Betriebserprobung von Brückenhölzern aus Kunstholz im Netz der DB AG

Im August 2011 baute die DB RegioNetz Infrastruktur GmbH, Südostbayernbahn, erstmalig FFU Kunstholz auf der Brücke über die Große Vils in ihrem Streckennetz ein.

Leonhard Asbeck
Clemens Bretschneider
Günther Koller
Christian Kubasch

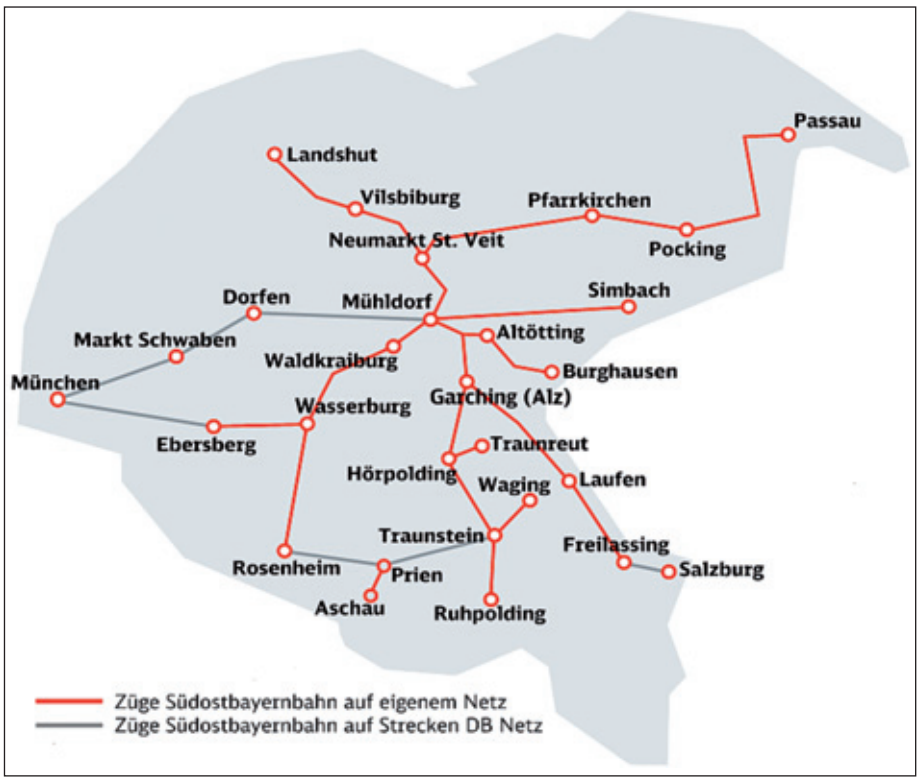

Abb. 1: Streckennetz der SOB

Die Südostbayernbahn

Die Südostbayernbahn (SOB) ist ein Unternehmen der Deutschen Bahn AG. Sie ist verantwortlich für den Betrieb sowie die Erhaltung und Unterhaltung eines Schienennetzes mit ca. 500 km Gleislänge in Bayern. Das Netz der SOB umfasst darüber hinaus 440 Brücken, mehr als 800 Durchlässe und 333 Weichen. Mit 700 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen erwirtschaftete die SOB im Jahre 2010 einen Umsatz von rund 100 Mio. EUR.

Revitalisierung Strecke 5720

Im Jahr 2011 führte die SOB an ihrer Strecke 5720 (Neumarkt Sankt Veit – Landshut Hbf) Umbauarbeiten von km 6,852 bis km 15,944 durch. Im Abschnitt zwischen Egglkofen und Vilsbiburg wurden die vorhandenen Holzschwellen – auf eine Länge von insgesamt fast 10 km – durch Betonschwellen ersetzt und die Gleisbettung gereinigt. Diese Maßnahme diente zur Sanierung des Streckenabschnittes, aber auch um die Geschwindigkeit von 100 auf 120 km/h anheben zu können.

Bei km 15,455 wird die „Große Vils" mit einem Brückentragwerk überquert. An diesem Tragwerk wurden im Zuge der Streckenrevitalisierung, erstmalig im Netz der DB, Brückenhölzer aus FFU (Fibre reinforced foamed Urethan) Kunstholz eingesetzt. Das Tragwerk der Brücke hat eine Länge von 64,2 m und enthält 108 Brückenhölzer. Die Brücke liegt in einer Geraden und teilweise in einem leichten Übergangsbogen, wodurch die eingesetzten Brückenbalken, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Gurtverstärkungen des Hauptträgers, Höhen zwischen 26 cm und 38 cm aufweisen.

Betriebserprobung von FFU Kunstholz

FFU Kunstholz wurde im Jahr 2009 vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) die Zulassung zur Betriebserprobung im Netz der DB erteilt. Nach Erarbeitung der Anwendererklärung für FFU und der vertiefenden Diskussion mit dem Technologiemanagement Fahrwegtechnik Oberbau (I.NVT 41) der DB Netz AG wurden gemeinsam mit Sekisui – dem Produzenten von FFU Kunstholz – mehrere Brückenprojekte im Netz der DB besichtigt. Ziel der DB Netz AG war es, hierbei ein Projekt auszuwählen, das für die Betriebserprobung dieser in Europa relativ neuen Technologie am besten geeignet ist. Das langfristige Verhalten von FFU im täglichen Bahnbetrieb soll beobachtet und in einem speziellen Lastenheft aufgezeichnet werden. Im Ergebnis des Auswahlverfahrens wurde die Brücke über den „Großen Vils" als Pilotvorhaben ausgewählt.

FFU Kunstholz bietet dem Kunden die Möglichkeit, bereits ab Werk, entsprechend genauester Vorgaben, millimeterexakt vorgefertigt werden zu können. Die wirtschaftliche Abwägung des Aufwandes für diese genaue Vermessung sowie für die damit einhergehenden umfangreichen Sicherungsmaßnahmen veranlasste die DB Netz AG, beim Pilotvorhaben das FFU Kunstholz als Rechteckprofil – ohne genaue Vorfertigung im Werk von Sekisui – zu bestellen. Die Entscheidung hierzu wurde durch das Wissen um die sehr guten und langjährigen Erfahrungen der DB bei der Anarbeitung von Brückenhölzern in ihrem Werk Oberbaustoffe Witten/Brückenschwellenfertigung Nürnberg unterstützt.

Anarbeitung FFU durch die DB

Sämtliche Schwellen für dieses Projekt wurden in Japan gefertigt, via Schiff nach Hamburg transportiert und von dort in das Werk Nürnberg der DB Netz AG geliefert. Das Werk in Nürnberg ist bereits mechanisch für die Bearbeitung von Brückenbalken aus Holz ausgerüstet. Hier werden jedes Jahr mehrere tausend Brückenbalken gelagert, bearbeitet und ausgeliefert. Für die Bearbeitung der FFU Kunsthölzer wurden die Werkzeuge der Anlagen wie Fräsköpfe und Bohrer auf die Materialqualität HSS angehoben. Dies diente dazu, die

Abb. 2: Spezialgehänge für das Einheben der FFU Brückenhölzer

Abb. 3: FFU Kunstholz/Naturholz als Brückenholz

Abb. 4: Ausfräsen der Nietenköpfe am Projekt aus FFU Kunstholz

Standzeiten der Werkzeuge zu maximieren, da der sehr hohe Glasfaseranteil von FFU abrasiver auf die Bearbeitungswerkzeuge wirkt als der Holzwerkstoff. Die Vorfertigung der FFU Kunsthölzer auf die Gegebenheiten der Baustelle erfolgte bereits im Werk Nürnberg nach den geometrischen Angaben der Vermesser. Die Abteilung Brückenschwellenfertigung war weiter für die Projektabwicklung und -koordination des Umbaus der Brückenhölzer vor Ort verantwortlich. Die Gesamtprojektkosten für den Umbau der Holzschwellen auf FFU Kunstholzschwellen erfordert im Vergleich zum Einsatz von Brückenbalken aus Holz eine Mehrinvestition von nur 20 bis 25 %, dies jedoch bei einer zu erwartenden zwei- bis vierfachen Liegedauer von FFU Kunstholz. Ebenso ist FFU Kunstholz frei von jeglichen negativen Umweltauswirkungen, was im Zuge des Verfahrens für die Betriebserprobung dem EBA nachzuweisen war. Somit bietet FFU Kunstholz für die umweltverantwortlichen Betreiber von Bahnstrecken nach dem Auslaufen der Verwendung von teerölgetränkten Holzschwellen eine sehr gute Alternative.

Einbau Brückenhölzer am Projekt

Nach dem Rückbau der Schiene am Brückenobjekt erfolgten der Austausch der alten Brückenbalken aus Holz und der Einbau der neuen FFU Kunsthölzer. Ein Zweiwege-Bagger baute in Abschnitten von fünf bis zehn Brückenhölzern die alten Balken aus und legte die neuen FFU Kunsthölzer zur Anpassung in diese Baulücken. Die FFU Kunsthölzer waren eindeutig nummeriert, so dass jedes Brückenholz an die richtige Stelle gesetzt wurde. Anschließend wurden die Nietenköpfe des Stahlträgers an dieser Stelle auf eine Plastikfolie übertragen. An die FFU Kunsthölzer, die mit der Unterseite nach oben am Einbauort lagen, wurde das Nietenbild übertragen, angekörnt und mit einem 50 mm Bohrwerkzeug der Raum für den Nietenkopf in der FFU Kunstholzschwelle ausgefräst. Anschließend wird das so an die örtliche Situation angepasste Brückenholz lagerichtig aufgelegt und die satte Auflage des Brückenholzes mittels Holzvorschlaghammer überprüft. So erfolgte der Austausch sämtlicher Brückenhölzer in einer Art „Pilgerschritt".

Im nächsten Schritt wurden die Befestigungen der Brückenhölzer gegen das Abheben vor Ort sowohl im Balkenschuh als auch im FFU Kunstholz neu gebohrt. Somit konnten die unterschiedlichen Gurthöhen des Brückenlängsträgers absolut korrekt berücksichtigt werden. Nachdem alle Befestigungen angebracht waren, erfolgt eine abschließende optische Kontrolle hinsichtlich der Linienführung, die sich über die Rippenplatten erkennen lässt. Nun wurde die Lage der Brückenhölzer für den Einbau

der Schienen freigegeben. Abschließend wurde die Abdeckung der Brücke aus GFK-Gitterrosten zugeschnitten, verlegt und mit den Brückenhölzern verschraubt.
Wie bereits erwähnt, erfolgte der Einbau der FFU Kunsthölzer auf Basis der Zulassung des EBA zur Betriebserprobung im Netz der Deutschen Bahn aus dem Jahr 2009. Dieser erstmalige Einsatz von FFU Kunstholz als Brückenbalken wurde mit hohem Interesse von den verantwortlichen Mitarbeitern des EBA vor Ort begleitet.

Entwicklung und Einsatz von FFU

Eslon Neo Lumber FFU wurde im Jahre 1978 von Sekisui entwickelt. FFU ist ein Werkstoff, der die gleichen positiven Materialeigenschaften für den Einsatz, die einfache Handhabung und Verarbeitung im Gleisbau wie Naturholz zeigt. Er hat annähernd das gleiche spezifische Gewicht wie Naturholz, jedoch gegenüber diesem eine wesentlich höhere Lebenserwartung und Witterungsbeständigkeit. Die Haltbarkeit wurde auf Grund von 100 Millionen Lastwechseln an einer 15 Jahre alten, im täglichen Einsatz gewesenen FFU Kunstholzschwelle vom RTRI (Railway Technical Research Institut) mit mehr als 50 Jahren hochgerechnet.
Seit 1985 ist FFU in Japan ein Standardprodukt der Eisenbahn; dies vor allem im Bereich von hochbeanspruchten Weichenanlagen, Brückentragwerken und in bevorzugten Stationsbereichen. In Europa erfolgte der erste Einsatz im Jahr 2004 in Österreich. Im Jahr 2008 baute der Chempark Leverkusen die erste Weiche mit FFU Kunstholzschwellen in Deutschland ein. Seitdem haben die Hamburger Hochbahn und der Münchner Verkehrsverbund MVV Weichen mit FFU eingebaut. Im Jahr 2010 haben die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) im Bereich des neuen Hauptbahnhofs in Wien eine Doppelte Kreuzungsweiche mit FFU Kunstholzschwellen eingebaut.
Seit dem Jahr 1985 sind insgesamt schon mehr als 1100 km Gleis mit FFU Kunstholzschwellen ausgerüstet worden. So wurden an der Strecke Tokyo – Osaka der Shinkansen-Linie sämtliche Weichen und Strahlbrücken mit FFU Kunstholzschwellen ausgerüstet. Die Zuggeschwindigkeit beträgt hier 300 km/h; alle drei bis fünf Minuten geht ein Shinkansen auf die Strecke. Die erforderliche Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des Gleiskörpers wie auch das sehr hohe Transportvolumen und die große Zugdichte veranlassten die private japanische Eisenbahn zum Einsatz und zur Verwendung von hochwertigen und langlebigen Materialien. Das Transportvolumen der Schiene im japanischen Personenverkehr beträgt ca. 80 % des gesamten europäischen Transportvolumens im Personenverkehr. Diese Verkehrsleistung wird jedoch auf einem Netz erbracht, welches ca. 10 % des europäischen Streckennetzes entspricht.

Abb. 5: Nacharbeiten Nietenköpfe FFU Kunstholz

Der Produktionsprozess

FFU Kunstholz wird nach dem Pultrusions- oder auch Strangziehverfahren im Zuge einer strengen Qualitätssicherung entsprechend ISO-Zertifizierung hergestellt. Endlose richtungsorientierte Glasfaserstränge werden durch eine Rollenstrangpresse gezogen, mit Polyurethan vergossen und bei erhöhter Temperatur zu einem sehr hochwertigen geschlossenporigem Werkstoff ausgehärtet.
So können auf Wunsch der Auftraggeber u. a. Bahnschwellen und Brückenhölzer aus

Abb. 6: Befestigung FFU Brückenholz am Brückenlängsträger

Abb. 7: Fertiggestellte Brücke mit FFU Brückenholz und Schienen

FFU Kunstholz in Millimetergenauigkeit bereits im Werk formgenau vorproduziert werden. Die ÖBB haben diese Möglichkeit im Jahr 2009 genutzt, um bei Brückentragwerken die Sollgradiente durch im Werk exakt millimetergenau vorgefertigte FFU Kunsthölzer rasch und kostengünstig wiederherstellen zu können. Jedes Brückenholz hatte dabei eine andere Höhe. Somit konnte die Dauerverformung des Längsträgers der Brücke ausgeglichen und die optimale Gleislage hergestellt werden.

Bearbeitung der Kunstholzschwellen

Die Herstellung von Bohrlöchern für die Verankerung der Schienenbefestigung, das Schneiden von FFU Kunstholz, das Aus-/Abfräsen und das Stemmen erfolgen analog zum Holzwerkstoff mit handelsüblichen Werkzeugen in der gleichen Art und Weise. Insbesondere der Einsatz von Widea-Werkzeugen bzw. Werkzeugen für die Metallbearbeitung hat sich bewährt. Die Praxis zeigt jedoch auch, dass die erfahrenen Mitarbeiter von Bauunternehmen manchmal Motorsägen zum Bearbeiten von FFU analog zur Bearbeitung Naturholz einsetzen. Bei dieser Art der Bearbeitung muss allerdings ein sehr hoher Materialverschleiß der „Sägekette" in Kauf genommen werden.

Erfahrungen, Vorteile und Nutzen

Gegenüber dem natürlichen Baustoff Holz liegt hier ein industriell gefertigtes Kunstholz vor, das entsprechend genauer Vorgaben angefertigt wird und mit wenigen Millimetern Fertigungstoleranz in der bestellten Form zur Auslieferung gelangt. Das Bauteil bleibt auch nach seinem Einbau „formstabil". Es liegt satt und annähernd vollflächig auf den Gurten von Stahlträgern auf und bewahrt seine homogene Struktur. Die Formstabilität ermöglicht bei offenen Stahltragwerken den raschen und sofortigen Einbau der Kunstholzschwelle vor Ort. Im Bereich von Bögen ist der Einbau der im Werk maßgenau und eindeutig bezeichneten FFU Kunstholzschwellen sehr schnell und professionell gegeben. Das Gewicht entspricht dem von Holz (FFU 74: 740 kg/m³) und gewährt einen einfachen Transport auf der Baustelle. Vor allem bei seit vielen Jahrzehnten bewährten Stahltragwerken bietet es oft statische Vorteile, da der Verlauf der lastableitenden Struktur (Glasfaserbündelung) eindeutig und homogen vorhanden ist und sich das Gewicht nicht verändert. Darüber hinaus ist das Material auch frei von Chemikalien, da es nur aus Polyurethan und endlosen Glasfasern besteht. Der Kontakt mit Fetten und Chemikalien, die bei den Bahnen im Einsatz sind, führt zu keinen Veränderungen der Eigenschaften bzw. Schäden am Material.
Im Bereich von Schotterfahrbahnen kommt es zu einer Verzahnung an der Unterseite der FFU Schwellen analog den Holzschwellen.
Die einfache Reparatur sowie die Verwendung von herkömmlichen Schneide- und Bohrwerkzeugen gehen einher mit den handwerklichen Erfahrungen von Holzarbeiten. Die gute Lastableitung sowie der gute langfristige Verbund zwischen Schwellenschrauben und Kunstholz, der hohe Verwitterungswiderstand und die immer geschlossene Struktur zeigten in der Praxis, dass sich der Aufwand für Unterhaltsarbeiten und der damit verbundene Kostenaufwand der Bahnbetreiber für die Erhaltung wesentlich minimieren lässt.

Life Cycle Cost-Untersuchungen der TU Graz

Im Jahr 2008 führte die TU Graz im Auftrag der ÖBB eine Life Cycle Cost-Analyse[1] (LCC-Analyse) für FFU Kunstholz als Brückenhölzer auf offenen Stahlbrücken im Vergleich zum Einsatz von Naturholzschwellen durch. Diese Analyse wurde von der TU Graz im Jahre 2009 hinsichtlich wichtiger Eingangsparameter variiert. So wurde der spezifische Arbeitsbedarf beim Einsatz von FFU Kunstholzschwellen im Bereich Bogen um 20 % reduziert, um den Vorteil gegenüber dem Einsatz von Holz-

Neuerscheinung

Technische Daten:
ISBN 978-3-7771-0423-2,
Format 148 x 215 mm,
Broschur, 368 Seiten
Preis: € 40,50 inkl. MwSt.
zzgl. Versandkosten
Kontakt:
DVV Media Group GmbH | Eurailpress
Telefon: +49 40/2 37 14-440
Fax: +49 40/2 37 14-450
E-Mail: buch@dvvmedia.com

Herausgeber: Verband Deutscher Eisenbahn-Ingenieure e.V. (VDEI)

EIK – Eisenbahn Ingenieur Kalender 2012

Jahrbuch für Schienenverkehr & Technik

Der EISENBAHN INGENIEUR KALENDER (EIK) vermittelt auch in der neuesten Auflage wieder Handbuchwissen zu Technik und Management moderner Bahnen.

Aktuelle Themen aus wichtigen Bereichen, wie z.B. Bahnanlagen + Instandhaltung, Fahrzeuge + Instandhaltung, IT-Technologie + Systeme, Projekt- + Baumanagement, Arbeitsschutz + Umwelt oder Forschung + Entwicklung werden in ausführlichen Darstellungen und Fachbeiträgen behandelt.

DVV Media Group

Bestellen Sie Ihr Exemplar unter www.eurailpress.de/eik12
Hier finden Sie auch eine Leseprobe.

Eurailpress

Bogen – 240 Brückenhölzer	Lohnniveau			
ikalk, real = 3 %	110 %	100 %	90 %	80 %
1 zu entfallender Wechsel	+29	+21	+13	+5
2 zu entfallende Wechsel	+85	+73	+61	+49

Tab. 1: Kritischer Materialpreis bei unterschiedlichen Lohnniveaus (+ Profit, – Verlust gegenüber Einsatz von Brückenhölzern aus Holz)

schwellen bei komplexen Randbedingungen abzubilden. Der kritische Preis bei unterschiedlichen Lohnniveaus wurde hierbei für eine Restnutzungsdauer der Tragwerke von mehr als 15 Jahren bzw. mehr als 30 Jahren bestimmt. Dies vor dem Hintergrund, da als Eingangsparameter die durchschnittliche praktische Lebensdauer der Brückenhölzer aus Naturholz mit 15 Jahren definiert wurde. Der kalkulatorische Zinssatz wurde auf Grund der extrem langen Lebenserwartung von FFU Kunstholz mit mehr als 50 Jahren prognostiziert und im Zuge einer Sensitivitätsanalyse mit real 3 % über der Inflationsrate berücksichtigt. Jetzt konnten die kritischen Preise der Brückenhölzer aus FFU Kunstholz für verschiedene Lohnniveaus so berechnet werden, dass sich die Wirtschaftlichkeit bei einem (nach 15 Jahren) bzw. zwei (nach 30 Jahren) verhinderten Wechseln konventioneller Brückenhölzer ergibt. Das hierbei berücksichtigte Preisniveau von FFU Kunstholz entspricht einer Bestellmenge von mehr als 20 m^3. Das österreichische Lohnniveau wird in dieser Kalkulation mit 100 % festgelegt.

Das Ergebnis wird in Tab. 1 abgebildet; es zeigt, dass der Einsatz von FFU Kunstholz für den verantwortlichen Instandhalter der Strecke jeweils um den – in Abhängigkeit von Lohnniveau und eingespartem Wechsel konventioneller Brückenhölzer – gekennzeichneten Werten wirtschaftlicher ist als der Einbau konventioneller Brückenhölzer.

Zusammenfassend stellt Univ.-Prof. Veit von der TU Graz das Ergebnis der LCC-Analyse wie folgt dar:

- Beim Ansatz des kalkulatorischen Zinssatzes von 3 % real wird ein Einsatz als Standardlösung beim österreichischen Lohnniveau möglich.
- FFU Kunstholzbrückenhölzer weisen bei technisch anspruchsvollen Randbedingungen aufgrund der Flexibilität in der Produktion Vorteile auf, die eine wesentliche Reduktion des spezifischen Arbeitsbedarfs erwarten lassen. Dieses wirkt sich wiederum positiv auf die Wirtschaftlichkeit aus.
- FFU Kunstholzbrückenhölzer stellen einen weiteren Schritt in Richtung eines nachhaltigen Oberbaus dar. Eine Eigenschaft, die – vor allem unter Berücksichtigung steigender Zugzahlen und damit reduzierten Instandhaltungszeiten – in Zukunft noch wesentlich an Bedeutung gewinnen wird.

Die Erstinvestition für die Erstellung des Oberbaus mit FFU Kunstholz bei Brückenprojekten bewegt sich basierend auf der LCC-Analyse der TU Graz im Bereich eines Faktors 1,35 bis 1,55 zu jener Investition, die beim Einsatz von Naturholz erforderlich wäre. Die Lebenserwartung von FFU liegt im Vergleich hierzu hingegen beim Zwei- bis Vierfachen der heute üblich eingesetzten Brückenhölzer aus Naturholz.

Sollte es dann nach mehr als 50 Jahren zu einem Austausch der Hölzer kommen, werden diese einer vollkommenen Wiederverwertung im Werk zugeführt.

1 Life Cycle Cost-Analyse TU Graz, Univ.-Prof. Peter Veit und Dr. Marschnig

Summary

Service trial for synthetic-wood bridge sleepers in the DB network

Synthetic wood made of FFU (fibre-reinforced foamed urethane) is a material that has the same advantageous properties as natural wood but a significantly greater life expectancy and resistance to weathering. For several decades already, FFU synthetic wood has been used in railway construction in Japan. In August 2011 it was used for the first time in Germany in a bridge project in Deutsche Bahn's South-Eastern Bavarian regional rail network, by way of a service trial at the behest of the Federal Railway Authority. A total of 108 FFU synthetic-wood sleepers were processed by the bridge sleeper production facility of DB Netz AG and laid on the bridge over the "Große Vils" river.

Dipl.-Ing. Christian Kubasch

DB RegioNetz Infrastruktur GmbH – Südostbayernbahn, Mühldorf am Inn
christian.kubasch@deutschebahn.com

Leonhard Asbeck

DB RegioNetz Infrastruktur GmbH – Südostbayernbahn, Mühldorf am Inn
leonhard.asbeck@deutschebahn.com

Clemens Bretschneider

Sekisui GmbH, Düsseldorf
bretschneider@sekisui.de

Dr. Günther Koller

koocoo technology & consulting GmbH, Wien
office@koocoo.eu