FFU Kunstholz – Querschnittsoptimierung Brückenholz und Weichenschwelle

Die TU München führte im August 2015 positive Untersuchungen an FFU Kunstholzschwellen zur Ableitung eines Momentes von 30,84 kNm in Schwellenmitte durch. Der minimale Querschnitt betrug hierbei b/h = 20/16 cm in Schwellenmitte.
Im Frühjahr 2015 erstellte Prof. Freudenstein eine positive fachtechnische Stellungnahme für Weichenschwellen aus FFU Kunstholz mit einer Bauhöhe von 14 cm.

Dipl.-Ing. Dr. techn. Günther Koller
Managing director
koocoo technology & consulting GmbH, Vienna (Austria)
office@koocoo.eu

VORGABE [1]

Im Frühjahr 2015 vereinbarten Vertreter der Deutschen Bahn AG, des EBA, der TU München und von Sekisui, dass Untersuchungen durch die TU München erfolgen sollen, in welchen der geringste Querschnitt der Kunstholzschwelle in Schwellenmitte getestet wird. Hierbei war der Leitgedanke, den technischen Nachweis für den möglichen Einbau von FFU Brückenhölzern mit optimiertem Querschnitt an 95 % aller Eisenbahnbrücken der DB AG zu erbringen. Es musste eine Exzentrizität zwischen Achse Auflager Brückenlängsträger und Achse Schiene von 225 mm bzw. 250 mm bestanden werden.

Der Leitgedanke für diese Untersuchung war die Zufriedenheit des Kunden mit der Technologie und der Wunsch des Produzenten, die technische Qualität soweit zu optimieren, dass diese technisch und wirtschaftlich die beste Lösung für den Kunden ermöglicht. Wirtschaftlich aus dem Grund, da FFU Kunstholz je Kubikmeter vom Kunden eingekauft wird, dies bereits inklusive aller Anarbeitungen wie zum Beispiel Überhöhungen oder Auskerbungen.

Der von der TU München positiv getestete Querschnitt ermöglicht es den Kunden jetzt die gleiche technische Zuverlässigkeit beim Brückenholz mit Einsparungen bei der Investition von bis zu mehreren zig Prozenten umzusetzen.

DURCHFÜHRUNG PRÜFUNG

Das Prüfamt für Verkehrswegebau der TU München führte im August 2015 Untersuchungen an FFU (Fibre Reinforced Foamed Urethane) Kunstholzbrückenschwellen mit spezieller Geometrie wie folgt durch:

a) statische Abscherversuche an Kleinproben
b) Dauerschwingversuch an einer ganzen Schwelle mit Realaufbau
c) statische Abscherversuche an der für den Dauerschwingversuch verwendeten Schwelle

VERSUCHSMATERIAL

Fünf verklebte Kleinprobekörper (l/b/h = 120/200/80 mm) wurden für die Abscherversuche verwendet. Die fünf Probekörper wurden, nach Angabe von Sekisui, durch die Verbindung zweier FFU 74 Platten (l/b/h = 120/200/40 mm) mit Epoxidharz, der Anpressung mittels Schraubzwingen und dem kontrollierten Aushärten der Verbindung in einer Wärmekammer hergestellt.

Des Weiteren wurden 6 Brückenhölzer aus FFU Kunstholz mit Spezialquerschnitt geliefert, die mit den Bezeichnungen 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 2-1 sowie 2-2 versehen waren und folgende Abmessungen (Tabelle 1)aufwiesen.

Außerdem stellte Sekisui 12 Elastomere (l/b/h = 460/240/20 mm), 12 Schienenbefestigungssysteme vom Typ KS und 2 Doppel-T-Träger aus Stahl mit verstärkten Stirnseiten (l/b/h = 500/460/515 mm) sowie 2 Hakenbleche zur Herstellung des Realaufbaus zur Verfügung.

VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

STATISCHE ABSCHERVERSUCHE AN KLEINPROBEN

Mittels der Abscherversuche sollte der Nachweis der Ableitung horizontaler Kräfte im Bereich des Flansches des Brückenlängsträgers und des Brückenholzes geführt werden. Zu diesem Zweck erfolgte die Festlegung der Belastung von drei Prüflingen mit einer Last von 60 kN.

Über den geforderten Prüfumfang hinaus, erfolgte der Abscherversuch an allen fünf gelieferten Proben gemäß der Anforderung. Zur Verhinderung des Kippens der Probekörper während des Abscherversuchs wurden diese seitlich geführt, wobei die Führung der abzuscherenden Plattenseite mit einer

TABELLE 1: Abmessungen der gelieferten Schwellen

FFU Brückenholz	Länge [mm]	Breite [mm]	Höhe [mm]		
			Erhöhungen	Auflagerbereich	Schwellenmitte
1-1, 1-2	2600	200	200	165	160
2-1, 2-2	2600	200	200	165	180

Teflonschicht versehen war, um eine erhöhte Reibung und einen daraus resultierenden Widerstand zu verhindern.

Da bei der geforderten Belastung der Kleinprobekörper keine Relativverschiebung festgestellt werden konnte, wurde die Last an allen Proben bis auf 140 kN gesteigert, wobei auch hier kein Versagen der Verbindung eintrat. Somit wurde die Anforderung des EBA bzw. der DB AG erfüllt.

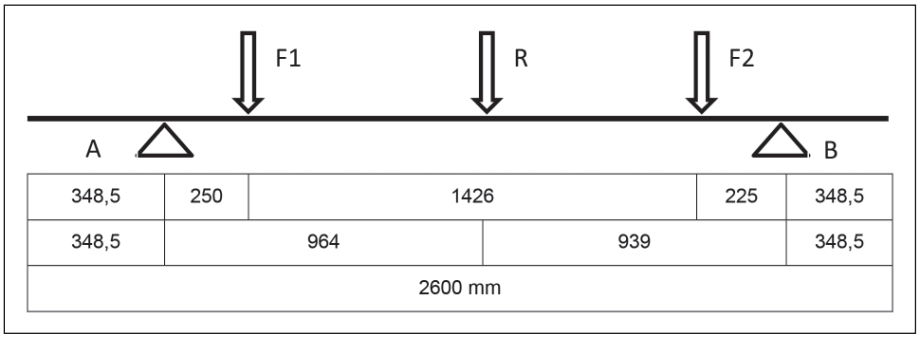

BILD 1: Gewählte Systemvereinfachung

Schnitt-kräfte	Lastphase 1	2	3
F1, F2 [kN]	75,0	100,0	125,0
R [kN]	150,0	200,0	250,0
A [kN]	74,01	98,69	123,36
B [kN]	75,99	101,31	126,64
MF1 [kNm]	18,50	24,67	30,84
MR [kNm]	17,80	23,73	29,67
MF2 [kNm]	17,10	22,80	28,49

TABELLE 2: Einwirkungen und resultierende Biegemomente

Oberlast [kN]	Schwingweite [mm]	bleibende Verformung [mm]
150	1,5	0,0
200	1,5	0,0
250	2,5	0,0

TABELLE 3: Schwingweiten und bleibende Verformungen der Schwelle 1-2 in der Symmetrieachse der Lasteinleitungen

DAUERSCHWINGVERSUCH AN BRÜCKENHOLZ MIT REALAUFBAU

Die Durchführung des Dauerschwingversuchs erfolgte am Brückenholz 1-2, welches eine Höhe von 160 mm im Bereich zwischen den beiden Auflagern aufwies. Entsprechend der realen Einbausituation wurde die Schwelle auf zwei Stahlträgern, unter Einbringung zweier Elastomere in den Auflagerbereichen platziert und mittels der Hakenbleche gegen Abheben der Schwellenenden gesichert. Über zwei kurze Schienenstücke 60E1, montiert auf den auf der Schwelle fixierten Schienenbefestigungssystemen KS, erfolgte die Einleitung der dynamischen Belastung. Aufgrund der Position der Lasteinleitung ergaben sich die Exzentrizitäten der Schienenauflager zu e_{li} = 250 mm sowie zu e_{re} = 225 mm.

In drei Lastphasen, mit je 1 Mio. Lastwechseln wurde die ganze Schwelle bei einer Frequenz von ca. 2,5 Hz mit den Oberlasten von 150 kN, 200 kN und 250 kN beaufschlagt, wobei die Unterlast in jeder der drei Phasen 50 kN betrug. Aufgrund der asymmetrischen Lasteinleitung ergaben sich die Auflagerkräfte und die daraus resultierenden Biegemomente, unter Ansatz der nachfolgend dargestellten Systemvereinfachung, wie folgt (Bild 1).

Während des Dauerschwingversuches bzw. nach Abschluss jeder Lastphase erfolgte die Erfassung der Schwingweiten der Schwelle in der Symmetrieachse der Lasteinleitungen sowie der bleibenden Verformungen, welche der Tabelle 3 entnommen werden können.

Bei augenscheinlicher Untersuchung der Schwelle nach dem Dauerschwingversuch konnten keine Schädigungen festgestellt werden.

STATISCHE ABSCHERVERSUCHE AN DER FÜR DEN DAUERSCHWINGVERSUCH VERWENDETEN SCHWELLE

Zur Absicherung der Versuchsergebnisse der an den Kleinproben ermittelten Abscherwiderstände wurde der Nachweis der Ableitung der horizontalen Kräfte zusätzlich an der im Dauerschwingversuch verwendeten ganzen Schwelle durchgeführt.

Zu diesem Zweck erfolgte die Fixierung der Schwelle gegen Abheben sowie gegen laterale Verschiebung, während eine Zugkraft in die Erhöhung am Schwellenende eingeleitet wurde

Dieser Versuch wurde an beiden Schwellenenden, mit dem Ergebnis der erforderlichen Kräfte zur Abscherung von 103,3 kN für das rechte (e_{re} = 225 mm) und 75,6 kN für das linke Schwellenende (e_{li} = 250 mm) abgeschlossen. Bei visueller Begutachtung der Scherflächen war eher ein Versagen des Materials, als eines der Klebeverbindung ursächlich. Aufgrund der Erreichung oben aufgeführter Lasten waren die Anforderung des EBA bzw. der DB erfüllt.

Somit lieferten sämtliche Tests positive Ergebnisse, weshalb die Prüfungen der FFU Brückenhölzer aus FFU Kunstholz mit Spezialquerschnitt bzw. der Kleinproben gemäß den Vorgaben des EBA bzw. der DB AG positiv bestanden wurden.

FACHTECHNISCHE STELLUNGNAHME WEICHENSCHWELLE BAUHÖHE 14 CM [2]

Es sollte auf theoretischer Grundlage überprüft werden, ob aus bereits durchgeführten Untersuchungen an Gleisschwellen aus FFU Kunstholz für Weichenschwellen aus identischem Material jedoch abweichenden Schwellenhöhen eine Ableitung vorgenommen werden kann, dass bei einer Bauhöhe von 14 cm für die Weichenschwellen die Anforderungen erfüllt werden, welche im Vorfeld bereits an Gleisschwellen mit abweichender Bauhöhe im Rahmen von Versuchen der TU München positiv bestätigt wurden. Am Prüfamt für Verkehrswegebau der TU München wurden folgende Untersuchungen an FFU Kunstholzschwellen mit Bauhöhen 100 mm, 120 mm und 160 mm durchgeführt:

- → Verhalten der Schwelle unter Einwirkung vertikaler und horizontaler Lasten im Scherenhebelschwingversuch. Auflagerung im Schotterbett in Anlehnung an die DIN EN 13481-3
- → Statische und dynamische Prüfungen in Anlehnung an die DIN EN 13230-2
- → Ausziehversuche an Schwellenschrauben gemäß DIN EN 13481-2

Sowohl der Nachweis in Schwellenmitte (negative Biegeprüfung) als auch der Ermüdungsprüfung unter dem Schienenauflager (positive Biegeprüfung) erfolgte positiv. »

BILD 2: Versuchsaufbau Test Brückenholz aus FFU Kunstholz

10 JAHRE WEICHEN- UND BRÜCKENSCHWELLEN AUS FFU KUNSTHOLZ IN EUROPA

Seit 1985 ist FFU in Japan ein Standardprodukt der Eisenbahn. Dies vor allem im Bereich von Weichenanlagen und Brückentragwerken. In Australien, China, Indonesien, Singapur, Taiwan und den USA wurden und werden laufend Brücken und Weichen ausgerüstet.

In Europa erfolgte der erste Einsatz im Jahr 2004 an einer Brücke der Wiener Linien in Wien. Im Jahr 2008 baute der Chempark Leverkusen die erste Weiche mit dieser Technologie in Deutschland ein und in Serbien wurden die ersten 10 Brückenhölzer zur Betriebserprobung verbaut. Die Deutsche Bahn verwendete FFU erstmals 2011 an einer Stahlbrücke in Vilsbiburg. ProRail installierte 3 Brückentragwerke in Holland in 2012. Im selben Jahr wurde auch eine Weiche in St. Petersburg in Russland verbaut. In 2014 setzte MAV in Ungarn, die BLS und die RhB in der Schweiz und Network Rail in England die Kunstholzschwelle ein. 2015 wurden die ersten Projekte der SOB und SBB in der Schweiz, von Infrabel in Belgien und der Tisseo in Frankreich mit FFU ausgeführt.

BILD 3: Weiche in Fester Fahrbahn | Toulouse | Frankreich

ÖSTERREICH

Wie weiter oben bereits angeführt, war im Jahre 2004 das erste Projekt in Europa die Zollamtsbrücke der Wiener Linien in Wien über den Wienfluss. Die Entscheidung für dieses Projekt erfolgte auf einer Gesamtkostenbetrachtung unter Berücksichtigung der Lebensdauer der zum Einsatz kommenden Schwellen. Bis 2004 hat die Statistik der Wiener Linien gezeigt, dass die eingesetzten Holzschwellen im Durchschnitt eine Lebenserwartung von 15 bis 20 Jahren hatten. Dies bedeutet, dass alle 15 bis 20 Jahre eine komplette Sperre der Linie U4 für einen Zeitraum von mehreren Wochen für den Umbau des Oberbaues Brücke erforderlich war. Die U4 ist eine der bestfrequentierten U-Bahnlinien in Wien. Die Fahrgäste sind im Zeitraum des Umbaus mit Ersatzfahrzeugen zu transportieren. Zusätzlich hat der Wiener Bürgermeister seine Zustimmung zu dieser Baumaßnahme zu geben. Die durch Untersuchungen des Railway Technical Research Institutes von Japan aufgezeigte Lebenserwartung für FFU Kunstholz von 50 Jahren, die Bearbeitbarkeit, die Trinkwasserechtheit als auch der wesentlich reduzierte Unterhaltsaufwand zeigten eine positive Lebenszykluskosten Analyse und gaben somit den Weg für den erstmaligen Einsatz von FFU in Europa frei. Seit damals haben die Wiener Linien alle Brücken auf denen Holzschwellen eingesetzt waren mit FFU ersetzt. In 2013 haben sie 78 Weichen mit FFU Kunstholz im Schotterbett erneuert. Seit 2008 wechseln sie laufend Polyurethanschwellen, die in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts eingebaut wurden, durch neue FFU Schwellen aus. Dies vor allem im Bereich von schweren oder leichten Massefedersystemen sowohl im Tunnel als auch im Freien. Wenn der Austausch dieser Schwellen in den nächsten 10 Jahren abgeschlossen ist, so bedeutet dies, dass die Wiener Linien voraussichtlich erst wieder 2054 oder auch erst später Bedarf an neuen FFU Schwellen haben werden.

Im Jahre 2005 erfolgte der erstmalige Einsatz von FFU auf einer Brücke der Österreichischen Bundesbahnen, die im Bereich Holzschwellen sehr hohen Unterhaltsaufwand zeigte. Die Holzschwellen waren teilweise mehrmals je Jahr zu wechseln und die Schwellenschrauben laufend nachzuziehen.

BILD 4: Klappbrücke mit beigen FFU Kunstholz | Dudzele | Belgien

Nachdem Kunstholzschwellen eingebaut wurden, sind Schwellenwechsel und Nachziehen der Schwellenschrauben nicht mehr erforderlich. Bis heute hat die ÖBB viele Brücken in Österreich und eine Doppelte Kreuzungsweiche im Bereich Hauptbahnhof Wien mit FFU ausgerüstet. Im Jahre 2008 haben sie auch Fahrbahnübergänge für Güterwege, die vorher in Holz ausgeführt wurden, aus FFU konstruiert.

DEUTSCHLAND

Nachdem im Chempark Leverkusen im Jahre 2008 die erste Weiche mit FFU erstmalig in Deutschland eingebaut wurde baute auch die Hamburger Hochbahn im Jahre 2010 die erste Weiche auf Kunstholzschwellen ein. Der Münchner MVV baut im gleichen Jahr 5 Weichen mit dieser Technologie ein. Im Jahre 2011 erfolgte das erste Projekt der Deutschen Bahn. Hier wurden ein Stahltragwerk in Vilsbiburg und zwei Brücken mit Schotterfahrbahn mit FFU Schwellen ausgerüstet. Im Jahre 2012 wurden zwei Weichen mit 70.000 Lasttonnen je Tag im Bahnhof Würzburg mit FFU eingebaut. In einem Gespräch mit dem verantwortlichen Bahnmitarbeiter für diese Weichen wurde die sehr gute Funktion auch nach 3 Jahren im Einsatz bestätigt. Es ist eine Freude eine solche Technologie zu haben. Leider haben nicht immer die Mitarbeiter, welche täglichen Kontakt mit dem Fahrbetrieb haben und verantwortlich für die Optimierung der Unterhaltskosten sind, die Entscheidungskraft am Beginn eines solchen Projektes. Aber vielleicht bringt es die Zeit mit sich, dass die Geldflussstruktur bei ihrer Verteilung die Gesamtkostenbetrachtung eines solchen Projektes ins Auge fasst und nicht nur wie heute üblich nach Investitionsbudgets und Erhaltungsbudgets, dies wohl weislich getrennt und voneinander unabhängig, Investitionen/Neuanschaffungen tätigt. Bis 2015 hat die Deutsche Bahn viele weitere Stahltragwerke, einige Weichen und auch Brücken mit Schotterfahrbahn mit FFU ausgerüstet. Im Sommer 2015 wurden in Landshut ca. 650 Stück querschnittoptimierte Brückenhölzer aus Kunstholz verbaut. Die Brückenhölzer wurden im Werk in Japan so vorbereitet, dass es keine weitere Anarbeitungen am Projekt gab. Natürlich waren die Nietenköpfe und die Bohrlöcher für die Rippenplatten und die Winkelbleche noch auf der Baustelle zu bohren. Diese Nutzung der Vorbereitung im Werk und der Optimierung des Querschnittes führten zu einem nur mehr marginalen Mehrpreis gegenüber angearbeiteten Brückenhölzern aus Holz. Hier ist die vielfache Liegezeit des Kunstholzes gegenüber den Holzschwellen noch gar nicht berücksichtigt.

SERBIEN

Im Jahre 2008 wurden 10 Schwellen mit den Abmessungen b/h/l = 30/30/330 cm auf der Brücke über die Sava in Belgrad eingebaut. Vorweg wurde die zimmermannsmäßige Bearbeitung von FFU getestet. Die Schwellen wurden über einen Zeitraum von 5 Jahren beobachtet um basierend auf diesem Feldversuch die endgültige Zulassung zu erteilen.

HOLLAND

Die ersten Gespräche für den Einsatz von Kunstholz auf den Gleisen von ProRail wur- »

SEKISUI

SEKISUI CHEMICAL GmbH
Cantadorstr.3
D-40211 Düsseldorf
TEL: +49-(0)211-36977-0
FAX: +49-(0)211-36977-31
E-Mail: ffu@sekisui.de
www.sekisui-bahntechnik.de

BILD 5: Brücke Zürichsee | Rapperswil | Schweiz

den im Jahr 2010 geführt. Im Jahre 2012 erfolgte der Einbau eines Testprojektes bestehend aus 3 Brücken mit offener Stahlstruktur. Die Schwellen auf der Auflagerbank wurden mit elastischem Material vergossen. Im Jahr 2014 erfolgte eine Untersuchung an Schwellen dieses Projektes. Aufgrund dieser konnte bei Dekra der Antrag auf Zulassung entsprechend der Vorgaben von ProRail für Kunststoffschwellen gestellt werden. Diese Zulassung wird mit Ende 2015, nach erfolgreichen Tests und einem Audit der Produktion in Japan, an Sekisui erteilt.

SCHWEIZ

Nachdem das Bundesamt für Verkehr im Januar 2014 die Zulassung zur Betriebserprobung von FFU erteilt hatte erfolgte die Umsetzung der ersten Projekte. Als erstes baute die BLS Netz AG (Bern – Lötschberg – Simplon) im Jahre 2014 eine Weiche im Bahnhof Frutigen, eine Doppelte Kreuzungsweiche im Bahnhof Bern Bümplitz Nord ein und rüstete eine Brücke in Solothurn mit FFU aus. Die RhB (Rhätische Bahn) setzte FFU mit 12 cm Bauhöhe auf einer Brücke in Tavanassa ein, ersetzte auf der Strecke Chur – Arosa beim Umbau der Grosstobelbrücke die Holzschwellen durch Kunstholzschwellen. Im Jahre 2015 baute die BLS 4 Weichen und eine Kreuzung in Goppenstein ein. Alle Bohrungen der Weichen für die BLS wurden laut Plan im Werk von SEKISUI in Japan gebohrt. Die RhB tauschte an zwei weiteren Brücken, eine bei Davos und eine bei Tavanassa, Holz durch FFU aus. Die Südostbahn – SOB verbaute im Juli 2015 FFU an ihrem ersten Brückenprojekt über den Zürichsee auf Höhe Rapperswil. Im Jahre 2016 plant die BLS den weiteren Einbau einer Kreuzung und von 4 Weichen in Goppenstein. Die SBB (Schweizerische Bundesbahn) wird im Sommer 2016 die erste Weiche auf einem Brückentragwerk mit FFU ausführen. Die SOB wird in 2016 eine weitere Brücke über den Zürichsee mit dieser Technologie ausrüsten.

GROSSBRITANNIEN

Network Rail verbaute Längshölzer und Querschwellen aus Kunstholz erstmals im September 2014 auf der Strecke Ashford nach Hastings an zwei Brückentragwerken. Die positive Lebenszykluskostenanalyse war eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Umsetzung dieses Projektes. Die Längshölzer hatten Abmessungen von b/h/l = 410/370/7500 mm und dies war zu diesem Zeitpunkt weltweit das erste Mal, dass eine solche Dimension als Brückenschwelle aus FFU eingesetzt wurde. Im November 2015 erfolgte der Einbau zweier weiterer Brücken in Kent wobei hier nur Längshölzer herzustellen waren auf welche die Befestigung direkt angebracht wurde. Die Projekte liegen in einem Bogen und erforderten Abmessungen größer 8 Meter Länge. Um die Überhöhung zu gewährleisten hatten die Längshölzer an jedem Ende unterschiedliche Höhen. Network Rail hat im Oktober 2015 die Zertifizierung von FFU Kunstholz für den Brückentyp Langholz mit Querholz erteilt.

UNGARN

Die MAV-Ungarische Eisenbahn baute im Sommer 2014 erstmalig FFU Kunstholzschwellen im Bereich von zwei Brücken und im Bereich von zwei Schienenauszugsvorrichtungen ein. Die Zulassung für den Einbau dieses Werkstoffes wurde im Jahre 2013 erteilt.

BILD 6: Langholz 40/40/745 | Ashford | Großbritannien

BELGIEN

In Dudzele in der Nähe von Brügge kam FFU auf einer Klappbrücke mit Bauhöhen ab 13 cm zum Einsatz. Das Novum war diesmal die Herausforderung der Bauhöhe, welche anfänglich mit 9 cm angedacht war und weiter die Farbe der Schwellen, welche in Beige, im gleichen Farbton wie die Stahlkonstruktion, auszuführen waren. Der Einbau erfolgte entsprechend Bauzeitplan.

FRANKREICH

Im Sommer 2015 führte Tisseo in Toulouse den Einbau von zwei Weichen auf FFU

aus. Die vorhandenen Weichenhölzer aus Holz, welche in einer Festen Fahrbahn eingebaut waren, wurden entfernt. Das Unternehmen Vossloh-Cogifer arbeitete die Weichenschwellen im Werk an und Colas Rail montierte das Gestänge der Weichen am Baustelleneinrichtungsgelände parallel zum Rückbau der alten Holzschwellen. Nachdem die Holzschwellen ausgebaut waren wurde die neue Weiche in 6 Teilen mit einem schweren Autokran eingehoben, mit Elastomer vergossen und termingerecht an den Betreiber übergeben. Dies erfolgte auf der Metro Linie A. Diese Metro wird führerlos und auf Gummirädern vollautomatisch betrieben.

ZUSAMMENFASSUNG

FFU Kunstholz wurde 1980 entwickelt und ist seit 1985 als Standardschwelle bei den Japanischen Eisenbahnen im Einsatz. 2004 wurde das erste Projekt in Europa mit FFU ausgerüstet. 2009 erteilte das EBA (Eisenbahn-Bundesamt) die Zulassung zur Betriebserprobung am Deutschen Infrastrukturnetz für FFU mit 16 cm Bauhöhe. In 2014 folgte die Zulassung durch das EBA und BAV (Schweiz) für die Kunstholzschwelle mit 12 cm Bauhöhe. 2015 erfolgte die positive Untersuchung der TU München für Weichenschwellen mit 14 cm Bauhöhe und Brückenhölzer aus FFU Kunstholz mit 16 cm Bauhöhe und 20 cm Querschnittsbreite in Schwellenmitte. Network Rail erteilte die Zertifizierung für den Einsatz dieser Technologie an Brücken mit Langhölzern und Querhölzern. ◀

Literatur

[1] Untersuchung an FFU Kunstholzbrückenschwellen mit spezieller Geometrie für Brückenprojekte der Deutschen Bahn AG. Forschungsbericht Nr. 3314 vom 30.9.2015, Technische Universität München, Lehrstuhl und Prüfamt für Verkehrswegebau, Univ. Prof. Dr.-Ing. S. Freudenstein,

[2] Fachtechnische Stellungnahme, Weichenschwellen aus FFU Kunstholz mit einer Bauhöhe von 14 cm. Prof. Dr.-Ing. Stefan Freudenstein, Dok.-Nr. 150320015004-GER, 20.3.2015

▶ SUMMARY

FFU synthetic wood – optimising the cross-sections of bridge beams and sleepers for switches and crossings

Synthetic wood made of fibre-reinforced foamed urethane (FFU) was developed in 1980 and, since 1985, has been the standard material used for sleepers carrying switches and crossings on the Japanese railways. It was in 2004 that the first European project was equipped with FFU. In 2009, the German Federal Railway Authority (EBA) granted approval for FFU with a height of 16 cm to be operationally tested on the German infrastructure network. In 2014, the EBA and the Swiss Federal Office of Transport (SFOT) authorised the use of sleepers made of synthetic wood with a height of 12 cm. This was followed in 2015 with the positive experimental results from Munich University of Technology regarding sleepers for switches and crossings with a height of 14 cm and for bridge beams in FFU synthetic wood with a height of 16 cm and a cross-sectional width of 20 cm in the middle of the sleeper. NetworkRail has also certified the use of this technology on bridges with longitudinal and transverse wooden beams.

NEUE AUSGABE 2016

EIK 2016

Das Fachkompendium für alle Eisenbahningenieure

Auf rund 400 Seiten bietet das jährliche Kompendium Handbuchwissen zu Technik und Management moderner Bahnen. Mit einem Überblick über die einschlägigen Hochschulen und einem Bezugsquellen-Verzeichnis zu Produkten und Dienstleistungen.

JETZT BESTELLEN UND ÜBER 20% SPAREN!*

PER E-MAIL: buch@dvvmedia.com
PER FAX: 040/23714-450 oder
PER TELEFON: 040/23714-440

*Sie zahlen nur EUR 32,90 statt EUR 42,– gültig bis zum 20.02.2016. (inkl. MwSt., zzgl. Versand)

DVV Media Group

www.eurailpress.de/eik

Eurailpress