Brückenunterseite befestigt worden: siehe Bild 2.
Diese Radarreflektoren dienen zudem zur Evaluation und Validierung des GBR-Messverfahrens, da deren exakte Position geodätisch bestimmbar ist. Eine Eindeutigkeit des Messpunktes wird in guter Näherung dadurch erreicht, dass ein Reflektor den größten Teil des reflektierten Signals ausmacht, so dass Signale von anderen Stellen der Brücke vernachlässigt werden können. Die Reflektoren sind in der Nähe der konventionellen Sensorik positioniert, um einen Vergleich der verschiedenen Messprinzipien zu ermöglichen. Zur Messung der vertikalen Komponente der Brückenverschiebung, welche im Allgemeinen den größten Betrag hat, wird das GBR unter der Brücke in Längsrichtung positioniert. Bild 5 zeigt eine Messung mit dem GBR-Gerät an der Brücke in Mödlitz. Die Anbringung von zusätzlichen Reflektoren steht dem Ziel einer komplett berührungslosen Messung zunächst entgegen und erfordert eine Weiterentwicklung alternativer Messprinzipien. Diese Weiterentwicklung konnte im Rahmen des ZEBBRA-Verbundvorhabens bereits erfolgen. [5]



3 *Zeitverlauf eines Magnetfeldsensors zur Überwachung der Fahrzeugüberfahrten*
© Büro für Strukturmechanik/Karlsruher Institut für Technologie



4 *Schematische Darstellung des Messprinzips mit dem GBR an einer Brücke*
© Karlsruher Institut für Technologie

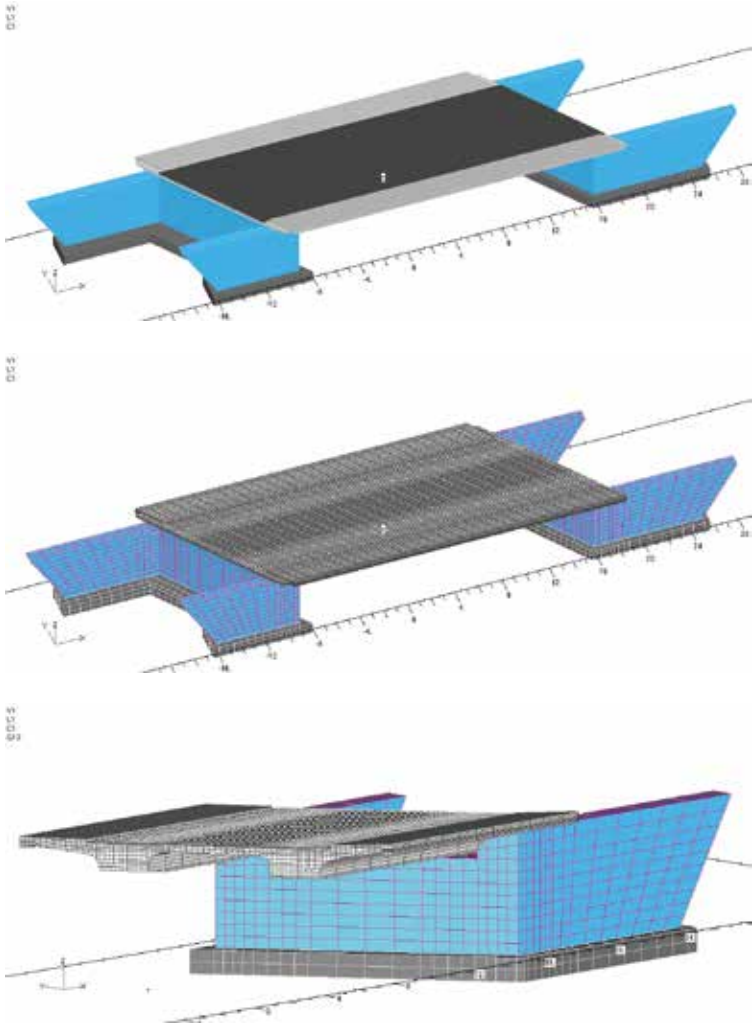
Die Datenaufnahme mit den vorgestellten Messprinzipien findet während des laufenden Verkehrs auf der Brücke statt. Zur Validierung, welche Fahrzeuge sich während der Messungen auf der Brücke befinden, wird ein unbemanntes Luftfahrzeug bzw., in Englisch, unmanned aerial vehicle (UAV), oftmals als Drohne bezeichnet, eingesetzt. Im ZEBBRA-Projekt kommt hierzu eine Inspire 2 von DJI kombiniert

5 *GBR-Messung an der Brücke in Mödlitz*
© Büro für Strukturmechanik

mit einer Zenmuse-X5S-Gimbal-Kamera zum Einsatz, um mit 25 Hz 4-K-Bilder von der Brückenoberfläche aus der Vogelperspektive aufzunehmen. In diesen Bilddaten werden die Fahrzeuge auf der Brücke aufgezeichnet und mit Hilfe eines selbst entwickelten Werkzeuges automatisiert analysiert und in Fahrzeugklassen kategorisiert. Neben dem Fahrzeugtyp werden auch weitere Parameter wie Start- und Endzeit einer Überfahrt extrahiert.
In einem nachfolgenden Schritt können die UAV-Bilddaten samt den daraus extrahierten Informationen als Referenz verwendet werden, um mit Verfahren der künstlichen Intelligenz und basierend auf den GBR-Daten Fahrzeuge auf der Brücke zu erkennen und zu klassifizieren. Erste Verfahren konnten bereits erfolgreich implementiert werden. [6]

3 Simulationsdaten mit dynamischen Lasten

Zum Verständnis der Rahmenbedingungen und um dezidierte Referenzdaten zu generieren, erfolgt eine Simulation der Brücke anhand eines mathematisch-physikalischen Modells. Mit diesem Modell können Dehnungen und Verformungen des Bauwerks berechnet werden. Simuliert werden hiermit möglichst realitätsnah die Überfahrten von Fahrzeugen mit variierenden Abmessungen, Gewichten, Geschwindigkeiten und Positionen. Für die dynamischen Berechnungen wird die Finite-Elemente-(FE-)Methode eingesetzt. Bild 6 zeigt das erstellte 3-D-FE-Element des Brückenbauwerks Mödlitz. Das hier eingesetzte Berechnungsmodell umfasst einen deutlich höheren Detaillierungsgrad als im Kontext der Bemessung von Brückenbauwerken üblich. Im Gegensatz zu den für die übliche Bemessung verwendeten statischen Ansätzen werden ausschließlich nichtlineare dynamische Berechnungen durchgeführt. Um die erforderlichen wirklichkeitsnahen Simulationsdatensätze generieren zu können, müssen Masse, Steifigkeit und Dämpfungsverhalten mit hinreichender Genauigkeit, aber auch Effekte der Fahrzeug-Bauwerk-Interaktion berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass beispielsweise neben dem Überbau ebenso die temperaturabhängige Steifigkeit des Asphalts nebst Übergangskonstruktion, Drehfedersteifigkeiten der Lager, die Kappen und Feder-Dämpfer von Fahrzeugen etc. einbezogen werden. Weiterhin wurde das Berechnungsmodell so erstellt, dass damit verschiedene Schadensszenarien am Bauwerk simuliert werden können, wie zum Beispiel Rissbildung sowie Schäden an den Brückenlagern oder der Gründungsbauteile. Anhand der in verschiedenen realen Messkampagnen gewonnenen Daten erfolgte eine Feinkalibrierung des Modells.



6 7 8 *FEM-Modell zur Simulation der Überfahrten und Bauwerksschäden © Büro für Strukturmechanik*

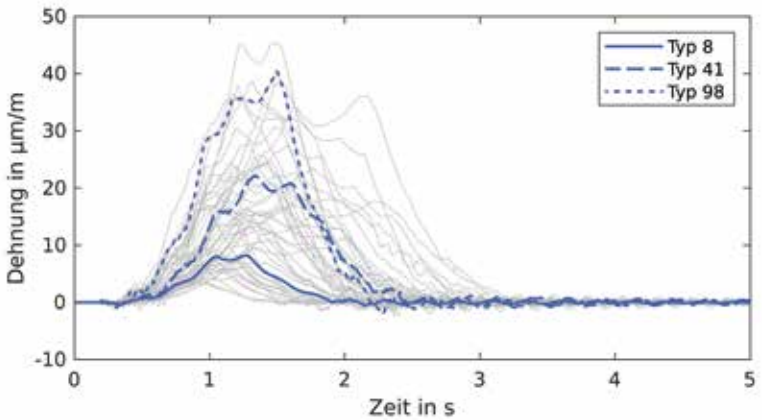
Zur Simulation der Belastungssituation durch Fahrzeugüberfahrten werden statistische Daten herangezogen, aus denen zufällig Fahrzeuge generiert werden. Neben offensichtlichen Parametern wie Gesamtgewicht und Anzahl an Achsen gehen zusätzliche Parameter wie Geschwindigkeit, Achsfedersteifigkeiten oder Dämpfung ein. In Summe werden je nach Fahrzeugtyp bis zu 25 randomisierte Parameter mit dementsprechend hinterlegten Verteilungsfunktionen angewandt.

Neben Pkws stellen Lkws des Fahrzeugtyps 8, 41, 97 und 98 [7] [8] die maßgebliche Verkehrsbelastung auf der Brücke in Mödlitz dar. Allerdings erzeugt der Verkehr aus Fahrzeugen ≤ 3,50 t Gewicht eine geringe ermüdungsrelevante Belastung. Bild 9 zeigt Beispiele von Dehnungszeitverläufen für 100 simulierte Überfahrten von Fahrzeugen mit einem Gewicht ≥ 3,50 t an der Unterseite eines Stegs in Feldmitte. Diese Simulationsdaten am intakten Bauwerk stellen den Referenzzustand dar. In einem nächsten Schritt werden Überfahrten mit verschiedenen Bauwerksschäden und einem variierenden Schweregrad simuliert. Alle simulierten Überfahrten am intakten wie am geschädigten Bauwerk dienen später als Datengrundlage für das Training der Verfahren der künstlichen Intelligenz im Kontext der Eventerkennung und Schädigungsdetektion. Mit Hilfe solcher Verfahren soll die Bewertung des Bauwerkszustandes datengetrieben unter verschiedenen Belastungsszenarien erfolgen.

4 Ergebnisse der verschiedenen Messprinzipien an der Brücke in Mödlitz

4.1 Allgemeines

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Datenaufnahme mit den verschiedenen Messprinzipien an der Brücke in Mödlitz präsentiert. Exemplarisch ist eine Analyse der Dehnungs- und Beschleunigungsdaten sowie der GBR-Daten aufgeführt. Darüber hinaus wird eine Klassifikation der Fahrzeugüberfahrten rein aus den GBR-Daten vorgestellt. Hierdurch können sogenannte Events auf der Brücke datenbasiert detektiert und zugeordnet werden.

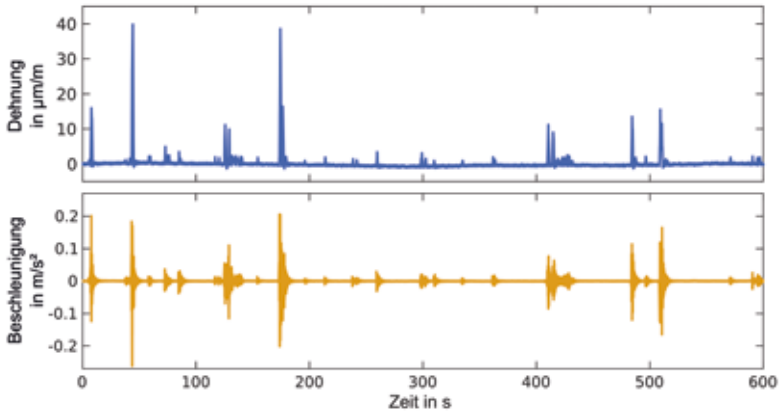


9 *Beispiele für Dehnungszeitverläufe an der Unterseite eines Stegs in Feldmitte der Brücke Mödlitz von 100 simulierten Überfahrten von Fahrzeugen ≥ 3,5 t: ausgewählte Lkw-Fahrzeugtypen in Blau*
© Büro für Strukturmechanik/Karlsruher Institut für Technologie

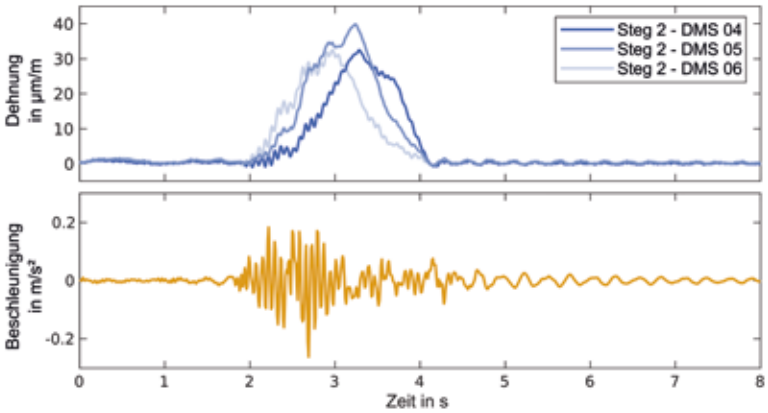
4.2 Darstellung der aufgenommenen Sensordaten

Exemplarische Zeitverläufe aus den Dehnungs- und Beschleunigungsdaten an der Brücke in Mödlitz werden in Bild 10 gezeigt.
Ein Beispiel für die auftretende Dehnung und Beschleunigung in einem Zeitraum von 8 s, welche durch eine Lkw-Überfahrt induziert wird, ist in Bild 11 dargestellt.

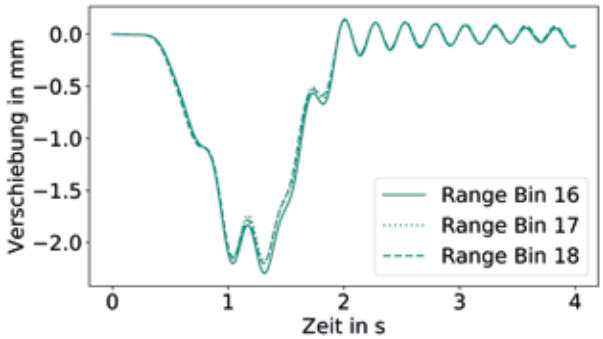
Der Lkw des Typs 98 überfährt hierbei die Position der Dehnungssensoren in der Reihenfolge DMS06, DMS05 und DMS04. Nach dem Verlassen der Brücke setzt der Ausschwingvorgang ein, im vorliegenden Fall 13 s dauernd.



10 *Beispiel eines Dehnungs- und eines Beschleunigungssensors an der Brücke in Mödlitz: Sensorposition in Feldmitte an Stegunterseite*
© Büro für Strukturmechanik/Karlsruher Institut für Technologie



11 *Beispiel eines Dehnungs- und Beschleunigungszeitverlaufs während einer Lkw-Überfahrt des Typs 98: Sensorposition in Feldmitte an Stegunterseite*
© Büro für Strukturmechanik/Karlsruher Institut für Technologie

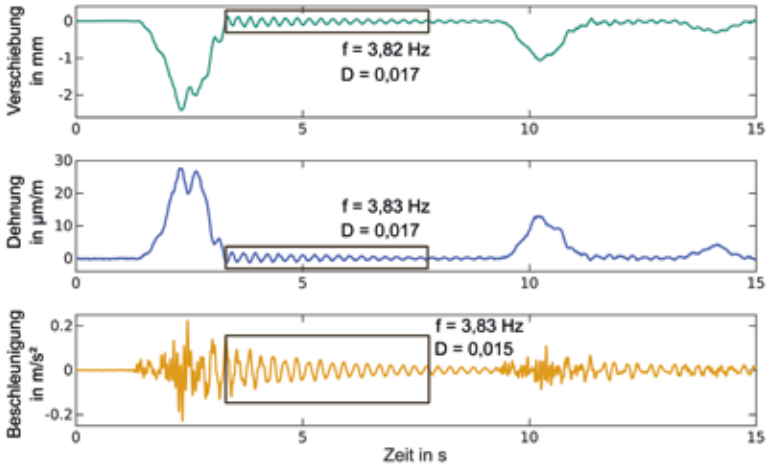


12 13 *Beispiel einer Lkw-Überfahrt (UAV-Daten) und die korrespondierenden GBR-Daten an unterschiedlichen Bins*
© ci-Tec GmbH

Die Bilder 12 und 13 zeigen als Beispiel die Überfahrt eines Lkws und die zugehörigen Zeitverläufe der GBR-Daten an verschiedenen Reflektoren, hier als »Bins« bezeichnet. Je höher die Bin-Nummer ist, desto weiter entfernt befindet sich der Reflektor bei der Messung von dem GBR. Aufgrund der maximalen Verschiebung lässt sich auf die Fahrseite des Fahrzeugs schließen. Die Geschwindigkeit kann näherungsweise aus der Dauer der Überfahrt berechnet werden.

4.3 Vergleich der Sensordaten

Im Hinblick auf eine Brückenüberwachung durch das berührungslose GBR-Messprinzip sind ein elementarer Schritt der Vergleich und die Validierung der GBR-Daten mit den gleichzeitig eingesetzten konventionellen Sensoren wie Dehnungs- oder Beschleunigungssensoren. Zu beachten gilt, dass in den jeweiligen Messprinzipien unterschiedliche physikalische Größen gemessen werden und somit ein direkter Vergleich der drei Messprinzipien ohne Transformation nicht erfolgen kann. Es ist daher notwendig, sich zunächst auf die Extraktion von modalen Parametern der Brücke zu beschränken, die bei allen Sensoren direkt vergleichbar sind. Solche modalen Parameter sind zum Beispiel die Eigenfrequenz *f* oder das Dämpfungsmaß *D* des Ausschwingvorgangs nach einer Fahrzeugüberfahrt. Bild 14 zeigt den zeitlichen Verlauf der Verschiebungsmessung in den GBR-Daten, der Dehnung und der Beschleunigung für eine solche Fahrzeugüberfahrt auf der Brücke in Mödlitz im Vergleich. Aus diesen drei verschiedenen Zeitverläufen lassen sich die Eigenfrequenz *f* und die Dämpfung *D* im Rahmen des Ausschwingvorgangs gleichwertig bestimmen.

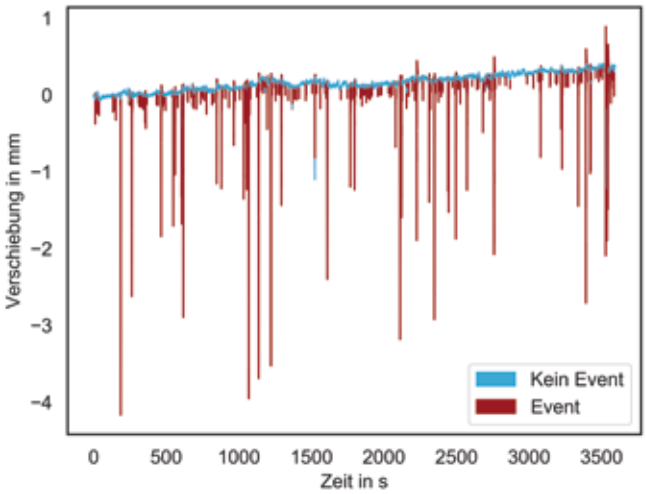


14 *Vergleich der Verschiebung, berechnet aus den GBR-Daten, der Dehnung und der Beschleunigung*
© Karlsruher Institut für Technologie

4.4 Eventerkennung

Um eine Analyse der dynamischen Belastungen von Brücken zu ermöglichen, müssen in einem ersten Schritt die Fahrzeugüberfahrten erkannt und extrahiert werden. Events stellen hierbei Überfahrten von Fahrzeugen über die Brücke dar. Diese Eventerkennung wird auf Basis der Dehnungsdaten und der GBR-Daten mit klassischen Schwellwertverfahren sowie datenbasierten maschinellen Lernverfahren als Teilbereich der künstlichen Intelligenz durchgeführt. Die Eventerkennung mittels Schwellwertverfahren erfordert die Vorverarbeitung der Daten, um Störungen in den Signalen zu eliminieren, erlaubt aber bereits eine zuverlässige Erkennung der Events. Die Klassifikation, welcher Fahrzeugtyp sich während der Datenaufnahme auf der Brücke befindet, erfolgt durch sukzessives Anpassen der Schwellwerte.
Mit maschinellen Lernverfahren lassen sich Events in den Dehnungs- und GBR-Eingangsdaten ohne eine intensive Datenvorverarbeitung detektieren. Anhand der Merkmale, die zum Beispiel aus den GBR-Daten extrahiert werden, ist eine Eventerkennung und -klassifikation unabhängig von Umwelteinflüssen möglich.

So zeigt Bild 15 beispielsweise eine für das maschinelle Lernverfahren unbekannte Zeitreihe der Verschiebung, extrahiert aus den GBR-Daten, und klassifiziert diese erfolgreich im Sinne Event bzw. kein Event mit einer Genauigkeit von 93,70 %. Diese Klassifikation ist unabhängig von potentiellen Datendrifts. Ein entscheidender Vorteil der datengetriebenen maschinellen Lernverfahren in dem Kontext ist, dass ein solches Verfahren mit nur wenig Rechenaufwand Events detektieren kann. Hierdurch lassen sich insbesondere zuver-lässig, schnell und flexibel Start- und Endzeitpunkt eines Events bestimmen.



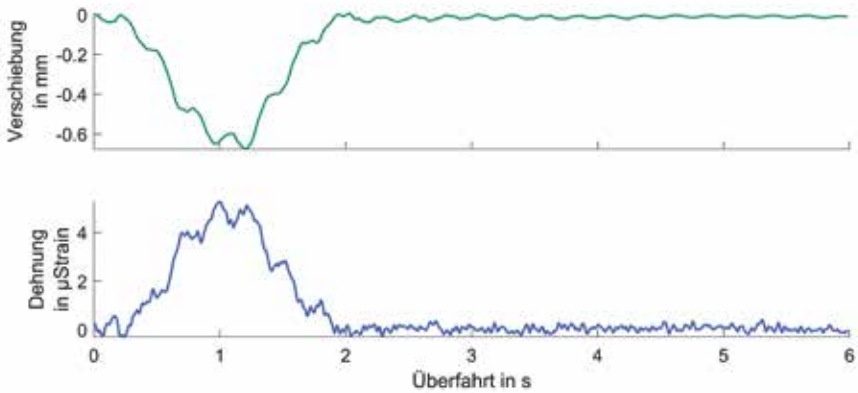
15 *Klassifizierte Zeitreihe mit »Drift« in den GBR-Daten für eine weitere Brücke, verändert [6] © ci-Tec GmbH*

4.5 Erster Vergleich der aufgenommenen Sensor- mit den Simulationsdaten

Im Kontext der Brückenüberwachung und im Hinblick auf das Ziel einer Brückenzustandsbewertung anhand des berührungslosen GBR-Messprinzips spielen die dynamischen Lasten auf der Brücke (Events) eine zentrale Rolle. Die Bilder 16 und 17 zeigen eine exemplarische Lkw-Überfahrt in der Verschiebungszeitreihe und der Dehnungszeitreihe. Die Verschiebungszeitreihe wird aus den GBR-Daten extrahiert. Durch Überfahrten verschiedener Fahrzeugtypen ergeben sich diverse Anregungen. Daher eröffnet sich zunächst die Möglichkeit, die aus den verschiedenen Sensordaten und den simulierten Daten gewonnenen Informationen über die Brücke zu vergleichen. So stimmen in Bezug auf die Eigenfrequenz die gemessenen und simulierten Daten sehr gut überein. Beispielsweise liegen die aus den simulierten Daten errechneten Parameter der Eigenfrequenz mit 3,86 Hz und der Dämpfung mit $D = 0{,}0163$ nahe den gemessenen Parametern.

5 Zusammenfassung und kurzer Ausblick

Das interdisziplinäre ZEBBRA-Forschungsprojekt entwickelt, vergleicht und validiert innovative Ansätze für ein sensorgestütztes SHM von Brücken, die komplementär zu deren regelmäßig stattfindender standardmäßiger manueller und handnaher Überprüfung Informationen über den baulichen Zustand und gegebenenfalls frühzeitig über dessen Verschlechterung liefern. Im Rahmen des Projektes wird dazu die berührungslose, bodenbasierte Radarinterferometrie als innovatives Messsystem erforscht und praktisch erprobt. Anhand der konventionellen Dehnungs- und Beschleunigungssensoren erfolgen ein Vergleich der Ergebnisse und die Validierung. Mit der mobilen GBR-Messung lässt sich die dynamische Antwort der Brücke auf Fahrzeugüberfahrten durch Berechnung der vertikalen Verschiebung analog zur konventionellen Sensorik untersuchen. Die Anwendung von Schwellwertverfahren und Verfahren der künstlichen Intelligenz ermöglicht die Auswertung der Sensordaten ohne brückenspezifische Vorverarbeitungsschritte. Zusätzlich liefert die detaillierte Simulation der Brücken inklusive der Modellierung von Überfahrten mit einer breiten Auswahl an Fahrzeugtypen umfangreiche Daten. Diese können zum einen für den Vergleich mit den verschiedenen Sensordaten herangezogen und darüber hinaus durch gezielte Modellierung bestimmter Schädigungen auch Veränderungen der Sensordaten in Anwesenheit von Schädigungen untersucht werden. Der Nachweis des ZEBBRA-Monitoringsystems erfolgt an ausgewählten Brückenbauwerken, wie unter anderem an der vorgestellten Brücke in Mödlitz.



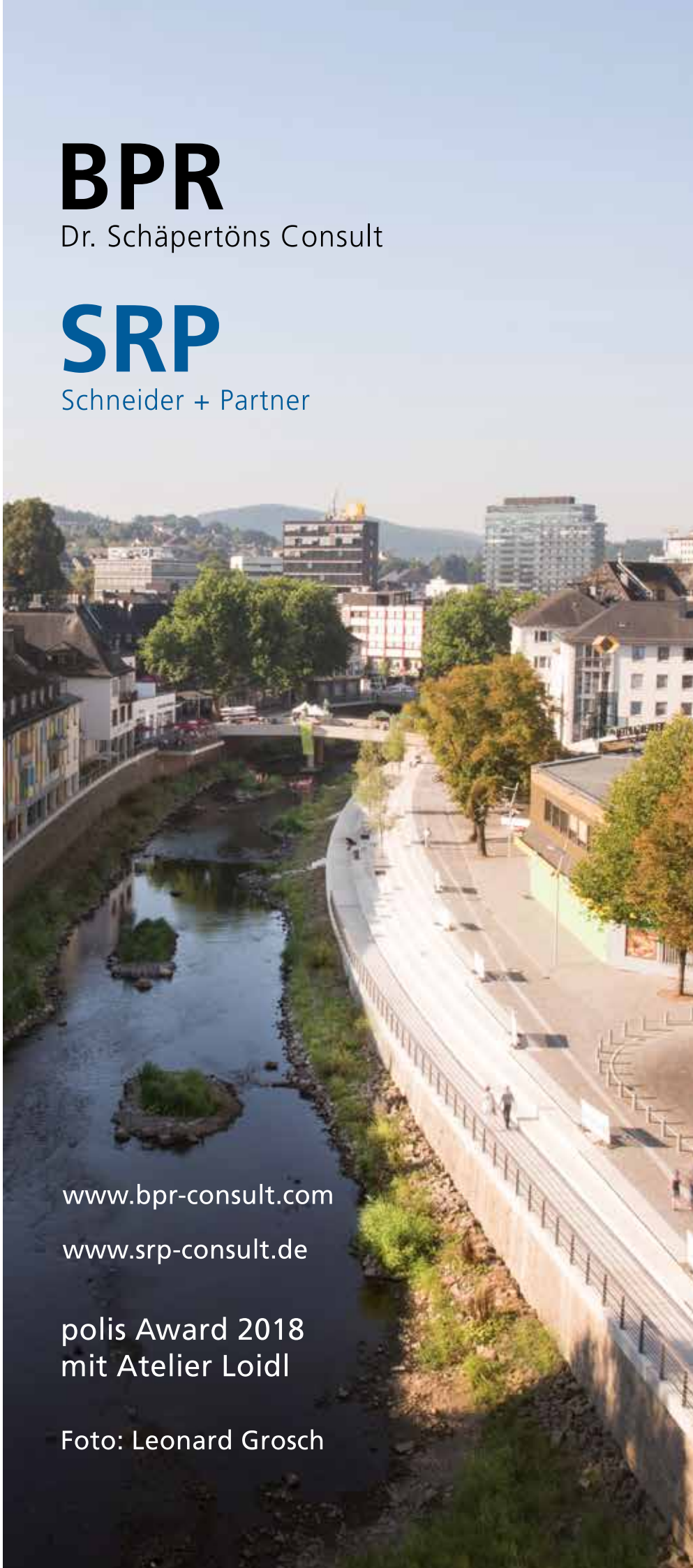
16 17 *Visualisierung einer Lkw-Überfahrt in einer Verschiebungszeitreihe, extrahiert aus den GBR-Daten, und zum Vergleich die Überfahrt in einer Dehnungszeitreihe © Karlsruher Institut für Technologie*

Zukünftig werden weitere umfangreiche Messungen an Brücken durchgeführt, um die Datenbasis zu verbreitern. Die einzelnen Verfahren wie Eventerkennung und maschinelle Klassifikation des Brückenzustands werden weiter ausgearbeitet und anhand der konventionellen Daten und der Simulation validiert. Ziel ist es, ein mobiles, berührungsloses und intelligentes Überwachungssystem zu realisieren, das es den späteren Anwendern erlaubt, schnell und umfassend eine Brückenanalyse vorzunehmen.

Autoren:
Dr. rer. nat. Sina Keller
M.Sc. Chris Michel
Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Dipl.-Ing. (FH) Oliver Schneider
Dr. Jacob Müller
Büro für Strukturmechanik GmbH
M.Sc. Matthias Arnold
ci-Tec GmbH
M.Sc. Andreas Döring
Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI)
Karlsruher Institut für Technologie
Dr. rer. nat. Mareike Hoyer
ci-Tec GmbH
Prof. Dr.-Ing. Stefan Hinz
Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Dr.-Ing. Hubert B. Keller
Institut für Automation und angewandte Informatik (IAI)
Karlsruher Institut für Technologie

Referenzen

[1] Berg M., Bombach L., Khunkham K., Merz F., Mucha V., Nagel L.-M., Nguyen R. V. K., Pauly M., Setzer J., Ullersperger T., Wilhelm F.: Wettlauf gegen den Verfall. 2016. URL: http://www.welt.de/politik/interaktiv/bruecken/deutschlands-bruecken-wettlauf-gegen-den-verfall.html, zugegriffen am 3. Mai 2020.
[2] https://www.sifo.de/files/Projektumriss_ZEBBRA.pdf, zugegriffen am 3. Mai 2020.
[3] Müller, J.: Structural Optimization applying neural networks. Dissertation, 2013, Karlsruhe Institute of Technology.
[4] Schneider, O.; Müller, J.; Tsai, J.: Brückentag! in: Sensor.Kosmos. Ausgabe 15, 2015.
[5] Michel, C.; Keller, S.: Introducing a non-invasive monitoring approach for bridge infrastructure with ground-based interferometric radar; in: Proceedings der 13th European Conference on Synthetic Aperture Radar, erscheint 2021.
[6] Arnold, M.; Keller, S.: Detection and classification of bridge crossing events with ground-based interferometric radar data and machine learning approaches; in: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXIV ISPRS Congress, Nice, France, 4-10 July 2021, Publikation erscheint 2020.
[7] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS 2002), Ausgabe 2002, hrsg.v. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.
[8] Uhlig, W.: Grundlagen für Lastannahmen zur Dimensionierung von Straßenbefestigungen. Dissertation, 2019, Technische Universität Dresden.

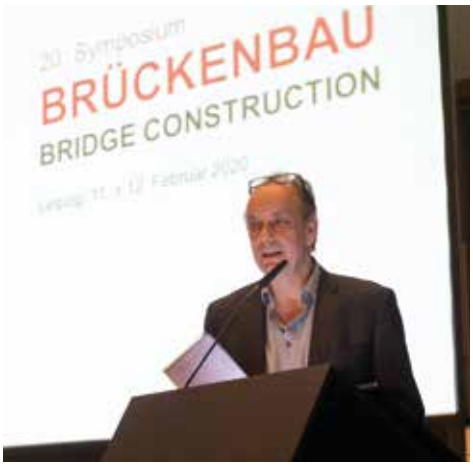


20. Symposium der Verlagsgruppe Wiederspahn in Leipzig

Brückenbau mit Tradition und Perspektiven

von Bernhard K. Heck

Neue Projekte und Verfahren sowie durch Wettbewerbe erzielte Gestaltungsvielfalt standen beim Jubiläumssymposium der Verlagsgruppe Wiederspahn am 11. und 12. Februar 2020 in Leipzig auf der Agenda. Das Who is Who der Brückenbauer, Vertreter von ausführenden Bauunternehmen, Planer, Auftraggeber und Wissenschaftler, tauschte hier Informationen aus – und die mehr als 200 Teilnehmer gewannen dank der sehr instruktiven Vorträge und der Möglichkeit zu intensiven Pausengesprächen viele neue Anregungen. Die Zahlen von ca. 200 Teilnehmern und 22 Referenten zeigten einmal mehr höchst eindrucksvoll, welche Relevanz das Thema Brückenbau hat und wie groß die Akzeptanz der in dieser Form einmaligen Veranstaltung ist.



Eröffnung der Jubiläumsveranstaltung
© Christian Modla/Verlagsgruppe Wiederspahn

Kompliment dem Veranstalter

Dipl.-Ing. Michael Wiederspahn führte souverän und mit gekonnten Einleitungsempfehlungen als Moderator durch die gelungene Veranstaltung. Dabei wurden die Themen von allen Seiten beleuchtet und Bauwerkserläuterungen, die Kriterien des Entwurfs und deren Planungsmodalitäten anhand von Beispielen charakterisiert. Eindrücke über Finanzierung, Charakteristika von Konstruktionen und Montage rundeten die Referate ab. Besonders die klar strukturierte Begleitung für die Teilnehmer ist in dem Zusammenhang beeindruckend – neben der 156 Seiten umfassenden Ausgabe 1/2•2020 der Fachzeitschrift »Brückenbau«, die als Tagungsband vorlag und sämtliche Referate in Schriftform beinhaltet. Und: Elisabeth Wiederspahn, eine Institution der Verlagsgruppe Wiederspahn, gab vielen der Teilnehmer persönlich die Hand und demonstrierte einmalig ihre Verbundenheit mit den Teilnehmern. Chapeau!

Großprojekte in Deutschland

Den Reigen der Referenten eröffnete Dipl.-Ing. Gregor Gebert, DEGES, mit »Ersatzneubau der Norderelbbrücke in Hamburg. Anlass und Durchführung des Realisierungswettbewerbs«. Informativ und klar gegliedert informierte er über die Randbedingungen mit der Konsequenz, dass die künftige Brücke im Zuge der Bundesautobahn A 1 insgesamt zwölf Fahrspuren zuzüglich Standstreifen zu überführen hat und damit mehr als doppelt so breit sein wird wie der Bestandsquerschnitt. Mit einstimmigem Votum wurde hier, wie er sagte, der erste Preis an die Planungsgemeinschaft aus Leonhardt, Andrä und Partner, Hamburg, und gmp, Berlin, vergeben, den zweiten Preis erhielt die Planungsgemeinschaft aus Ingenieurbüro Grassl, Hamburg, und PPL Architektur und Stadtplanung, Hamburg, deren Konzeption er ebenfalls erläuterte. Nach diesem gelungenen Aufgalopp folgte mit dem Duo Dipl.-Ing. Bernd Endres, Autobahndirektion Nordbayern, und Dipl.-Ing. Tobias Mansperger, Leonhardt, Andrä und Partner, ein weiterer Höhepunkt, nämlich Entwurf und BIM-Planung beim Ersatzneubau der Mainbrücke Mainflingen, wobei Bernd Endres betonte: »Für den Ersatzneubau der Mainbrücke Mainflingen ging aus dem Wettbewerb eine Zügelgurtkonstruktion als Siegerentwurf hervor. Wir sind der Überzeugung, dieser Entwurf wird sowohl den höchsten gestalterischen Ansprüchen als auch allen technischen Herausforderungen der Konstruktion gerecht.« Eine Art bayrisches Schmankerl präsentierte danach M.Sc. Jacqueline Donner, Ingenieurbüro Grassl, indem sie in ihrem überzeugenden Vortrag die integrale Bogenfachwerkbrücke über die A 3 am Autobahnkreuz (AK) Fürth-Erlangen als eine Innovation charakterisierte, die als Auftaktbauwerk den sechsstreifigen Ausbau jenes Bundesautobahnabschnittes quasi einleiten soll.

Gratulation durch Uwe Heiland »vor« stets hochinteressierten Teilnehmern
© Christian Modla/Verlagsgruppe Wiederspahn

Gregor Gebert, Uwe Heiland, Peter Curran, Dr. Jörg Ahlgrimm und Rico Stockmann (v.l.n.r.)
© Christian Modla/Verlagsgruppe Wiederspahn

Als genauso interessant erwies sich das Referat von Dipl.-Ing. Tilo Behrmann, sbp schlaich bergermann partner, stellte er doch »Eine Brückenfamilie für Riedlingen« vor, die bis dato eine neue Donaukanalquerung für den Straßenverkehr sowie zwei Fußgängerstege umfasst und demnächst um eine weitere Straßenbrücke über die Donau ergänzt werden wird: allesamt moderne, elegante Tragstrukturen, die ihre historische oder natürliche Umgebung bereichern.
Große Beachtung erfuhren auch die Ein- und Ausblicke von Dipl.-Ing. Martin Steinkühler, DEGES, das Koppeln von Alt und Neu und damit die Verbreiterung der Hochstraße Elbmarsch im Zuge der A 7 in Hamburg thematisierend. »Insgesamt gesehen sei« so Steinkühler, »der Erhaltungszustand des ›Tausendfüßlers‹ mit über 600 Stützen gut, lediglich im Bereich der Fugen werden umfangreichere Instandsetzungen an den Unterbauten und hier vor allem an den Stützenriegeln erforderlich«, um die monolithische Kopplung der Fahrbahnplatten sowie der dafür notwendigen Verlängerung der Querspannglieder des Bestandsbauwerkes realisieren zu können. Anschließend beleuchtete Dr. sc. techn. Peter Kosza, Leonhardt, Andrä und Partner, die Ertüchtigung und teilweise Erneuerung der Mainbrücke Gemünden, deren vorhandene Strompfeiler wiederverwendet werden sollten, weshalb sich für das Flussfeld der Entwurf einer leichten Stahlverbundstruktur, für den Vorlandbereich hingegen der eines Spannbetonquerschnitts als optimale Lösungen anboten.

Blick über Ländergrenzen

Noch vor der Mittagspause wurden die Teilnehmer von Dr.-Ing. Georg Merzenich, Julius Berger International, an den Niger entführt, was die Internationalität des Leipziger Symposiums nachdrücklich veranschaulichte: Über den 1.200 m breiten Fluss Niger zwischen den Städten Asaba und Onitsha in Nigeria wird derzeit eine zweimal dreispurige Autobahnbrücke, die sogenannte Second River Niger Bridge errichtet, und zwar als Kernstück einer geplanten Südumgehung, um die bestehende Flussquerung zu entlasten.
Der nächste Referent war laut Programm Peter Curran Bsc, CEng, MICE, MI StructE von Ramboll mit dem »Mumbai Trans Harbor Link«. Diese Autobahnbrücke, auch bekannt als die Sewri-Nhava Sheva Trans Harbor Link, ist 21,80 km lang, verbindet Mumbai mit Navi Mumbai, einer Satellitenstadt, und wird nach ihrer Fertigstellung die längste Seequerung in Indien sein. Dank ihrer Entstehung wird sich die Entfernung zwischen den beiden Städten um ca. 17 km und die entsprechende Fahrzeit um ca. 1 h verringern. Die Projektumsetzung erfolgt in einem Naturschutzgebiet mit 38 ha Mangrovenwäldern und 8,80 ha Wald, so dass im Vorfeld die Anfertigung diverser Studien und Untersuchungen unabdingbar blieb, um eine Bedrohung für geschätzt 20.000–30.000 kleinere und größere Flamingos zu vermeiden oder wenigstens zu verringern.
Ähnlich großen Anklang fanden die Erläuterungen von Dipl.-Ing. Mathias Fabich von PNC Norge, der über Planung und Realisierung der Loftesnes-Brücke in Sogndal, immerhin ein Wahrzeichen im Herzen der norwegischen Fjorde, informierte. Das mit dem European Steel Bridge Award ausgezeichnete, in Summe 194 m lange Bauwerk war aber lediglich ein Teil des Auftrags, der zudem die Errichtung einer Stützmauer und die Anlage eines Kreisverkehrs, mehrerer Rad- und Gehwege sowie von Rast- und Parkplätzen in unmittelbarer Nähe beinhaltete.

Bahnbrücken im In- und Ausland

Mit »Investitionsprogramm Schienenverkehr« der Deutschen Bahn landete Dipl.-Ing. Jens Müller, DB Netz, einen Volltreffer. Das Thema hatte viel Brisanz, denn die Deutsche Bahn hat 2015–2019 das bisher größte Modernisierungsprogramm in ihrer Geschichte verwirklicht und 900 Eisenbahnbrücken erneuert: ein Volumen, das mit der nächsten Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV III) nochmals gesteigert werden wird, stehen für die kommenden zehn Jahre doch ca. 86 Mrd. € zur Verfügung. Sichtlich stolz erklärte Müller, »dass diese Investitionen unter anderem in die Erneuerung von ca. 2.000 km/a für Gleise und 2.000 Weichen sowie ca. 7 Mrd. € allein in die Stellwerkstechnik fließen«. Außerdem werde die Erneuerung von 2.000 weiteren Eisenbahnbrücken in Angriff genommen und so die Modernisierung der gesamten Infrastruktur insgesamt vorangetrieben.

Simultandolmetscher und Veranstaltungstechniker
© Christian Modla/Verlagsgruppe Wiederspahn

Die nächsten zwei Vorträge lenkten den Blick ins benachbarte Ausland: »Eisenbahnbrücken in Österreich. Ein Streifzug durch die letzten Jahre« von Dipl.-Ing. Martin Muncke, ÖBB-Infrastruktur, sowie »Ersatzneubau der Thurbrücke Ulisbach« von Dr.-Ing. Robert Wagner, Schweizerische Südostbahn. Martin Muncke rückte zwei besondere Bauwerke in den Mittelpunkt seines Vortrages, nämlich die Donaubrücke Tulln mit einer Gesamtlänge von 441,80 m, bei der eine Erneuerung im Bestand notwendig war, sowie aktuell die 59 m breite Brücke über den Meidlinger Einschnitt, beides Stahlkonstruktionen mit Verbundfahrbahnplatten, wobei er unter anderem die Interaktion von Schiene mit Embedded-Rail-System und Tragwerk nachvollziehbar zu erhellen wusste. Dr.-Ing. Robert Wagner widmete sich hingegen einem Ersatzneubau, der eine Spannweite von 46 m hat und 8,20 m breit ist, aber als eigentlich bemerkenswertes Attribut einen Betontrog mit 3,35 m hohen Seitenwänden aufweist. Die gewählte Tragkonstruktion sei von großer Robustheit und werde daher, so seine Einschätzung, mehr als 100 Jahre halten.
Von einem besonderen Bauwerk, das Ende 2020 unter Verkehr gehen soll, berichteten Dipl.-Ing. Rico Stockmann, Leonhardt, Andrä und Partner, und Dr.-Ing. Jörg Ahlgrimm, Hamburg Port Authority. So wird die neue Bahnbrücke Kattwyk in Hamburg nach ihrer Inbetriebnahme zu den weltgrößten Hubbrücken zählen. Als zweigleisige Querung konzipiert, war hier eine der Hauptherausforderungen, einen hohen Fertigstellungsgrad auf dem Vormontageplatz in Cuxhaven zu erreichen und die Stahlbrückenschwellen mit den zugehörigen Winkeln als Feste Fahrbahn zu montieren. Die »alte« Kattwykbrücke bleibt im Übrigen erhalten und wird dem Straßenverkehr ohne Einschränkungen durch bahnbedingte Wartezeiten dann wieder langfristig dienen können und Ende 2020 wie geplant in Betrieb gehen.
Für die passende Abrundung sorgte danach Dipl.-Ing. Uwe Heiland, SEH Engineering, da er unter der Überschrift »Planen und Bauen an der neuen Kattwykbrücke. Exzellent?« die Fertigschritte und Montagedetails kompetent vertiefte – und in dem Zusammenhang auch die hervorragende, in jeder Hinsicht zielorientierte Zusammenarbeit zwischen Bauherrn, Ingenieurbüro und Stahlbaufirma nicht zu erwähnen vergaß.

Auszeichnung zum Jubiläum

Mit der Intention, anlässlich der Jubiläumsveranstaltung Lösungen in Erinnerung zu rufen, die Anspruch und Inhalt des Symposiums in besonderer Weise repräsentieren und damit zugleich die Entwicklung des Brückenbaus exemplarisch widerspiegeln, hatte die Verlagsgruppe Wiederspahn eine Jury berufen, die eine Auswahl treffen sollte – unter allen in den vorhergehenden Jahren in Leipzig vorgestellten Bauwerken, und zwar anhand der Veröffentlichungen in den jeweiligen Tagungsbänden.
Mit Dipl.-Ing. Volkhard Angelmaier, MR a.D. Prof. Dipl.-Ing. Karl Goj, MR Prof. Dr.-Ing. Gero Marzahn (Vorsitzender), Prof. Dipl.-Ing. Jürgen Weidinger und Dipl.-Ing. Michael Wiederspahn war sie erstklassig besetzt, ihre Begutachtung und Bewertung erfolgten auf Basis der Kriterien Ästhetik, Wirtschaftlichkeit, Erhaltung bzw. Dauerhaftigkeit, Landschafts- bzw. Kontexteinfügung, Innovationsgehalt (zur Entstehungszeit) und Umweltgerechtigkeit bzw. -verträglichkeit, verbunden mit der Untergliederung in acht Kategorien: Straßenbrücken Deutschland, Straßenbrücken International, Eisenbahnbrücken Deutschland, Eisenbahnbrücken International, Erhaltung und Ertüchtigung, Herstellungstechnologie, Bewegliche Brücken, Sonderbauwerke.

Dokumentation zum Jubiläum
© Verlagsgruppe Wiederspahn

Im Ergebnis entschieden sich diese fünf Preisrichter für 21 Bauwerke, deren Bauherren, Entwurfsverfasser, Planer und ausführende Bauunternehmen vor Ort dementsprechend eine Urkunde sowie die Dokumentation »Auszeichnung ›20 Jahre Symposium Brückenbau in Leipzig‹« überreicht bekamen. Solcherart gewürdigt wurden die Talbrücke Wilde Gera, die Waschmühltalbrücke, die Hochmoselbrücke, das Rote Steigle, das Viaduc de Millau, die Taminabrücke, die Forth Replacement Crossing, die Allerbrücke bei Verden, die Kienlesbergbrücke, die Rheinbrücke zwischen Österreich und der Schweiz, die Zweite Hinterrheinbrücke in Reichenau, die Brücke über den Sinibach, die Kochertalbrücke, die Brücke Köln-Mülheim, der Rückbau der Döllbachtalbrücke, der Wertachtalübergang bei Nesselwang, die Chenab-Brücke, die Rethebrücke in Hamburg, die Lower Hatea River Crossing, die Wildbrücke aus Holz im Zuge der B 96n und die Kunststoffbrücke bei Schwerin.
Nach einer halbstündigen Pause schloss sich nun der Abendevent an, für den der Veranstalter mit dem historischen Saal im sogenannten Ring Café eine ob seiner Geschichte berühmte Institution und zudem eine hervorragende Location ausgesucht hatte. Bei einem opulenten Büfett und exzellenten Weinen erfreuten sich die Teilnehmer hier an Gesprächen und Diskussion zu Tagesthemen wie dem Brückenbau und dessen besten Beispielen.

Auswahlgremium der »Auszeichnung«
© Paul Müller/Verlagsgruppe Wiederspahn

Ertüchtigung und Technologien

Den zweiten Symposiumstag eröffnete Dr.-Ing. Hussein Alawieh, Director of Structural Testing Laboratory, mit »Bauteilprüfungen für den Brückenbau«, profunde Einblicke in ein Arbeitsgebiet vermittelnd, das für die angestrebte Nutzbarmachung von neuen Elementen wie für den technischen Fortschritt im Brückenbau unter praxisrelevanten Aspekten von kaum zu unterschätzender Bedeutung ist.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Feix, Universität Innsbruck, setzte den Reigen der Referenten mit »Verstärkung von Ingenieurbauwerken unter laufendem Betrieb. Entwicklung und Anwendung eines bauaufsichtlich zugelassenen Verfahrens« dann fort: Um die Defizite an vorhandener Querkraftbewehrung in bestehenden Strukturen auszugleichen, benötige man, so Jürgen Feix, innovative Systeme, wobei er für neuartige Betonschrauben bzw. sogenannte Verbundankerschrauben plädierte, da mit ihnen erhebliche Potentiale an Tragfähigkeit zu aktivieren und sie zudem einfach einzubringen seien.

Historisch geprägt war der Vortrag von Dipl.-Ing. (FH) Klement Anwander, Konstruktionsgruppe Bauen, zur Instandsetzung der König-Ludwig-Brücke in Kempten, denn er schilderte zunächst die Bau-, Umbau- und Wiederaufbaugeschichte jener Illerquerung, um dann die jetzigen Maßnahmen zur Rettung jenes Wahrzeichens der Ingenieurbaukunst und dessen Ertüchtigung als Fußgängerüberweg zu vertiefen.

Überreichung von Urkunden und Dokumentation
© Christian Modla/Verlagsgruppe Wiederspahn

Mit einem zur Gänze anderen Schwerpunkt wartete indessen Ali Kara, Senior Project Engineer, Public Works Authority Qatar, auf, galten seine Betrachtungen doch »Challenges in Design and Build Project Management in Qatar«, also den Herausforderungen beim heutigen Planen und Bauen am Persischen Golf und insofern einem Thema, das dem Auditorium mannigfaltige Einblicke in außerordentlich spannend anmutende Rand- wie Rahmenbedingungen und den aus ihnen resultierenden Lösungsalternativen zu gewinnen erlaubte.

Über die gewissermaßen raue Wirklichkeit, beim Autobahnbrückenbau berichteten Dipl.-Ing. Dr. Alois Vorwagner, AIT Austrian Institute of Technology, und Dipl.-Ing. Dr. Michael Kleiser, ASFiNAG Baumanagement, am Beispiel der Hochstraße Inzersdorf, weil vor deren Realisierung die »Auswirkungen von Verkehrsschwingungen auf den erhärtenden Beton« zu untersuchen waren, und zwar mit dem Ziel, auf Grundlage von Untersuchungen und der Entwicklung einer parametrisierten Finite-Elemente-Berechnung inklusive Metamodell eine möglichst exakte Prognose treffen und derart die wirtschaftlichste Herstellungsmethode auswählen zu können.
Bei der Zweiten Hinterrheinbrücke in Reichenau, deren Entwurf und dessen Umsetzung bereits 2019 in Leipzig veranschaulicht worden waren, wurden vor der Inbetriebnahme umfangreiche Belastungsversuche zur Verifizierung ihres Tragverhaltens und als Referenz für die Überwachung des Bauwerksverhaltens über die Lebensdauer durchgeführt, wie Dr. sc. ETH Andreas Galmarini, WaltGalmarini, einleitend sagte, um dann deren Anordnung, Ablauf und Resultate samt Perspektiven ebenso kompetent wie detailliert zu erläutern.
Mit der Falkensteinbrücke bei Obervellach als Pilotprojekt für die Brückeninspektion 4.0 war das Duo Dipl.-Ing. Peter Furtner, VCE Vienna Consulting Engineers, und Mag. Albrecht Karlusch, Palfinger Structural Inspection, zu einem Vortrag eingeladen worden, das begründete, wann und warum der Einsatz von Drohnen sinnvoll ist. Zentraler On-Board-Sensor solcher Drohnen ist eine Systemkamera mit hoher Auflösung, so dass sich auf Basis der aufgenommenen Bilder sowohl ein 3-D-Modell generieren als auch die unterschiedlichsten Schadenstypen erkennen lassen, wie unter anderem Risse, Abplatzungen, Durchfeuchtung und Chloridgehalt.
Der »Schwingungsreduktion durch den Einsatz passiver Systeme« widmete sich wiederum Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Christian Bucher, Technische Universität Wien, wobei er sich insbesondere auf die Frage konzentrierte, ob derartige Systeme für Brücken unter Erdbebenbelastung gleichermaßen wirksam sein können, was er mit Verweis auf eine numerische Analyse und die aus ihr abgeleiteten Entwurfsformeln bejahte.

Schriftfassungen sämtlicher Vorträge
© Verlagsgruppe Wiederspahn

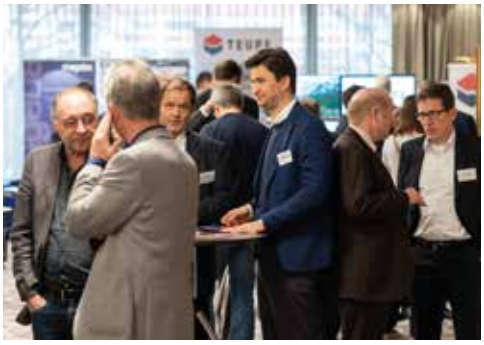
Über den Abbruch des Neckartalübergangs der A 6 referierten anschließend M. Eng. Gunter Schmid und Stefan Scholz, Staatlich geprüfter Bautechniker, beide von Max Wild: Da die Brücke aus vier Bauwerken mit einer Gesamtlänge von 1.326 m bestand und die topographischen Verhältnisse zudem sehr unterschiedlich waren, kamen hier vier verschiedene Abbruchtechniken zur Ausführung, was eine höchst anspruchsvolle Aufgabe war, zumal eine Vollsperrung der Schifffahrt auf dem Neckar an zwei Wochenenden schon sehr frühzeitig beantragt und danach terminlich auch eingehalten werden musste.
Mit einem speziellen Vortrag wartete Josef Teupe, Vorstand des Güteschutzverbandes Stahlgerüstbau und Leiter des Arbeitskreises Technik bei der Bundesinnung für das Gerüstbauer-Handwerk, auf. So zeigte er am Beispiel der Rheinbrücke Düsseldorf-Flehe und der Rheinbrücke Emmerich, welche Anforderungen und Lösungen in puncto Gerüststellungen bei der Sanierung von Hänge- und Schrägseilbrücken zu bewältigen und jeweils projektspezifisch zu entwickeln sind, zumal die meisten Arbeiten vor Ort nur im Rahmen einer schützenden Einhausung abgewickelt werden können.

Bernhard K. Heck
© Privat

Fazit und Ausblick

Das diesjährige Brückenbau-Symposium in Leipzig als das 20. seiner Art hatte dank seines Jubiläums einen ganz besonderen Charakter und ein wirklich besonderes Flair. Es bot mit dem Hotel The Westin wiederum in einen sehr angenehmen Rahmen und eröffnete, wie immer, viele Gelegenheiten zur intensiven Kontaktpflege für die Teilnehmer – nicht zuletzt bei der Abendveranstaltung, den Mittagessen und während aller Kaffeepausen, die in der begleitenden Fachausstellung stattfanden, in der ausgewählte Anbieter und Hersteller von Produkten und Systemen mit weiteren Informationen aufwarteten. Die kompetenten Referenten sorgten zudem für umfassenden Erkenntnisgewinn durch ihre Bauwerkserläuterungen, Kriterien der Entwürfe und der Planung, Spezifika bei Detaillierung und Finanzierung sowie Charakteristika von Konstruktion und Montage gleichermaßen berücksichtigend.
Das 20. Symposium »Brückenbau« in Leipzig wurde seinem hohen Anspruch also einmal mehr gerecht. Und: Nicht wenige Teilnehmer hatten sich in den ausliegenden Kalendern den 8. und 9. Februar 2021 als nächsten Termin schon rot angestrichen.
Die Schriftfassungen sämtlicher Referate lassen sich nachlesen – in Ausgabe 1/2•2020 der Fachzeitschrift »Brückenbau«, die als Tagungsband fungierte und direkt über die Verlagsgruppe Wiederspahn und den Buchhandel zu beziehen ist.

Autor:
Bernhard K. Heck
Freier Journalist,
Dresden



Und wieder konnten wir Aussteller begrüßen, die erfolgreich ihre Verfahren und Produkte den Referenten und Teilnehmern zeigten und erklärten.
© Christian Modla/Verlagsgruppe Wiederspahn

Ehemaliger Referatsleiter im Bundesverkehrsministerium

Zum 75. Geburtstag von Joachim Naumann

von Gero Marzahn

Am 9. April 2020 vollendete Ministerialrat a.D. Dipl.-Ing. Joachim Naumann, ehemaliger Leiter des Referates Brücken-, Tunnel- und sonstige Ingenieurbauwerke in der Abteilung Bundesfernstraßen im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, sein 75. Lebensjahr. Er kann auf einen langen und erfolgreichen Werdegang im Brücken- und Ingenieurbau in Deutschland zurückschauen.

Joachim Naumann
© Privat

Beruflicher Werdegang

Nach dem Studium des Bauingenieurwesens mit der Vertiefungsrichtung Konstruktiver Ingenieurbau an der Technischen Hochschule Darmstadt trat er ab 1976 nach dreijähriger Tätigkeit in der Bauindustrie in den Dienst der hessischen Straßenbauverwaltung. Der zweiten Staatsprüfung für den höheren bautechnischen Verwaltungsdienst folgten 1978 verschiedene Tätigkeiten in Straßenbauämtern und im hessischen Landesamt für Straßenbau.

Im Jahr 1987 wechselte er in das Bundesministerium für Verkehr, wo er zunächst als Referent für den Brücken- und Ingenieurbau und ab 1994 als Vertreter des Referatsleiters tätig war. In 1998 folgte die Bestellung zum Referatsleiter des Gebietsreferates für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. In dieser Funktion verantwortete er in diesen Bundesländern die Planung und den Bau der Bundesfernstraßen, unter anderem auch für Verkehrsprojekte Deutsche Einheit.

Ab dem 1. Dezember 2000 übernahm Joachim Naumann die Leitung des Referates Brücken-, Tunnel- und sonstige Ingenieurbauwerke und folgte damit seiner eigentlichen Berufung bis zum Ausscheiden aus dem aktiven Dienst. Einer der Schwerpunkte seiner letzten Dienstjahre war die Beschäftigung mit dem alternden Brückenbestand. Hierbei kam ihm insbesondere die Aufgabe zu, das Thema defizitärer älterer Brücken infolge der stetig gewachsenen Anforderungen nach vorn zu rücken und öffentlich zu machen. Damit bereitete er der Brückenmodernisierung den Weg, die mittlerweile breiten Raum in der Bauwerkserhaltung eingenommen hat und durch enorme Haushaltsmittel im Brückenmodernisierungsprogramm getragen wird.

Wissenschaft und Baukultur

Bereits zu Dienstzeiten war Joachim Naumann Mitglied in zahlreichen Gremien und Ausschüssen als Mitglied und oft in leitender Funktion tätig. Stellvertretend seien hier sein Vorsitz im DIN-Fachbereichsrat KOA 07 Brücken oder auch seine Mitgliedschaften in den Deutschen Ausschüssen für Stahlbeton (DAfStb) und Stahlbau (DASt) sowie im Deutschen Ausschuss für Unterirdisches Bauen (DAUB) genannt. Somit war es ihm gegeben, unter seiner Führung die DIN-Fachberichte, die gemeinhin als erste Generation der europäischen Regelwerke im Brückenbau gelten, einzuführen. Im Tunnelbau setzte er seit 2003 mit der nationalen Umsetzung der EU-Tunnelrichtlinie Akzente und initiierte ein nachhaltiges Nachrüstprogramm für Straßentunnel, welches inzwischen erfolgreich abgeschlossen werden konnte.

Joachim Naumann erwies sich an maßgebender Stelle als steter Förderer der Pflege und Bewahrung des baulichen Erbes. Folgerichtig ist er seit seiner Pensionierung mit vermeintlich mehr zeitlichen Spielräumen Mitglied im Beirat des Vereins Historische Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland und erarbeitet seitdem Vorschläge zur Würdigung besonderer Bauwerke, um auf diese Weise auf ausgewählte Lösungen und die an ihnen beteiligten Ingenieure aufmerksam zu machen. Sein Wissen an nachfolgende Generationen weiterzureichen, war ihm stets wichtig, weshalb er nicht zögerte, über mehrere Jahre Vorlesungen zum Brückenbau an der Technischen Universität Dortmund zu halten.

Die Liebe zum Brückenbau war sicherlich auch der Grund, Planungswettbewerbe zu Bauwerken nicht nur einzufordern, sondern auch viele Wettbewerbe aktiv mitzugestalten. Großer Dank gilt ihm zudem für die Weiterentwicklung des Wettbewerbsgedankens, als er einer der Taufpaten bei der erstmaligen Auslobung des Deutschen Brückenbaupreises – im Übrigen ein reiner Ingenieurpreis – im Januar 2008 war. Der Preis hat sich etabliert und wird 2020 zum achten Mal verliehen.

Besonders verdient hat sich Joachim Naumann um die Förderung der Qualität der Bauwerksprüfung gemacht. Hierbei sind an erster Stelle seine Mitwirkung bei der Gründung des Vereins für Ingenieure der Bauwerksprüfung e. V. (VFIB) im Jahr 2008 zu nennen, dessen Geschicke er über den Vorstand und Beirat viele Jahre lang mitgestaltete und noch immer gestaltet. So ließ ihn der Eintritt in den Ruhestand nicht müde werden, 2010–2014 als Vorstandsvorsitzender des VFIB und seitdem ehrenamtlich als Beisitzer zu agieren.

Nach wie vor setzt man nicht nur in Deutschland, sondern auch im Ausland auf seine fachliche Expertise. In technischer Hinsicht berät er seit 2010 die dänische Planungsgesellschaft Femern A/S insbesondere bei den planrechtlichen Details zur Planung und Ausführung der festen Fehmarnbeltquerung, eines mehr als 17 km langen kombinierten Straßen- und Eisenbahntunnels unter der Ostsee zwischen Dänemark und Deutschland.

Der Ruhestand kann also ganz schön unruhig werden, wenn man viele Interessen hat und ein gefragter Gesprächspartner ist. Ich bin zuversichtlich, dass die fachlichen Aspekte nach wie vor seine Leidenschaft als Brücken- und Tunnelbauer wachhalten und wünsche ihm, noch viele Jahre im Kreise der Fachkollegen daran teilzuhaben. Darüber hinaus wünsche ich ihm persönlich weiterhin eine gute Gesundheit und viele schöne Momente im Kreise seiner Familie, mit den Enkelkindern und Freunden.

Autor:
MR Prof. Dr.-Ing. Gero Marzahn
Leiter des Referates StB 17
Bundesministerium für Verkehr
und digitale Infrastruktur,
Bonn

Wartungsfreie Brückenlager von Maurer

Neue Red Line in Bangkok

Bangkok erweitert sein Nahverkehrsnetz: Die komplett neue Red Line wird eine Hochbahn sein, »Red Line« leitet sich im Übrigen aus dem gewählten Farbcode ab. Die neue Linie ist Teil eines Masterplans der Regierung, der die ÖPNV-Kapazitäten in der Metropolregion erhöhen soll. Sie verläuft vom ebenfalls im Bau befindlichen neuen Hauptbahnhof namens »Bang Sue Grand Station« nach Rangsit im Norden und nach Taling Chan im Westen.
Der nördliche Streckenabschnitt hat neun Stationen, ist 21,60 km lang und verläuft in toto aufgeständert. Für jede Fahrtrichtung gibt es getrennte, 22 m hohe Viadukte mit je zwei Gleisen. Insgesamt reihen sich pro Richtung 589 Einfeldträger mit durchschnittlich 36 m Spannweite aneinander.
In Thailand werden für Eisenbahnbrücken traditionell Elastomer- oder Topflager eingesetzt. Doch Erstere haben den Nachteil der Einfederung durch Verkehrslasten, Letztere eine geringe Lebensdauer und erlauben nur eingeschränkte Funktionskontrollen – und deshalb wurden hier Kalottenlager mit MSM®- und MSA®-Technologie verwendet, denn sie ermöglichen eine wartungs- und verschleißarme Lastabtragung und Bewegung. Hintergrund sind die herausragenden Materialeigenschaften. Das heißt, der Gleitwerkstoff MSM® nimmt hohe Lasten auf und trägt sie ab, auch in Kombination mit hohen akkumulierten Gleitwegen und Temperaturen. Die Kalotten wiederum bestehen aus MSA®, einer Gleitlegierung, die sogar bei tropischem Klima oder in mariner Umgebung nicht korrodiert. Miteinander garantieren beide eine einzigartig lange Lebensdauer der Brückenlager.
Jeder Einfeldträger liegt auf vier Lagern: einem allseitig beweglichen Lager, einem querbeweglichen und einem längsbeweglichen Führungs- sowie einem Festlager. Sie tragen Auflasten zwischen 3.579 kN und 8.715 kN, haben einen Durchmesser ≤ 700 mm und leiten das Gewicht der Tragwerke wie die Verkehrslasten zwängungsfrei in die Pfeiler, die klimabedingten Längenänderungen der Viadukte erlaubend.

Struktur aus Einfeldträgern und Viadukten
© Maurer SE

Neue Station im nördlichen Red-Line-Teil
© Maurer SE

Zwei Fahrspuren je Viadukt
© Maurer SE

Vier Lager pro »Stütze«
© Maurer SE

Aussehen eines Führungslagers
© Maurer SE

Die Herausforderung war nun, die große Menge von 4.712 Kalottenlagern in hoher Qualität günstig und termingerecht anzutransportieren. Hier konnte Maurer seine Erfahrung als weltweiter Lieferant für Großprojekte ausspielen. Gefertigt wurden die Lager in Bhopal, Kalotten und Gleitwerkstoff kamen aus München. Der Einbau erfolgte durch den Italian-Thai Development PCL, das größte Bauunternehmen Thailands. Die Eröffnung der Red Line ist für Januar 2021 vorgesehen.

www.maurer.eu

Einbau von feuerverzinktem Stahl

Severinsbrücke in Köln

Einweihung der Rheinquerung im Jahr 1959
© Rolf Heinrich

Als die Kölner Severinsbrücke am 7. November 1959 in Anwesenheit von Bundeskanzler Konrad Adenauer eingeweiht wurde, war sie mit ihrem asymmetrisch gestellten Dreieckspylon weltweit eines der zukunftsweisendsten Brückenbauwerke. Die von dem Architekten Gerd Lohmer in Zusammenarbeit mit dem Bauingenieur Fritz Leonhardt entworfene Stahlstruktur besticht noch heute durch ihre gestalterisch-konstruktive Qualität.
Die seilverspannte Balkenbrücke hat eine Länge von 691 m und eine Breite von 29,50 m, die größte Stützweite misst 302 m, und der Pylon ragt 77 m über sein Fundament hinaus. Insgesamt 8.300 t Stahl wurden damals verbaut – für eine Rheinquerung, die dem Straßen- wie Schienenverkehr dient. Aufgrund der besonderen Steifigkeit der Konstruktion fuhren die Straßenbahnen anfangs auf Rillenschienen, seit dem Umbau von 1979–1980 nutzen sie aber einen eigenen Gleiskörper. In 2014 entschied man sich, die Brücke im Bereich der Hauptträgerkästen und im Pylon zu verstärken, und zwar im Innern jener Elemente.
Die Bleche der Hauptträgerkästen wurden durch Einbau von quer zu den vorhandenen Beulsteifen angeordneten U-Profilen ertüchtigt. Im Bereich der Hohlkastenstege kamen UPE 270 bzw. UPE 300 zur Ausführung, die an die vorhandenen Beulsteifen (L-Profile) geschraubt wurden. Die Befestigung der U-Profile an den Boden- und den Deckblechen erfolgte mittels L-Profilen mit aufgeschweißten Zwischenblechen als Stahllaschen in Richtung der vorhandenen Beulsteifen. Die Wandbleche in den

Ertüchtigung der Hauptträgerkästen
© Institut Feuerverzinken GmbH

Pylonstielen verstärkte man ebenfalls durch den Einbau von U-Profilen, und zwar quer zu den existierenden Beulsteifen und unter Verwendung von Zwischenblechen, die an die vorhandenen U-Profile geschraubt wurden.
Dem Korrosionsschutz kam dabei eine herausragende Bedeutung zu: Im Gegensatz zu den beschichteten Bestandselementen sollten die Verstärkungsbauteile einen instandhaltungsfreien Korrosionsschutz erhalten. Zusätzlich war zu berücksichtigen, dass die Verstärkungsbauteile händisch innerhalb des Pylons und der Hauptträgerkästen transportiert und montiert werden mussten und sie deshalb starken mechanischen Belastungen ausgesetzt waren. Aufgrund dieser Anforderungen bot sich der Korrosionsschutz durch Feuerverzinken als optimale und gleichzeitig wirtschaftliche Lösung an.

www.feuerverzinken.com

Pylonstiel mit neuen U-Profilen
© Institut Feuerverzinken GmbH

Kombinierbares Baukastensystem von Peri

Viadukt Heiligenborn bei Waldheim

180 m lang, 40 m hoch und 167 Jahre alt: Der historische Eisenbahnviadukt Heiligenborn bei Waldheim ist ein äußerst imposantes Bauwerk – und entsprechend aufwendig dessen Sanierung unter Federführung der Deutschen Bahn: Das Mauerwerk der Gewölbe und die Brückenpfeiler aus Natursteinen und Ziegeln werden grundlegend instand gesetzt, gleichzeitig werden oben das Gleistragwerk und die Entwässerungseinrichtungen erneuert. Die Einrüstung musste deshalb exakt auf den geplanten Bauablauf angepasst werden: Ausgehend von der tragenden Zwischenebene mit Systemträgern des Variokit-Ingenieurbaukastens von Peri auf Höhe der oberen Brückengewölbe, wird wechselseitig eingerüstet. Während auf der Westseite das Trag- und Arbeitsgerüst für den Überbau vorgehalten wird, dienen Stand- und Hängegerüste zur sicheren Ausführung der Fassadenarbeiten an der Ostseite.

Temporäres Tragwerk am Bogen
© Peri GmbH

Die Gerüstbauarbeiten sind aufgrund der komplexen Bauwerksgeometrie und der engen Platzverhältnisse äußerst anspruchsvoll. Insbesondere die Ausführung als Hängegerüst in den schlecht zugänglichen Hangbereichen ist planungsintensiver und aufwendiger zu montieren als üblicherweise, so dass die Kombinierbarkeit der beiden Baukastensysteme Peri Up und Variokit hier zu einer wesentlichen Erleichterung beiträgt. Beide decken zudem mit nur wenigen, standardisierten Bauteilen unterschiedlichste Anwendungsbereiche ab, basierend auf einem metrischen Grundraster, wobei notwendige Anpassungen in 25-cm-Schritten erfolgen.
Die Stand- und Hängegerüste für die Fassadenarbeiten an den Brückenpfeilern und die integrierte Gerüsttreppe wurden weitestgehend mit der Stielvariante des Peri Up Easy Fassadengerüsts montiert. Oberhalb der Variokit-Zwischenlage dient dann die Modulgerüstvariante Peri Up Flex als Trag- und Arbeitsgerüst für die Tätigkeiten am Brückenüberbau. Ein großer Vorteil der integral ausgerichteten Peri-Up-Gerüsttechnik: Vertikalstiele und Horizontalriegel können übergangslos mit den Easy-Stielen und Belägen kombiniert werden. Stiele und Rahmen haben identische Höhenmaße, das metrische Grundraster und die durchgängige Verwendung des Rosettknotens erlauben nahezu beliebige geometrische Anpassungen.

Sanierung der historischen Eisenbahnbrücke
© Peri GmbH

Die 1852 eröffnete Bahntrasse Riesa–Chemnitz weist auf einer Strecke von nur 7,50 km gleich sechs große Brückenbauwerke auf, die über die Seitentäler der Zschopau führen. Der Volksmund bezeichnet den Abschnitt auch als »Bankrottmeile«, denn die hohen Baukosten führten 1848 zu einer Finanznot der privaten Eisenbahngesellschaft mit anschließender Verstaatlichung. Heute haben die über 150 Jahre alten, noch weitgehend original erhaltenen Großbrücken auch eine touristische Bedeutung für die Region.

www.peri.de

Anpassung an alle Anforderungen
© Peri GmbH

Gewölbesanierung en détail
© Peri GmbH

Ausführung einer Hängekonstruktion
© Peri GmbH

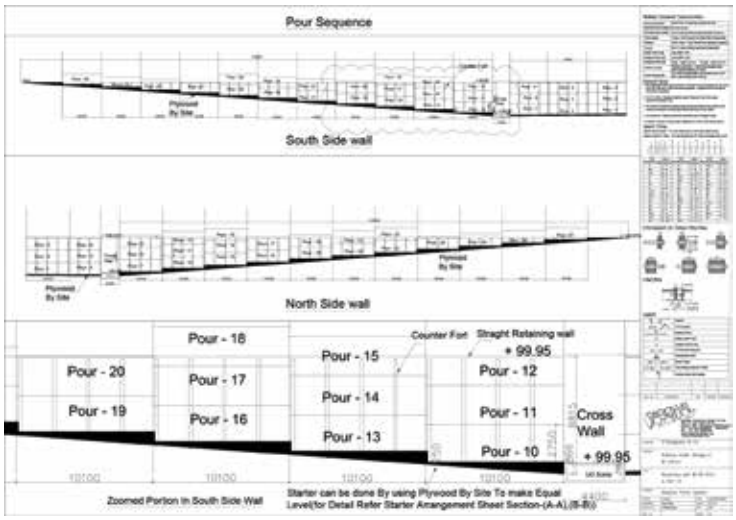
Vielseitige Schalungselemente von Paschal

Eisenbahnunterführung in Indien

Der Zugang zum internen Campus des VIT College in Vellore, Indien, wird durch eine Eisenbahnstrecke behindert, die vom Knotenpunkt Katpadi aus durch das Gelände des College verläuft. Man entschied sich daher zum Bau einer ca. 240 m langen Unterführung, die das Queren der Gleise vereinfacht.
Diese Eisenbahnunterführung besteht aus einem unterirdischen Sammelbehälter und einer Wand mit Stützmauern, welche ein Abrutschen der umliegenden Erdmassen verhindern sollen. Die Abmessungen der Stützmauern variieren in regelmäßigen Abständen entlang der geraden Walzbetonmauer, die in der Mitte eine Höhe von 8,225 m aufweist und dann auf 0 m an ihren Enden abfällt – bei einer Länge von ca. 116 m auf der Süd- und 115 m auf der Nordseite.
Zum Einsatz kam hier die Raster-Universalschalung von Paschal, das heißt, für die Fläche von insgesamt 15.300 m² wurden 161,70 m² Schalungsmaterial geliefert: Mit der vielseitigen Raster-Universalschalung war die optimale Lösung gefunden, um alle unterschiedlichen Wandabstände mit der vorgegebenen Menge an Material abzudecken. Zusätzlich wurde durch die passgenaue Planung seitens Paschal gewährleistet, dass das vorhandene Material für alle übrigen Mauern eingesetzt werden konnte, ohne den Zeitplan zu beeinträchtigen.
Die Raster-Universalschalung stellt immer wieder ihre Vielseitigkeit, Anpassungsfähigkeit und Flexibilität unter Beweis, ein weiterer Pluspunkt liegt in ihrer Langlebigkeit und Robustheit, denn selbst nach vielen Einsätzen lässt sie sich problemlos wiederverwendet.

www.paschal.de

Errichtung der Stützmauern
© Paschal-Werk G. Maier GmbH



Schalen der abfallenden Wände
© Paschal-Werk G. Maier GmbH

Punktgenauer Segmenteinhub dank Demag

Eisenbahnüberführung bei Rottenburg

Die Zeit war der entscheidende Faktor bei der Abwicklung dieses Hubs: Gerade einmal 100 h stehen zur Verfügung, um ein Stahlbetonbrückenelement für eine Eisenbahnüberführung bei Rottenburg-Kiebingen zu heben. Da hier mit der über 400 t schweren Last zudem verfahren werden musste, entschied man sich für den Einsatz des Demag CC 3800-1 Raupenkrans, der nicht nur die hohe Traglast bewältigen konnte, sondern auch die notwendige Zuverlässigkeit mitbrachte.
Um potentielle Unklarheiten bereits im Vorfeld der Arbeiten auszuschließen, erfolgte am Vortag des Einsatzes ein Probehub zur Kontrolle, denn vor allem die Aufnahme der Last war mit besonderen Herausforderungen verbunden. Zunächst war aber der Raupenkran mit 54 m Auslegerlänge, 225 t Oberwagen- und 50 t Zentral- sowie 325 t Superliftballast aufzubauen, wobei sich das Anschlagen der Last als komplex herausstellte, waren die entsprechenden vier Punkte, bedingt durch die Form des Betonelements, doch asymmetrisch angeordnet – ein Problem, das mit Hilfe der Anfertigung von unterschiedlich langen Stahllaschen für die Schäkel gelöst wurde.
Danach hob der Raupenkran das genau 403 t schwere Brückenelement bei einer Ausladung von 19 m von der Vormontagefläche auf eine Höhe von 4 m an, schwenkte die Last dann um 90° und verfuhr sie schließlich um 6 m vorwärts zur Bahnlinie. Dort wurde sie mit einem erneuten Schwenk in einer Achse mit der Bahnlinie ausgerichtet sowie exakt in die vorgesehene Endposition abgesetzt – und zwar alles innerhalb des vorab definierten Zeitfensters.

www.demagmobilecranes.com

Punktgenaue Abwicklung im vorgegebenen Zeitfenster
© Konstantin Hellstern/Demag Cranes & Components GmbH

Langlebige Entwässerung durch Fränkische Rohrwerke

Ausbau der »Europaautobahn« in Bayern

Die A 3 ist eine der bedeutendsten deutschen Autobahnen und einer der wichtigsten europäischen Verkehrswege, führt sie doch von der niederländischen Grenze durch das Ruhrgebiet, den Kölner Raum, das Rhein-Main-Gebiet, Franken und Ostbayern bis an die österreichische Grenze und ist damit eine direkte Verbindung der Beneluxstaaten mit Südosteuropa. Aufgrund ihrer starken Überlastung wird sie derzeit in Unterfranken zwischen Aschaffenburg und dem Autobahnkreuz Biebelried sechsspurig ausgebaut: ein ca. 1,40 Mrd. € teures Projekt, das bis Herbst 2021 abgeschlossen sein soll.
Wichtiger Aspekt bei der Verbreiterung der ca. 100 km langen Strecke war neben der Gewährleistung von Verkehrssicherheit, dem Natur- und Lärmschutz auch der Schutz von Grundwasser und Gewässern – und deshalb fanden hier die bewährten, langlebigen Systeme von Fränkische Rohrwerke Verwendung. Das heißt, auf neun Autobahnabschnitten kamen die Produktfamilien AquaPipe und Strabusil mit ihren ideal aufeinander abgestimmten Komponenten zum Einsatz.
Zum Ableiten des verunreinigten Oberflächenwassers dient das AquaPipe-System, bestehend aus Rohr, Schächten, Anschlussleitung und -stücken. Die 6 m langen und trotzdem leichten Rohrstangen aus Polyethylen (PE-HD) mit DN 200–DN 600 ermöglichten einen schnellen Baufortschritt, zumal ihre Verarbeitung ohne schwere Geräte erfolgt.
Zum Spülen und Kontrollieren der ca. 120.000 m AquaPipe-Transportleitungen wählten die Bauunternehmen AquaTrafficControl-Schächte, da sie dank ihres großen Grundkörpers ≥ 900 mm ideal für die Integration auf Autobahnen sind. Und: Als Systemschächte ermöglichen sie durch ihre kompakte Form geringe Bauhöhen ab einer Sohltiefe ≥ 1,35 m. Darüber hinaus wurden zusätzlich sogenannte Huckepacklösungen realisiert, die Anschlüsse für dichte Transportrohre und für das Sickerleitungsrohr aufweisen. Die Straßenabläufe wiederum ließen sich mit den flexiblen AquaFlex-Anschlussleitungen nachträglich schnell und einfach an die AquaPipe-Rohre anschließen, und zwar ohne Ergänzung durch Formteile wie Bögen. Außerdem wurde mit AquaDock ein wasserdichter 90°-Anbohrstutzen eingebaut, der sich sowohl für Neuinstallationen als auch für die nachträgliche Anbringung von seitlichen Zuläufen an das Transportrohr eignet.
Und im Zuge der Errichtung der Mainbrücke Bettingen, ebenfalls auf dieser Strecke gelegen, entstand neben der A 3 eines von mehreren Absetzbecken mit Betonauskleidung. Hier war Flexibilität gefordert: Um die AquaPipe-Tauchrohre mit der Abdichtung des Beckens zu verbinden, wurden als speziell gefertigte Sonderformteile zur Foliendurchdringung realisiert.

www.fraenkische.com

Verwendung bewährter Lösungen zur Ableitung
© Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG

Verlegung von Rohrsystemen mit Schächten
© Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG

Absetzbecken: Verbindung von Rohr und Dichtung
© Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG

BERUFSBEGLEITENDES ZERTIFIKATSSTUDIUM
in Kooperation mit der Bauhaus-Universität Weimar

Alle Informationen finden Sie unter
www.wba-weimar.de

WBA

Fachingenieur/in für Brückenbau

Start: 13. November 2020
Dauer: 1 Semester

Inhaltliche Schwerpunkte:
Grundlagen und Entwurfsrandbedingungen | Tragsysteme und Entwurf | Modellbildung und Analyse | Standsicherheitsnachweise und konstruktive Durchbildung | Herstellverfahren und Montageplanung | Spezialkonstruktionen und Sonderthemen | Unterhaltung und Bauwerksmanagement | Projektmanagement und Ausführung | Numerische Simulation und BIM

Neues Pilotprojekt von R. Kohlhauer

Lärmschutz mit Photovoltaik

Integration der Module
© R. Kohlhauer GmbH

»Wandverlauf« aus zwei Perspektiven
© R. Kohlhauer GmbH

An der Bundesautobahn A 3 wurde zwischen den Anschlussstellen Aschaffenburg und Aschaffenburg-Ost eine Lärmschutzwand mit integrierten Photovoltaikelementen fertiggestellt, die 887 m lang und 3,30 m hoch ist. Sie schließt die Lücke zwischen der schon bestehenden Lärmschutzwand und dem vorhandenen, in Richtung Nürnberg verlaufenden -wall. Die Kosten dieses einzigartigen Projekts wurden zum größten Teil von der Bundesrepublik Deutschland übernommen, um neue Erkenntnisse zu einer möglichen Integration von Photovoltaik an Lärmschutzwänden zu sammeln, damit sich künftige Anlagen schneller realisieren lassen. Die Errichtung erfolgte durch die Aschaffenburger Baufirma Adam Hörnig, der Betrieb der Anlage obliegt der Aschaffenburger Versorgungs-GmbH. Alle Wandelemente auf den Brücken und entlang der Strecke wurden zur Fahrbahn mit hochabsorbierenden Kohlhauer Alufera®-Elementen ausgestattet, rückseitig kamen bei 300 von ihnen Kohlhauer Volta® zum Einsatz.
Bei Kohlhauer Volta® handelt es sich um ein einseitig hochabsorbierendes Gitterdämmsystem, bei dem hier auf der nichtabsorbierenden Seite Photovoltaikelemente integriert wurden. In die grundsätzlich beidseitig hochabsorbierenden Kohlhauer Alufera®-Elemente wurden hingegen rückseitig in jedes Element zwei Module mit 280 Wp eingebaut, ansonsten kamen in Summe 600 zur Ausführung, die eine Gesamtleistung von 168 kWp erbringen.
Neben ihrer eigentlichen Funktion, der Schalldämmung und Absorption des Verkehrslärms, fungiert die neue Wand somit auch als Stromlieferant. Die gesamte Verkabelung untereinander wurde im Werk vorgefertigt und dann über Kabelkanäle an zwei Stellen hinter die Wand geführt. Dort erfolgt die Umwandlung des erzeugten Gleichstroms in Wechselstrom in zwei Wechselrichtergebäuden, welche die Einspeisung ins öffentliche Stromnetz ermöglichen. Die durch die Lärmschutzwand gewonnene Energie würde im Übrigen dazu ausreichen, ein Jahr lang 200 Menschen mit Strom zu versorgen oder 80 Elektroautos zu betreiben.

www.kohlhauer.com

Zwei neue Straßenleuchten von Signify

Kreislaufwirtschaft auf Brücken

Signify, Weltmarktführer für Beleuchtung, bietet zwei Straßenleuchten an, die den Anforderungen der Kreislaufwirtschaft gerecht werden, ebenso einfach zu installieren wie zu warten sind und sich in Stadtverwaltungssysteme einbinden lassen: Die neuen Generationen von Luma und Iridium erfüllen die Anforderungen einer Kreislaufwirtschaft, weil sie energieeffizient in der Anwendung, wartungsfreundlich und vernetzt sind, dazu eine lange bzw. verlängerbare Lebensdauer haben und recycelbar sind.
Luma weist eine Lichtausbeute von 160 lm und Iridium eine von 155 lm auf, so dass beide in ihrem jeweiligen Bereich führend sind. Da die Komponenten leicht ausgetauscht werden können, ermöglichen sie zudem eine spätere Nachrüstung, wenn Optionen zur Steigerung der Lichtausbeute verfügbar werden. Die Leuchten sind darüber hinaus so konfigurierbar, dass sie sich optimal an ihren Einsatzzweck anpassen.
Die Einführung von GearFlex – einem Geräteträger, der Treiber, Überspannungsschutz und andere Komponenten enthält – ermöglicht das Öffnen und Warten der Leuchten ohne die Verwendung von Werkzeugen und macht sie dadurch beide einzigartig. Außerdem sind sie sowohl für die Einbindung in ein System als auch für die Verbindung mit Sensoren vorbereitet, was ihre Integration in drahtlose Netzwerke gestattet. Und:

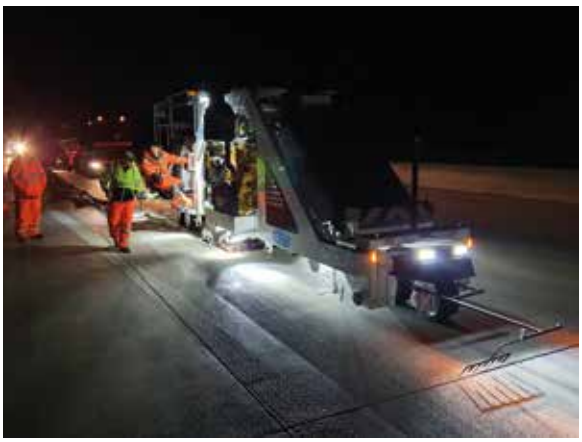
Ästhetik und Ökonomie im Einklang
© Signify GmbH

Beide Leuchten haben eine Lebensdauer ≥ 100.000 h, und die meisten ihrer Komponenten erlauben eine Weiterver-wendung bzw. ein Recycling.

www.signify.com

Zukunftsweisender Bump Grinder von Tyrolit

Premiere beim Fahrbahnschleifen



Deutschlandpremiere zwischen Dasing und Dachau
© Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG

Saubere Schnittkanten und optimales Schliffbild
© Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG

Integrierte Schlammabsaugung als weiterer Vorzug
© Tyrolit Schleifmittelwerke Swarovski KG

Im Herbst 2019 wurden auf der Bundesautobahn A 8 zwischen den Anschlussstellen Dasing und Dachau-Fürstenfeldbruck an Einzelstellen und -flächen insgesamt 52.000 m² Betonfahrbahn geschliffen, um die Griffigkeit der Strecke zu verbessern, und zwar innerhalb von nur sechs Wochen.
Für diese Aufgabe kam deutschlandweit zum ersten Mal ein neuartiger Bump Grinder zum Einsatz: Dabei handelt es sich um eine selbstfahrende Maschine für die Oberflächenbearbeitung von Asphalt und Beton, ursprünglich produziert von der amerikanischen Tyrolit-Tochterfirma Diamond Products Ltd. Um den gesetzlichen Bestimmungen und Anforderungen des europäischen Marktes gerecht zu werden, wurde das amerikanische Original im Vorfeld in enger Zusammenarbeit zwischen Tyrolit und der Lissmac Maschinenbau GmbH an die lokalen Gegebenheiten angepasst.
Die gesamten Schleifarbeiten wurden jeweils nachts bei laufendem Betrieb und teilweise kurzzeitigen Sperren durchgeführt, wobei das CE-zertifizierte Gerät auf ganzer Linie überzeugte: So verfügt die 9 m lange Maschine über eine 127 cm breite Schleifwelle, die bei dem Projekt mit insgesamt 245 Diamantsägeblättern in TGD®-Technologie mit einem Durchmesser von 485 mm bestückt wurde – mit dem Resultat eines optimalen Schliffbildes mit sauberen Schnittkanten. Auch die Schlammabsaugung funktionierte einwandfrei, wodurch auf die sonst üblichen und aufwendigen Reinigungsarbeiten der Fahrbahn mittels Kehrsaugwagen verzichtet werden konnte.

Das Besondere war freilich die Vorschubgeschwindigkeit, denn trotz hoher Festigkeit der Betonoberfläche betrug sie ≤ 14 m/min bei Vollbesatz der Schleifwelle und übertraf damit alle Erwartungen.

Und: Die Leistung der Schleifwelle war ebenfalls herausragend, war sie doch bei Baustellenende lediglich zu 40 % verbraucht.

www.tyrolit.com

Hocheffiziente Querschneidkopfsysteme von MB

Fräsen von und auf Brückenbauwerken

In Dresden musste jener Beton entfernt werden, der die Bögen über der Elbe füllte und quasi funktionale Probleme an der historischen Augustusbrücke verursachte. Der Kunde suchte nun nach einer Lösung, die für seinen Liebherr-Bagger geeignet war und die Tragstruktur des Bauwerks nicht beschädigte – und er fand sie bei MB Crusher, wo man ihm empfahl, eine Querschneidkopf-Fräse zu verwenden. Die Arbeiten wurden dann in zwei Phasen durchgeführt: Zunächst wurden die Dehnungsfugen freigelegt, und zwar ohne große Vibrationen zu erzeugen, anschließend wurde der Beton in den Bögen bis 3 m Tiefe entfernt.
In Berlin war hingegen eine alte Brücke über die stark befahrene Avus komplett abzureißen, wozu erneut MB-Querschneidkopf-Fräsen ausgewählt wurden, um die verschiedenen Schichten von Beton und Teer zu beseitigen.
Und in Witzeeze waren Teile der Betonwände einer Brücke und des felsigen Bodens 1,50 m unter Wasser zu entfernen, um das Flussbett zu verbreitern und die Wasserdurchflusskapazität zu erhöhen. Für dieses heikle Projekt kam ein Gerät zum Einsatz, das wie alle anderen MB-Fräsenmodelle unter Wasser arbeiten kann, ohne dass Hydraulik und Mechanik beschädigen werden.

www.mbcrushers.com

Ertüchtigung der Augustusbrücke in Dresden
© MB S.p.A.

Flussbettbereinigung in Witzeeze
© MB S.p.A.

Bauwerksabbruch in Berlin
© MB S.p.A.

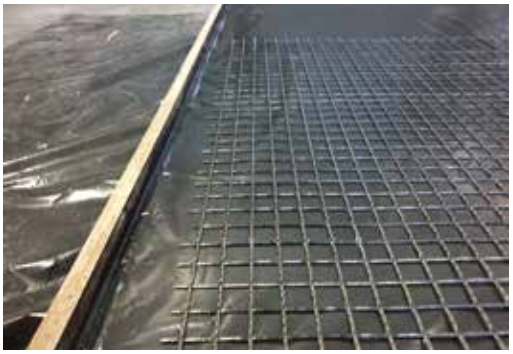
Fertigung großer Volumina durch Hitexbau

Bewehrungsstrukturen aus Carbon

Mit einer neuen, bahnbrechenden Fertigungstechnologie setzt Hitexbau einen Meilenstein. So ist es dem Unternehmen gelungen, die Flächenherstellung von Carbonbewehrungen für Beton in Verbindung mit der Imprägnierung und Konfektion der Fertigware in nur einem Prozess abzubilden. Damit hat Hitexbau weltweit erstmalig eine hochautomatisierte Fertigungsstraße für Carbonbewehrungen entwickelt, mit der sowohl große Abmessungen als auch große Volumina zu einer zu 100 % reproduzierbaren Qualität möglich sind.
Aufgrund der variablen Ausrichtung der Carbonstrukturen von weich bis hart sind vielfältige Einsatzmöglichkeiten realisierbar – von Rollenware für die Verstärkung bei der Instandsetzung und Sanierung über Plattenware für die Betonfertigteilindustrie bis hin zu Ortbeton. Selbst dünne, filigrane Gitter oder stabartige Formen bzw. Gittergelege, wie sie aus der Stahlbewehrung bekannt sind, sind machbar. Und: Damit lassen sich sogar Betone mit einem Großkorndurchmesser ≤ 16 mm verarbeiten und sich bei der Druckfestigkeit zudem Werte von 3,30 kN/m² erreichen.
Carbonbeton bietet signifikante Vorteile im Vergleich zu herkömmlichem Stahlbeton: Vor allem seine hohe Festigkeit bei geringem Eigengewicht, der relativ geringe Material- und Energieeinsatz, die gute CO_2-Bilanz sowie die 100%ige und einfache Recyclebarkeit machen ihn zu einem zukunftsweisenden Werkstoff. Im Bereich der Instandsetzung und Verstärkung von Brücken hat er deshalb ein enormes Potential.

www.hitexbau.com

Form eines Geleges
© Hitexbau GmbH

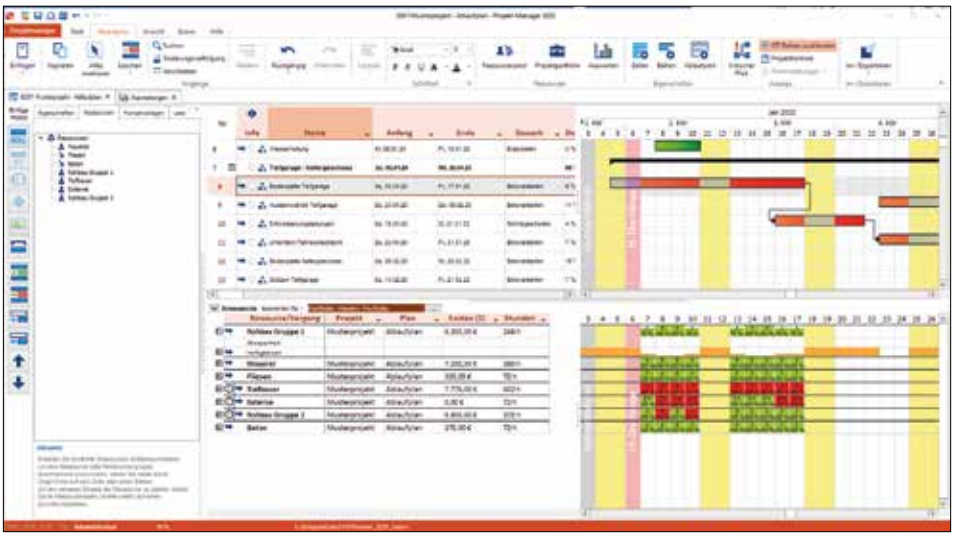


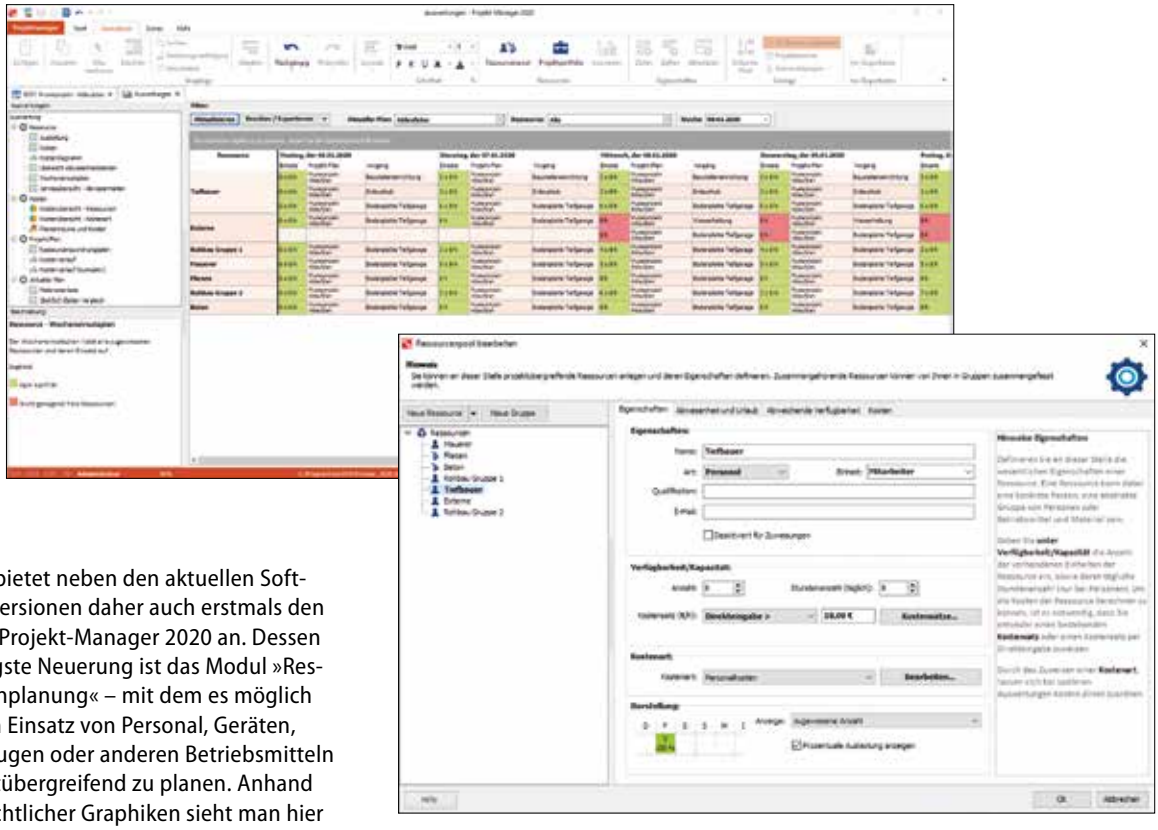
Einbau einer gitterartigen Matte
© Koch GmbH/Hitexbau GmbH

Gezielter Ressourceneinsatz dank Weise

Projektmanagement mit Effizienz

In Zeiten einer boomenden Baukonjunktur einer- und des offenkundigen Fachkräftemangels andererseits ist das Personal eine wichtige, zugleich aber kostenintensive Ressource. Sie optimal einzusetzen, selbst bei unvorhersehbaren Ereignissen, ist deshalb für den Projekterfolg zumindest mitentscheidend. Wird der Personaleinsatz nun mit Hilfe digitaler Ressourcenplaner zentral geplant, wie etwa mit dem neuen Projekt-Manager-Modul von Weise Software, lassen sich Projektlaufzeiten optimieren, Kosten besser kontrollieren und Termine verlässlicher einhalten.





Kombination aus Planung und Auswertung
© Weise Software GmbH

Weise bietet neben den aktuellen Software-Versionen daher auch erstmals den neuen Projekt-Manager 2020 an. Dessen wichtigste Neuerung ist das Modul »Ressourcenplanung« – mit dem es möglich ist, den Einsatz von Personal, Geräten, Fahrzeugen oder anderen Betriebsmitteln projektübergreifend zu planen. Anhand übersichtlicher Graphiken sieht man hier auf einen Blick, wer und was, wo und wann mit welcher Auslastung tätig ist, welche Arbeiten wann beendet sein müssen und welches Gerät wann wieder zur Verfügung steht. Und das erleichtert, die richtigen Mitarbeiter zur richtigen Zeit und ihren Fähigkeiten entsprechend einzusetzen, passende Teams zusammenzustellen und schnell zu reagieren, sobald ein Ausfall zu verzeichnen ist. Darüber hinaus erlaubt das Modul, Auslastungsgrade, Abwesenheitszeiten und Urlaubszeiten zu definieren, wobei die Ressourcen eine konkrete Person, eine abstrakte Personengruppe oder Betriebsmittel und Material sein können. Und: Bei Planungsänderungen verschieben sich alle abhängigen Elemente automatisch mit, so dass die Konsequenzen sofort erkennbar sind. Sollte es dabei zu Konflikten mit anderen Gewerken oder Baustellen kommen, werden diese angezeigt. Ausgewertet werden im Übrigen Ressourcen, deren Auslastung und Kosten sowie Abwesenheitszeiten in Form von Diagrammen, Wocheneinsatzplänen und Jahresübersichten, Kostenübersichten und Kostenverläufen, Meilensteinlisten oder Soll-Ist-Vergleiche.

www.weise-software.de

Leistungsstarke Kooperation von Autodesk und Doka

Schalungsplanung in und mit BIM

Zur Erstellung von BIM-fähigen Bauwerksmodellen kooperiert Doka eng mit Autodesk, einem Unternehmen, das Partner des Architektur-, Ingenieur- und Bauwesens (AEC) ist und die Branche durch mehr und mehr automatisierte und vernetzte Arbeitsweisen in die Zukunft des Bauens führt.
DokaCAD for Revit steht nun für den entsprechenden Gesamtprozess: Es ist ein Plug-in für Autodesk Revit, welches native, automatisierte Schalungsplanung in einer BIM- Umgebung erlaubt. Die leistungsstarke Software ermöglicht unter anderem eine schnelle 3-D-Schalungsplanung für alle Projekttypen, steigert die Produktivität durch Nutzung vorhandener Platzierungshilfen und unterstützt BIM Collaboration. Und in DokaCAD for Revit kann zudem auf über 40.000 erprobte Musterlösungen der Doka-eigenen CAD-unabhängigen Tipos-Logik für eine schnelle und wirtschaftliche Planung zugegriffen werden.
Die Verwendung von Automatismen spart Zeit im Vergleich zum händischen Platzieren von Komponenten und liefert stets technisch korrekte Lösungen, so dass sich die optimale Taktung unter den Aspekten Sicherheit, Zeit und Kosten sowie auch Montage- und Einsatzpläne der Schalungselemente inklusive Materialauszug ermitteln lassen. Bauunternehmen können dadurch die von Doka gelieferte Schalungsplanung ohne Datenverluste in das eigene Revit-Modell übernehmen.
Ihnen steht es aber auch frei, die Schalungsplanung selbst zu erarbeiten, denn Doka stellt neben der Software eine umfassende Revit-Bibliothek von ca. 4.500 Schalungskomponenten kostenfrei zur Verfügung. Die Revit-Familien von Doka besitzen im Übrigen einen hohen Detailierungsgrad von LOD (Level of Detail) 400.

www.autodesk.com
www.doka.de

Aktuelle Softwareversionen bei Frilo

Plus-Programme und Erweiterungen

Ab sofort stehen aktuelle Versionen zum Download bereit: So gibt es in den Plus-Programmen nun die Möglichkeit, Ausgabeprofile zu speichern, sie zu einem späteren Zeitpunkt wiederaufzurufen und an anderen Arbeitsplätzen zu verwenden. Diese Speicherfunktion wurde zudem in »Fahnenblech«, »Mehrfeldträger Holz« und »Leimholzbinder« implementiert. »Mehrfeldträger Holz« ist im Übrigen die neueste Lösung zur Berechnung von ein- und mehrfeldrigen Holzträgern, »Leimholzbinder« dient zur Bemessung und Optimierung verschiedener Bindertypen, und zwar inklusive des Fischbauchträgers, der hier eingebaut wurde.

Arbeitshilfe(n) für Tragwerksplaner
© Frilo Software GmbH

Im Frilo-Gebäudemodell namens »Geo« lässt sich jetzt auch eine Massenermittlung durchführen: eine Zusatzoption, wobei die Steuerung der Ausgabe über einen separaten Dialog mit zahlreichen Einstellalternativen erfolgt. Und in alle Holz- und Dachprogramme wurde der neue österreichische Holzbau-Eurocode ÖNORM B 1995-1-1:2019-06 integriert, darüber hinaus verfügt die Stabwerklösung zugleich über das Material Holz.

www.frilo.eu

Neuer Markenauftritt und aktuelles Software-Release von PMG

Informationsmanagement mit Künstlicher Intelligenz

Die PMG Projektraum Management GmbH, führende Anbieterin hochsicherer, cloudbasierter und branchenunabhängiger Softwarelösungen unter anderem für Bauprojekte, setzt beim Thema effizientes Informationsmanagement zunehmend auf Künstliche Intelligenz (KI): Bei der Zuweisung selektierter Informationen an bestimmte Empfänger, beim Erkennen von Auffälligkeiten und ungewöhnlichen Veränderungen in Dokumenten oder bei der automatischen Datenablage hilft die KI-Engine der PMG, strategische Entscheidungen künftig schneller und auf valider Grundlage zu treffen und derart Fehlerkosten zu vermeiden.
Neben einer neuen Wort- und Bildmarke präsentiert das Unternehmen nun auch neue Namen für ihre beiden Hauptprodukte, und zwar »Pave« für den Projekt- und »Dyve« für den virtuellen Datenraum. Pave wurde gezielt für die Baubranche entwickelt und begleitet den gesamten Lebenszyklus einer Immobilie. Das heißt, die Collaboration-Software optimiert die Zusammenarbeit zwischen Bauherren, Planern und anderen Projektbeteiligten, selbst bei komplexen Vorhaben, und macht sämtliche Informationen und Dokumente optimal sortiert und aufbereitet zentral verfügbar. Dyve wiederum ist eine moderne und intuitive Cloudlösung für M&A, Immobilientransaktionen, Asset Management etc. Und das bedeutet, der virtuelle Datenraum besitzt den höchsten verfügbaren Sicherheitsstandard und macht zum Beispiel bei Due-Diligence-Prozessen alle Informationen digital und strukturiert verfügbar.

Optimierung der Zusammenarbeit
© PMG Projektraum Management GmbH

Pave wie Dyve sind modular aufgebaut, die einzelnen Module lassen sich dementsprechend nach Belieben aktivieren bzw. deaktivieren, wobei sämtliche Module integriert arbeiten und Dateien voneinander übernehmen können.

www.pmgnet.de

Verbessertes Tool-System von AmpereSoft

Verwaltung großer Datenmengen

Der sogenannte eCl@ss-Standard hat sich mittlerweile etabliert, bedingt allerdings einheitliche Datenformate als Voraussetzung für den automatisierten Informationsaustausch zwischen Maschinen und somit für Industrie 4.0. Dabei gilt es nun aber, die Masse der dafür erforderlichen Daten performant zu verwalten: Eine entsprechende Lösung bietet AmpereSoft mit der neuen Version ihres ganzheitlichen Tool-Systems an, das Planer beim effizienten und zunehmend automatisierten Engineering unterstützt. Die integrierte Materialdatenbank MatClass erleichtert zudem die Pflege von Daten und besitzt überdies eine Schnittstelle für die Cloud-Anbindung.

Mit Hilfe des eCl@ss-Standards können Produktdaten mit einer großen Informationstiefe abgebildet werden, doch entstehen durch die detaillierten Beschreibungen auch entsprechend große Dateien. Mit der Bereitstellung einer eigenen Cloud-Plattform ist AmpereSoft bereits für die kommenden Aufgaben gerüstet, erkennbar unter anderem an der Tatsache, dass der Datenfluss zwischen den einzelnen Anwendungen des Tool-Systems stets gewährleistet bleibt.

Neben der Verwaltung aller eCl@ss-Daten aus der Cloud gibt es noch einen zweiten Ansatz bzw. Lösungsvorschlag, nämlich die Beschaffung: Statt sie allein dem Anwender zu überlassen, könnten Hersteller ihre Produktdaten künftig nach einer übergreifend abgestimmten Spezifikation als eigenen Webservice oder auf einem Datenportal verfügbar machen.

www.amperesoft.net

Rail-Baltica-Planungsauftrag für Obermeyer

Jahrhundertprojekt der Schieneninfrastruktur

Die RB Rail AS, das Gemeinschaftsunternehmen des Rail-Baltica-Projekts, hat Obermeyer mit der technischen Planung und Bauüberwachung des letzten estnischen Abschnitts der Rail-Baltica-Hauptstrecke beauftragt. Nun wurde der Vertrag unterzeichnet: »Die Unterzeichnung ist für das Projekt von zentraler Bedeutung und markiert einen Meilenstein: Jetzt ist die gesamte Rail-Baltica-Hauptstrecke in Estland in Planung«, so Agnis Driksna, Interim-CEO von RB Rail AS. Obermeyer lieferte zusammen mit dem spanischen Bauingenieurunternehmen Prointec S.A. den Vorschlag, der jetzt umgesetzt werden soll, wobei 85 % der für die Planung erforderlichen Mittel von der Europäischen Union, 15 % von Estland selbst bereitgestellt werden.
Bei der Strecke handelt es sich um einen 93,50 km langen Hochgeschwindigkeitsabschnitt, welcher laut Vorentwurf neun Eisenbahnbrücken, 15 Straßen- und sieben Eisenbahnviadukte sowie elf Tierpassagen beinhaltet. Die Gesamtlänge der damit komplett im Planungsprozess befindlichen Rail-Baltica-Linie in Estland umfasst 213 km. »Die gesamte Planung, sowohl die der Trassierung als auch die der Ingenieurbauwerke, erfolgt natürlich mit neuesten digitalen Tools unter Anwendung von BIM«, so Dr. Ioannis Kiru, der für Obermeyer von Anfang an federführend in dieses Projekt eingebunden ist.

Gruppenbild nach Vertragsunterzeichnung
© RB Rail AS

Das Rail-Baltica-Vorhaben ist ein Jahrhundertprojekt, handelt es sich doch um die größte Infrastrukturmaßnahme der baltischen Region der letzten 100 Jahre und um eines der vorrangigen Verkehrsprojekte der Europäischen Union. Die insgesamt 870 km lange, elektrizitätsbetriebene Strecke soll sowohl auf Personen- (v_{max} = 249 km/h) als auch auf Güterverkehr (v_{max} = 120 km/h) ausgelegt werden und hat das Ziel, die baltischen Staaten in das europäische Eisenbahnnetz zu integrieren. Verbunden werden dementsprechend die Städte Tallinn, Pärnu, Riga, Panevežys, Kaunas, Vilnius und Warschau mit sämtlichen Metropolen.

www.opb.de

Zuschlag für Eiffage und Johann Bunte

ÖPP-Infrastrukturprojekt in Bayern

Noch im Februar erhielt die A3 Nordbayern GmbH & Co. KG, ein Gemeinschaftsunternehmen von Eiffage S.A. und Johann Bunte Bauunternehmung GmbH & Co. KG, von der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch die Autobahndirektion Nordbayern, den Zuschlag für das ÖPP-Projekt »Verfügbarkeitsmodell A3 Autobahnkreuz (AK) Biebelried bis AK Fürth–Erlangen«, wobei es sich um das größte derartige Projekt handelt, das bisher in Deutschland beauftragt wurde.

In Summe umfasst es die Planung, den Ausbau von vier auf sechs Fahrstreifen, den Betrieb und die Erhaltung des ca. 76 km langen Autobahnabschnitts der A 3 zwischen den Autobahnkreuzen Biebelried und Fürth-Erlangen sowie die anteilige Finanzierung dieser Leistungen. Die Vergütung des privaten Partners erfolgt über monatliche Zahlungen, deren Höhe wesentlich von der Verfügbarkeit der Projektstrecke abhängt.

Die Bauleistungen werden von einer Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus Eiffage Infra-Bau und Johann Bunte Bauunternehmung ausgeführt, Beginn ist der 1. Mai 2020 und die Fertigstellung für November 2025 vorgesehen.
Das gesamte Bauvolumen beträgt ca. 1,50 Mrd. €. Betrieb und Erhaltung werden von einem spezialisierten Gemeinschaftsunternehmen von Eiffage Infra-Bau und Johann Bunte erbracht.

www.a3-nordbayern.de
www.eiffage.com
www.bau.eiffage-infra.de
www.johann-bunte.de

Großer ÖPP-Infrastrukturauftrag für Hochtief

Autobahnprojekt in den Niederlanden

Ein Hochtief-Joint-Venture hat den Zuschlag für ein Autobahnprojekt in den Niederlanden im Wert von 1,20 Mrd. € erhalten: In der Umgebung von Arnheim wird das Joint Venture namens »GelreGroen« die A 15 um 12 km verlängern und zudem die A 12 und die A 15 auf einer Strecke von 23 km durch neue Fahrspuren verbreitern. Außer Planung und Bau sieht der Vertrag auch Finanzierung sowie Betrieb und Erhaltung der Autobahn bis 2044 vor.
Der entsprechende Vertrag mit Rijkswaterstaat, dem operativen Arm des niederländischen Ministeriums für Infrastruktur und Wasserwirtschaft, wurde vor kurzem unterzeichnet. Die Arbeiten sollen noch vor Ende 2020 beginnen, der neue Abschnitt der A 15 und die zusätzlichen Fahrspuren auf A 12 und A 15 werden bis Ende 2024 eröffnet. Marcelino Fernández Verdes, Vorsitzender des Vorstands von Hochtief: »Wir freuen uns, nach dem Erfolg unseres Autobahnprojekts SAAOne in der Nähe von Amsterdam erneut ein großes Infrastrukturvorhaben in den Niederlanden gewonnen zu haben.«
Im Zuge der Bauarbeiten werden 45 Brückenbauwerke, zehn Verkehrskreuzungen und zusätzlich Lärmschutzwände errichtet. Kernstück der neuen Verkehrsachse wird die neue Brücke über den Pannerdensch-Kanal mit einer Länge von ca. 2,50 km werden.
GelreGroen besteht aus Hochtief (40%), John Laing (40%), Dura Vermeer (10%) und Besix (10%), die Projektplanung sowie die Bau- und Wartungsarbeiten werden von einem Konsortium ausgeführt, an dem Hochtief (25%), Dura Vermeer (25%), Besix (25%) und Van Oord (25%) beteiligt sind.
Nachhaltigkeit ist einer der Schwer-punkte des Projekts und spielt sowohl bei Planung und Bau als auch beim Betrieb der Autobahn eine große Rolle. So bezieht sich der Name »GelreGroen« auf ein »Nature inclusive Design«, mit »Groen« als Synonym für Nachhaltigkeit und Umweltschutz.

www.hochtief.de

Bonuszahlungen bei Hentschke Bau

Anerkennung für »Corona-Belastungen«

Die Corona-Krise verlangt den Menschen viel ab, wie unter anderem Arbeiten unter erschwerten Bedingungen, Maskentragen und der Blick in eine unsichere Zukunft mit eingeschränkten Kontakten. Die Verantwortung und Einsatzbereitschaft vieler ist dennoch sehr groß – und das sieht auch die Geschäftsführung der Hentschke Bau GmbH so und zahlt allen Mitarbeitern des Unternehmens eine Corona-Prämie bis zu 1.500 €.
»Unsere Mitarbeiter zeigen einen außergewöhnlichen Einsatz und beweisen viel Kreativität. Trotz widriger Umstände und zahlreicher Auflagen laufen unsere Baustellen – Lieferengpässen und Personalausfall durch geschlossene Grenzen zum Trotz. Dafür verdienen unsere Mitarbeiter Dank, Respekt und Anerkennung«, so Jörg Drews und Thomas Alscher, die beiden Geschäftsführer. Diese Anerkennung müsse sich auch finanziell auswirken, jeder durchgängig im Einsatz befindliche Mitarbeiter erhält daher in den Monaten März, April und Mai je 500 € zusätzlich, die Auszubildenden je 150 €, und zwar steuerfrei.

www.hentschke-bau.de

Klare Positionierung von Pro Mobilität

Beibehaltung des Finanzkreislaufes Straße

»Pro Mobilität spricht sich klar für die Beibehaltung des Finanzkreislaufs Straße aus. Die Verwendung der Einnahmen aus der Lkw-Maut zur Finanzierung anderer Zwecke wäre aufgrund des enormen Erhaltungsstaus bei der Straßeninfrastruktur und des großen volkswirtschaftlichen Nutzens der Straße ein falsches Signal«, so Christian Funke, Geschäftsführer von Pro Mobilität. Um die anspruchsvollen Klimaziele im Verkehrssektor zu erreichen, stehen Straße, Schiene und Wasserwege vor großen Herausforderungen. Ein Gegeneinander der Verkehrsträger ist aus Sicht von Pro Mobilität daher nicht zielführend, denn nur durch gemeinsame Anstrengungen lasse sich eine effiziente, zukunftsfähige und klimafreundliche Mobilität schaffen.
Jahrzehntelang wurde zu wenig in den Erhalt der Straßeninfrastruktur investiert, der Erhaltungsstau wird deshalb noch über Jahrzehnte andauern. Darüber hinaus bedarf es großer finanzieller Aufwendungen zur Realisierung von Infrastrukturen für emissionsarme und emissionsfreie Antriebe und Kraftstoffe, wie zum Beispiel Ladesäulen, Anlagen für Wasserstoff etc. Und die Straße wird gebraucht, um diese Ziele einzulösen. Zum einen, aber millionenfach auf der letzten Meile, die durch die Schiene nicht erreichbar ist, zum anderen auf der Mittel- und Langstrecke, weil die Schiene die benötigten Kapazitäten, Flexibilitäten und Dienstleistungen hierfür sogar langfristig nicht bereitstellen kann.
Eine Umverteilung der Lkw-Maut würde also die Versorgungssicherheit von Bürgern und Wirtschaft eklatant gefährden.

www.promobilitaet.de

Enormer Zuspruch für und bei digitalBAU

Neue Fachmesse nach Premiere

Mit ihrer erfolgreichen Premiere hat die digitalBAU der Baubranche einen kräftigen Schub verliehen, denn vom 11. bis 13. Februar erzeugten mehr als 270 Aussteller und ca. 10.000 Besucher auf dem Kölner Messegelände eine regelrechte Aufbruchstimmung, wobei sich alle Beteiligten einig waren: Die Digitalisierung eröffnet Chancen entlang der gesamten Wertschöpfungskette des Bauwesens, sie erhöht Produktivität und Effizienz im Bauprozess und sichert so langfristig den Erfolg.
Trotz widriger Wetterbedingungen im Vorfeld hat die digitalBAU alle Erwartungen übertroffen. Schon kurz nach Öffnung der Veranstaltung war die 17.000 m² große Halle 7 der Koelnmesse sehr gut gefüllt. Die Entscheidung der Veranstalter, der Messe München und des Bundesverbands Bausoftware (BVBS), mit der digitalBAU in die Domstadt zu gehen und damit einen zweiten zentralen Standort neben der BAU in München zu etablieren, erwies sich als richtiger Schritt, wie Dr. Reinhard Pfeiffer, stellvertretender Vorsitzender der Geschäftsführung der Messe München, hervorhob: »Der enorme Zuspruch aus der Branche unterstreicht den Erfolg unseres neuen Konzepts. Gemeinsam mit der Industrie haben wir ein neues Kapitel aufgeschlagen: Die digitalBAU fördert den Dialog der Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette und begleitet so digitale Entwicklungen, Trends und Dienstleistungen für die Bauindustrie.« Auch Prof. Joaquín Díaz, BVBS-Vorstandsvorsitzender, ist überzeugt: »Die Digitalisierung erfordert ganz neue Antworten auf die aktuellen Fragen der Baubranche, die von traditionellen Messen bisher nicht adressiert werden. Die ehemals getrennten Bereiche der Planung, Ausführung, des Betriebs sowie der Bauprodukte selbst rücken immer mehr zusammen und müssen durch die fortschreitende Digitalisierung integral betrachtet werden. Die Branche sucht nach Lösungen, die in der Zusammenführung von Software, Produkten und Prozessen liegen.«
Die überraschend große Resonanz sorgte bei den Ausstellern rundum für Begeisterung. Die Nemetschek-Group war hier mit 10 ihrer 16 Tochtermarken vertreten und stellte ihre digitalen Produkte und Lösungen vor. Marcel Flir von Liebherr freut sich ebenfalls über den großen Zulauf: »Wir haben neue Kontakte knüpfen können und das auf sehr hohem Niveau.« Und Xella, zugleich Aussteller auf der BAU in München, ist laut Dr. Jochen Fabritius »äußerst zufrieden mit dem Resultat«.
Die nächste digitalBAU findet vom 15. bis 17. Februar 2022 wieder in Köln statt.

www.digital-bau.com

Mehr Artenschutz an Bayerns Straßen

»Öko-Mähgerät« für Böschungen

Die Bayerische Staatsbauverwaltung betreut ein Straßennetz von ca. 23.000 km Länge und damit auch ca. 40.000 ha Straßenbegleitflächen, die regelmäßig gepflegt werden. Um diese Pflege so nachhaltig wie möglich zu gestalten, soll ein »Öko-Mähgerät« zum Einsatz kommen. »Die Grünflächen und Böschungen an Straßen haben großes Potential für die Artenvielfalt. Wir wollen deshalb unseren Beitrag zu mehr Biodiversität in Bayern leisten und gerade die Wiesenflächen aufwerten«, so Verkehrsstaatssekretär Klaus Holetschek. »Dafür brauchen wir aber die richtige technische Ausstattung. Deshalb werden wir drei Öko-Mähgeräte für unsere Straßenmeistereien anschaffen und testen. Insekten und andere Tiere sollen damit beim Mähvorgang besser geschützt werden.«
Bei dem Öko-Mähgerät handelt es sich um einen Prototyp der Firma Mulag aus Oppenau im Schwarzwald. Es soll das Mähen insekten- und pflanzenschonender machen, indem es Insekten rechtzeitig aufscheucht, die Grashalme abschneidet statt zerhäckselt und das Gras schonend aufnimmt, wodurch eine gute Grundlage für eine nachfolgende blütenreiche Vegetation gebildet wird. In Bayern wird das Gerät nun in ausgewählten Straßenmeistereien, unter anderem im Allgäu, auf seine Praxistauglichkeit getestet. Staatssekretär Holetschek: »Ich freue mich, dass wir dieses innovative Konzept schon diesen Sommer im Alltagsbetrieb testen können – insbesondere hier im Allgäu, wo das Gras aufgrund der klimatischen Bedingungen besonders gut wächst. Sollte es sich bewähren, werden wir es in Zukunft großflächig einsetzen.«

Verkehrsstaatssekretär bei einem ersten Test
© Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr

www.stmb.bayern.de

Zustimmung im Einzelfall dank Empa

Netzwerkstruktur mit Carbonseilen

Die Stuttgarter Straßenbahnen (SSB) AG verlängert die Stadtbahnlinie 6 von Stuttgart-Fasanenhof bis zum Flughafen – und dazu ist eine 127 m lange Brücke über die Autobahn A 8 erforderlich: Seinen Anfang nahm das Projekt bereits 2012, als sbp schlaich bergermann partner aus Stuttgart den entsprechenden Wettbewerb mit dem Entwurf einer eleganten Netzwerkbogenbrücke gewannen. Solche Strukturen wirken statisch wie ein Fachwerkträger, sie sind im Vergleich mit Stabbogenbrücken mit vertikalen Hängern steifer und damit die Durchbiegungen unter Verkehrslasten geringer, was insbesondere für Eisenbahnbrücken von Bedeutung ist. Trotz dieses Vorteils wurden bisher nur wenige Brücken jenes Typus realisiert, da es mit den Stahlhängern verschiedene Probleme gab, vor allem bezüglich Ermüdung. Auch der Wettbewerbsvorschlag von sbp beinhaltete zunächst Stahlseile als Hänger. Doch der Bauherr zögerte mit der Errichtung, er schätzte zwar Eleganz und Konzept der stützenfreien Querung, erachtete die Kosten indessen als zu hoch. Ausschlaggebend war schließlich die Idee, die Stahlseile durch vorgespannte Carbonhänger bzw. Hänger aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) zu ersetzen, was die Kosten zu senken half – zugleich aber eine »Zustimmung im Einzelfall« zu erlangen bedingte. Im Herbst 2016 beauftragte die SSB daher

Bereit zum Einschub: Eisenbahnbrücke in Stuttgart
© Lorenz Haspel/schlaich bergermann partner

die Anfertigung von drei Prototypen und die Empa, die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, mit der Durchführung der erforderlichen Experimente. Für die Empa-Forscher war die Thematik nicht neu, sie beschäftigen sich schon seit den 1980er Jahren intensiv mit der Entwicklung von CFK-Zuggliedern für den Brückenbau.
Neben mechanischen Versuchen, um an den CFK-Hängern 100 Jahre Bahnbetrieb zu simulieren, galt es die derart gewonnenen Daten zu analysieren und zu bewerten, wobei als Kriterien Ermüdung, Witterungsbeständigkeit, Blitzschlag, Brand, Einfluss elektrischer und magnetischer Felder sowie Vandalismus berücksichtigt werden mussten. Im Mai 2017 war das Gutachten fertiggestellt, im April 2018 lag dann die Zulassung im Einzelfall vor. Und so soll nun im Mai 2020 die weltweit erste große Brücke, die vollständig an CFK-Zuggliedern hängt, montiert werden.
Hänger von Netzwerkbogenbrücken sind wie maßgeschneidert für den Werkstoff CFK, denn die Querschnittsfläche von CFK-Hängern beträgt nur ein Viertel dessen, was für die Alternative aus Stahl erforderlich wäre – ein wichtiger Grund für die Wirtschaftlichkeit des neuen Werkstoffes. Und in puncto Nachhaltigkeit überzeugt er ebenfalls: Die CO_2-Emmissionen für die Stahlvariante sind rund dreimal höher und der Energieaufwand zur Herstellung mehr als doppelt so hoch.

www.empa.ch

Angebot des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung

BaumCloud als harmonisiertes Gesamtkataster

Kommunale Baumkataster sind äußerst heterogen in Datenformat und -struktur, basieren sie doch auf verschiedenen botanischen Nomenklaturen oder liegen in unterschiedlichen Koordinatensystemen vor. Und selbst Angaben zum Kronendurchmesser oder zur Höhe von Bäumen sind manchmal in Metern, manchmal in Zentimetern angegeben. Fehlt aber ein einheitlicher Standard, ist die Einbindung der Daten in Web-Applikationen kaum realisierbar, auch sind großflächige Auswertungen von Stadtbaumdaten für vergleichende Studien so nicht möglich.
Mit Hilfe eines neuen Tools lassen sich diese Mankos nun beseitigen. Die sogenannte BaumCloud hilft dabei, unterschiedliche Baumkatasterdaten zu vereinheitlichen und damit besser nutzbar zu machen. Das heißt, dass hier Kommunen und Gemeinden ihre Stadtbaumdaten einpflegen, um zu einer homogenisierten Stadtbaumdatenbank beizutragen. Die hochzuladenden Datensätze müssen dabei einige Kriterien erfüllen, zum Beispiel ein bestimmtes Format aufweisen oder als offene Daten hochgeladen werden.
Derzeit bietet die neue Anwendung Informationen zu 1,60 Mio. Bäumen aus 16 kommunalen Baumkataster-Datensätzen in harmonisierter Form als Open Data an. Interessierte können sämtliche Angaben ab sofort zentral über einen internetgestützten Zugriff (wfs-Link) und in einem einheitlichen Format beziehen.
Selbiges Angebot kommt jedoch nicht allein der Wissenschaft zugute, denn es steht ebenso der Allgemeinheit zur Verfügung – was nicht zuletzt den Datenaustausch zwischen Ämtern, mit Planern und in der interkommunalen Zusammenarbeit zu vereinfachen hilft.
Download-Link und Metadaten sind via mCloud-Plattform des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) erhältlich.

www.baumcloud.org
www.ioer.de

Forschungsprojekt an der Technischen Universität München

Lebende Brücken dank alter indischer Bautechniken

Vom nordindischen Meghalaya-Plateau führen unzugängliche Täler und Schluchten in die weiten Flächen Bangladeschs. In den Monsunmonaten schwellen die Gebirgsbäche in den Wäldern zu wilden Strömen an. Um diese überwinden zu können, bauten schon die indigenen Khasi- und Jaintia-Völker ihre Brücken aus den lebenden Luftwurzeln des Gummibaums Ficus elastica. »Solche stabilen Brücken aus ineinander verschlungenen Wurzeln können mehr als 50 m lang und mehrere Hundert Jahre alt werden«, so Ferdinand Ludwig, Professor für Green Technologies in Landscape Architecture an der Technischen Universität München (TUM). Gemeinsam mit Thomas Speck, Professor für Botanik an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg hat er 74 solcher lebenden Brücken analysiert. »In den Medien und auf Blogs sind die lebenden Meghalaya-Brücken schon viel besprochen worden, wissenschaftliche Untersuchungen gab es bislang allerdings wenige«, so Ludwig. »Außerdem war das Wissen um die alten Bautechniken bislang kaum schriftlich dokumentiert«, fügt Wilfrid Middleton von der Fakultät für Architektur an der TUM hinzu. Die Forscher führten Interviews mit den Brückenbauern und -bauerinnen, um den Herstellungsprozess besser zu verstehen. Und um einen Überblick über die komplexe Wurzelstruktur zu gewinnen, machten sie mehrere Tausend Fotos und generierten daraus 3-D-Modelle, ergänzt um die erstmalige Kartierung ebenjener Brücken.
»Üblicherweise beginnt der Bauprozess mit einer Pflanzung: Wer eine Brücke plant, pflanzt einen Setzling des Ficus elastica an einem Flussufer oder am Rand einer Schlucht ein. Zu einem bestimmten Zeitpunkt ihres Wachstums entwickelt die Pflanze Luftwurzeln«, so Speck. Die Luftwurzeln werden dann um eine Hilfskonstruktion aus Bambusstangen oder Palmenstämmen geschlungen und horizontal über den Fluss geleitet. Wenn die Wurzeln bis ans andere Ufer gewachsen sind, werden sie dort eingepflanzt. Sie entwickeln dann kleinere Tochterwurzeln, die ebenfalls an das Ufer gelenkt werden, wo sie wiederum eingepflanzt werden. Durch das stetige Pflanzenwachstum und verschiedene Schlingtechniken bilden die Wurzeln des Ficus elastica hochkomplexe Strukturen, die den Brücken eine große mechanische Stabilität verleihen.

Konstruktion aus Ficus elastica
© Technische Universität München

»Gewachsenes« Bauwerk am Meghalaya-Plateau
© Technische Universität München

Eine wichtige Rolle spielen die Eigenschaften des Ficus elastica: »Die Wurzeln reagieren auf mechanische Belastungen mit einem sekundären Wurzelwachstum. Außerdem sind die Luftwurzeln zu Verwachsungen fähig: Bei Verletzungen kommt es zur sogenannten Überwallung und Kallusbildung, ein Prozess, den man auch vom Wundverschluss bei Bäumen kennt. So können sich zum Beispiel zwei Wurzeln, die zusammengepresst werden, miteinander verbinden und verwachsen«, so Speck. Errichtet und instand gehalten werden die Brücken von Einzelpersonen, Familien oder eben mehreren Dorfgemeinschaften, die sie letztlich nutzen.

»Die lebenden Brücken sind also zum einen eine menschengemachte Technik, zum anderen aber auch eine ganz spezielle Form der Kultivierung einer Pflanze«, so Speck.
Bis eine lebende Brücke aus Ficus elastica fertig ist, vergehen Jahrzehnte, bisweilen sogar Jahrhunderte. Ludwig: »Die Brücken sind ein einmaliges Beispiel für vorausschauendes Bauen. Davon können wir viel lernen: Wir stehen heute vor Umweltproblemen, die nicht nur uns betreffen, sondern vor allem nachfolgende Generationen. Dieses Thema sollten wir angehen wie die Khasi.«

www.tum.de

BAUWERKSÜBERWACHUNG UND ERDBEBENSCHUTZ

mageba gmbh
Im Rinschenrott 3a
37079 Göttingen
info.de@mageba-group.com

BOLZENSCHWEISSGERÄTE

Köster & Co. GmbH
Spreeler Weg 32
58256 Ennepetal
Tel.: +49/23 33/83 06–0
Fax: +49/23 33/83 06–38
Mail: info@koeco.net
www.koeco.net

BRÜCKENAUSRÜSTUNGEN

Maurer SE
Frankfurter Ring 193
D-80807 München
Tel.: +498932394–0
Fax: +498932394–329
www.maurer.eu

BRÜCKENBAU

Maurer SE
Frankfurter Ring 193
D-80807 München
Tel.: +498932394–0
Fax: +498932394–329
www.maurer.eu

BRÜCKENLAGER

BT Bautechnik GmbH
Lemsahler Weg 23
D-22851 Norderstedt
Tel.: 040/52 98 33 90
Fax: 040/52 98 33 94
info@bt-bautechnik-gmbh.de
www.bt-bautechnik-gmbh.de

BRÜCKENLAGER UND FAHRBAHNÜBERGÄNGE

mageba gmbh
Im Rinschenrott 3a
37079 Göttingen
info.de@mageba-group.com

BRÜCKENSANIERUNG

BT Bautechnik GmbH
Lemsahler Weg 23
D-22851 Norderstedt
Tel.: 040/52 98 33 90
Fax: 040/52 98 33 94
info@bt-bautechnik-gmbh.de
www.bt-bautechnik-gmbh.de

mageba gmbh
Im Rinschenrott 3a
37079 Göttingen
info.de@mageba-group.com

FAHRBAHNÜBERGÄNGE

Jannasch GmbH + Co. KG
Albstraße 15
73765 Neuhausen
Tel: 07158/9060-0
Fax: 07158/9060-26
info@jannasch-gmbh.de
www.jannasch-gmbh.de

Maurer SE
Frankfurter Ring 193
D-80807 München
Tel.: +498932394–0
Fax: +498932394–329
www.maurer.eu

KOPFBOLZEN

Köster & Co. GmbH
Spreeler Weg 32
58256 Ennepetal
Tel.: +49/23 33/83 06–0
Fax: +49/23 33/83 06–38
Mail: info@koeco.net
www.koeco.net

INJEKTIONSTECHNIK

DESOI GmbH
Gewerbestraße 16
D-36148 Kalbach
Tel.: +49 66 55/96 36–0
Fax: +49 66 55/96 36–6666
E-Mail: info@desoi.de
www.desoi.de

LÄRMSCHUTZWÄNDE

KOHLHAUER

R. Kohlhauer GmbH
Draisstr. 2
76571 Gaggenau
Tel.: 0 72 25/97 57–0
Fax: 0 72 25/97 57–26
E-Mail: info@kohlhauer.com
www.kohlhauer.com

NICHTROSTENDE BEWEHRUNG

SWISS STEEL

Swiss Steel AG
Emmenweidstrasse 90
CH-6020 Emmenbrücke
Tel.: +41 4 12 09 51 51
E-Mail: bauprodukte@swiss-steel.com
www.swiss-steel.com

PROJEKTRAUM FÜR DMS, PLAN- UND NACHTRAGSMANAGEMENT

EPLASS
a thinkproject company

EPLASS project collaboration GmbH
Schweinfurter Str. 11
97080 Würzburg
Tel.: 09 31/3 55 03–0
Fax: 09 31/3 55 03–7 00
E-Mail: contact@eplass.de
www.eplass.de

SCHWINGUNGSISOLIERUNG

getzner
engineering a quiet future

Getzner Werkstoffe GmbH
Herrenau 5
6706 Bürs, Österreich
Tel.: +435552 201 0
Fax: +435552 201 1899
E-Mail: info.buers@getzner.com
www.getzner.com

SCHWINGUNGSTILGER

KTI

Spezialist für Schwingungstilger
für Brücken / Decken / Bühnen
KTI Schwingungstechnik GmbH
Tel.: 02104–8025 75
Fax: 02104–8025 77
info@kti-trautmann.com
www.kti-trutmann.com

VERANSTALTUNGEN

VERLAGSGRUPPE WIEDERSPAHN
mit MixedMedia Konzepts

FLUGHAFENBAU
NATIONAL + INTERNATIONAL
BAU VON SPORTSTÄTTEN + STADIEN
BRÜCKENBAU
BAU VON PARK- + RASTANLAGEN

Biebricher Allee 11B
D-65187 Wiesbaden
Tel.: 06 11/84 65 15
Fax: 06 11/80 12 52
kontakt@verlagsgruppewiederspahn.de
www.verlagsgruppewiederspahn.de

VERANSTALTUNGEN

VERLAGSGRUPPE WIEDERSPAHN
mit MixedMedia Konzepts

EXKURSIONEN UND TOUREN
PLANUNG UND MODERATION VON FIRMENEVENTS

Biebricher Allee 11B
D-65187 Wiesbaden
Tel.: 06 11/84 65 15
Fax: 06 11/80 12 52
kontakt@verlagsgruppewiederspahn.de
www.verlagsgruppewiederspahn.de

VOGELEINFLUGSCHUTZ

TONI
Spezialist für Vogelabwehr

TONI Bird Control Solutions GmbH & Co. KG
Offenbacher Landstr. 74
D-60599 Frankfurt
Tel.: 0 69/48 00 97 79
Fax: 0 69/48 00 97 78
info@vogelabwehr.de
www.vogelabwehr.de

IHR EINTRAG INS BRANCHENREGISTER

BRANCHENREGISTER

... der informative Serviceteil im BRÜCKENBAU

Auf diesen Seiten könnte auch Ihr Eintrag im Branchenregister stehen. Die Stichwortüberschrift ist von Ihnen frei wählbar, wir benötigen lediglich Ihr Logo und die von Ihnen gewünschten Angaben zu Ihrem Unternehmen.

Ein Bestellformular mit Informationen finden Sie auf unserer Homepage unter www.zeitschrift-brueckenbau.de.

Für Fragen und weitere Informationen steht Ihnen gerne Frau Leitner zur Verfügung.

Mail: brueckenbau@verlagsgruppewiederspahn.de oder Tel.: 06 11/84 65 15

BRÜCKENBAU
ISSN 1867-643X
12. Jahrgang
Ausgabe 3 · 2020
www.zeitschrift-brueckenbau.de

Herausgeber und Chefredakteur
Dipl.-Ing. Michael Wiederspahn
mwiederspahn@verlagsgruppewiederspahn.de

Verlag
VERLAGSGRUPPE WIEDERSPAHN
mit MixedMedia Konzepts
Biebricher Allee 11 b
D-65187 Wiesbaden
Tel.: +49 (0)6 11/84 65 15
Fax: +49 (0)6 11/80 12 52
www.verlagsgruppewiederspahn.de

Anzeigen
Ulla Leitner
Zur Zeit gilt die Anzeigenpreisliste vom Januar 2020.

Satz und Layout
Christina Neuner

Bilder Titel und Inhaltsverzeichnis
Verlängerung der Waalbrücke in Nijmegen
© Maurer SE

Druck
Schmidt printmedien GmbH
Haagweg 44, 65462 Ginsheim-Gustavsburg

Erscheinungsweise und Bezugspreise

Einzelheft:	14 Euro		
Doppelheft:	28 Euro		
Sonderpreis Tagungsband:	48 Euro		
Abonnement:	Inland	(4 Ausgaben)	56 Euro
	Ausland	(4 Ausgaben)	58 Euro

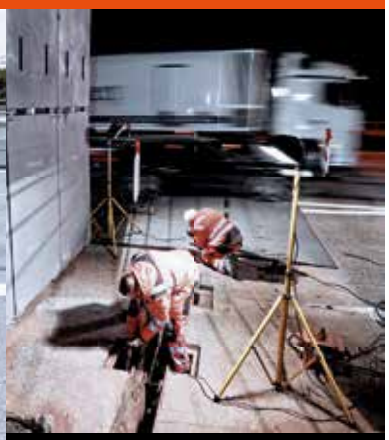
Der Bezugszeitraum eines Abonnement beträgt mindestens ein Jahr. Das Abonnement verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn nicht sechs Wochen vor Ablauf des berechneten Bezugszeitraums schriftlich gekündigt wird.

Copyright
Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.
Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder in eine von Maschinen verwendbare Sprache übertragen werden.
Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Verlags strafbar.

MAURER

MMBS – MAURER Modular Bridging System

EINFACH ÜBERBRÜCKEN



Anwendungsbereich:
Das innovative System zur temporären Überbrückung von Bauwerksspalten und Gräben bis zu einer Breite von 2,5 m.

Vorteile:
- Schneller Wechsel zwischen Bauarbeiten und Verkehrsfluss
- Einfacher Transport, schnelle Montage, flexibel und mehrfach einsetzbar
- Reduziert Baustellenkosten, verbessert Verkehrsfluss und spart Zeit
- Überfahrbar mit bis zu 70 km/h
- Gleicht thermische und dynamische Verformungen an Bauwerkspalten aus

Referenzen:
- A7 Hochstraße Elbmarsch, Hamburg
- A43 Talbrücke „Paradies", Wuppertal
- Donnersbergerbrücke, München
- Transport for London, London
- A3M Farlington, Portsmouth
- A2 Roundhill Tunnels, Folkestone
- A2 Jubilee Way, Dover
- M25 Dartford Approaches, Kent
- A64 Bishopsthorpe Bypass, York
- Intersection 4, Sharjah Airport, UAE

MAURER SE | Frankfurter Ring 193 | 80807 München
Telefon +49.89.323 94-0 | Fax +49.89.323 94-306 | www.maurer.eu

forces in motion